

Identificación de la red de la sala CIM del Laboratorio de Robótica de la Universidad del Norte

Eduardo Zurek Varela*, Sonia Vadalá Barake**,
Jorge Alfredo Heredia Vizcaíno***

Resumen

El Laboratorio de Robótica de la Universidad del Norte cuenta con una de las más modernas células de Manufactura Integrada por Computador (CIM: Computer Integrated Manufacturing, en inglés) para uso académico, a nivel nacional. Como parte práctica de algunos programas de Ingeniería, es básico conocer el funcionamiento de la célula CIM, desde las comunicaciones entre computadores hasta las existentes entre éstos y los robots y máquinas de producción. En este trabajo se hace un repaso de los protocolos Tcp/Ip para las primeras, y del estándar RS232 para las segundas. También, por la característica de compartimento de directorios, programas y archivos de datos entre los computadores de la red, se hace necesario señalar algunas recomendaciones de seguridad que impidan la adulteración externa de esos recursos compartidos.

Palabras claves: Robot, CIM, redes industriales, controladores, TCP/IP, RS232.

Abstract

Universidad del Norte's Laboratory of Robotic has one of the more modern Computer Integrated Manufacturing (CIM) cell for academic use, at national level. For some Engineering programs, it is basic to known the operation of the CIM cell, from communications between computers (with Tcp/Ip protocol) to communications between computers, robots and production machines (with RS232 standard). Considering the need of security in the process of interchange of data and files between computers it is necessary to do some recommendations for security in order to prevent the external modification of this shared resources.

Key words: Robot, CIM, industrial networks, controlers, TCP/IP, RS232.

Fecha de recepción: Septiembre 1 de 1999

*Ingeniero de Sistemas, Universidad del Norte. Profesor del Departamento de Ingeniería de Sistemas de esta misma universidad. Miembro del Grupo de Investigación del Laboratorio de Automatización y Robótica. (E-mail: ezurek@uninorte.edu.co).

**Ingeniera Eléctrica, Universidad de los Andes. Profesora del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Norte. Miembro del Grupo de Investigación del Laboratorio de Automatización y Robótica y del Grupo de Sistemas de Potencia de esta misma universidad.

*** Estudiante del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Norte.

Introducción

En este artículo haremos una breve pero completa descripción de un sistema CIM, necesaria para comprender la magnitud de la necesidad de protección de la información manejada por los computadores del laboratorio. De esta forma,

se llegará a formular una o varias alternativas concernientes a la seguridad de esta red, así como proveer de información al usuario novato o experto que pueda hacer uso de las conexiones físicas entre las máquinas, con miras a una futura expansión o posteriores investigaciones en tan interesante tema.

1. RED INSTITUCIONAL

Teniendo en cuenta la información obtenida, podemos concluir que la Red Institucional de la Universidad del Norte está compuesta por un conjunto de subredes conectadas con fibra óptica a 100 Mbps. Estas subredes, a su vez, están compuestas por un conjunto de computadores, servidores y otros dispositivos compartidos.

Algunos computadores se comportan como pequeños servidores de archivos, ya que poseen algunas unidades de almacenamiento compartidas, las cuales son accedidas por medio de la red.

Básicamente, cada subred posee las siguientes características:

1.1. Hardware

- **Tecnología de Red:** Establece algunas de las reglas de intercambio de datos entre computadores a través de una red. Entre las tecnologías más empleadas se encuentra Ethernet 10 Base-T, la cual es utilizada por la Red Institucional.

- **Topología de las subredes:** Es la forma como se conectan los computadores para formar una red. Las subredes que nos ocupan presentan una topología física en estrella, pero, lógicamente, están distribuidas en topología de bus.
- **Cableado:** Es el medio físico que interconecta los dispositivos de la red. Los computadores de las subredes se encuentran interconectados por medio de cable UTP categoría 5. A su vez, las subredes se encuentran interconectadas por medio de fibra óptica.

1.2. Software

- **Protocolo de comunicación:** Este, como su nombre lo indica, permite establecer la comunicación entre todos los equipos que conforman la red. Según la información obtenida, TCP/IP (*Transfer Control Protocol / Internet Protocol*) es el protocolo instalado en la mayoría de los dispositivos de la red. También permite la conexión a equipos remotos a través de Internet, y por lo tanto existe acceso a todos sus servicios: Correo electrónico, *browsers*, FTP, etc.
- **Tipo:** A partir del primer octeto de las direcciones IP de cada equipo de la red, podemos deducir el tipo de red al que pertenece. En nuestro caso, este número es 172, y por lo tanto es una red clase B, ya que este tipo comprende direcciones entre 128 y 192.

- **Máscara de subred:** Esta permite identificar si la información enviada se dirige hacia un equipo destino perteneciente a la misma red, o si ella viaja hacia una red externa. En nuestro caso, la máscara de subred es 255.255.0.0.
- **Sistema Operativo de Red:** Ejerce la administración de todos los recursos de la red a nivel de administrador, usuarios, dispositivos, etc. En nuestro caso, cada subred conforma un dominio (unorte1, unorte2 y unorte5), en el cual existe un controlador principal configurado bajo Windows NT Server 4.0.

La anterior descripción es con el fin de ubicar la Sala de Robótica dentro de un marco de referencia que permita lograr su integración con el resto de la Red Institucional.

2. SALA CIM DEL LABORATORIO DE ROBÓTICA

Esta se encuentra conformada por un conjunto de ocho microcomputadores, interconectados a través de cable UTP categoría 5 a un concentrador ubicado en el gabinete de comunicaciones. A su vez, algunos de estos computadores están conectados a robots a través de una comunicación serial. Uno de estos equipos, denominado «manager», es el que controla de manera centralizada las tareas y operaciones conjuntas de los robots, utilizando para ello el protocolo TCP/IP, el cual actúa de alguna manera como «servidor». Esta labor se

lleva a cabo habilitando espacio de disco compartido en los equipos conectados a los robots.

El sistema operativo instalado en cada uno de los computadores es Windows 95, el cual permite ciertas facilidades de comunicación, aunque no ofrece un óptimo nivel de seguridad.

3. INTRODUCCIÓN A SISTEMAS CIM

Con el fin de mantener la competitividad, las industrias están automatizando enormemente sus líneas de producción con sistemas de Manufactura Integrada por Computador (*Computer Integrated Manufacturing*, CIM). Una célula CIM es una línea de ensamble automatizada, la cual utiliza una red de computadores para controlar robots, máquinas de producción y dispositivos de control de calidad. La célula CIM puede programarse para producir partes a la medida y productos.

La CIM provee muchas ventajas:

- La integración computarizada de información suministra a todos los departamentos de una fábrica acceso rápido a los datos de la producción.
- La accesibilidad a los datos de producción se aprecia en respuestas más rápidas para cambiar, lo cual acorta los tiempos de respuesta, incrementa la capacidad de respuesta de la compañía hacia el cliente y la competencia, y mejora la fiabilidad en la puntualidad.

- El planeamiento asistido por computador optimiza el uso del piso de la fábrica. Esto mejora la utilización de las herramientas de las máquinas, y reduce los tiempos de trabajo en progreso y de respuesta.
- Los datos de producción en Tiempo Real pueden usarse para optimizar los procesos de producción para mejorar la calidad, utilizando técnicas como el control estadístico de procesos.
- Los análisis y predicción computarizados de requerimientos de material para la producción pueden reducir los niveles de inventario y los tiempos de respuesta. La integración con los proveedores y clientes puede proveer incluso mayores beneficios.
- La facilidad de bajar instrucciones de máquina, incluyendo cambios de herramientas, de sistemas CAM (*Computer Aided Manufacturing*, o Manufactura Asistida por Computador) hacia máquinas CNC (*Computer Numerically Controlled*, o Máquinas de Control Numérico) reduce los tiempos de configuración de las máquinas e incrementa la utilización de las mismas.

Hoy día, la tendencia entre fabricantes es producir lotes más pequeños de productos más variados. Sin la automatización CIM, esta tendencia resultaría en costos más altos asociados con el tiempo de configuración y trabajo adicional.

3.1. Descripción del sistema CIM implementado en el Laboratorio de Robótica de la Universidad del Norte

3.1.1. Aspectos únicos de Open-CIM

El *software* de Open-CIM provee capacidades industriales únicas que no se encuentran en otros CIM educativos:

- El Open-CIM se hace familiar a usuarios novatos, pues usa una interfaz gráfica de usuario de Windows.
- El Open-CIM permite entrenamiento dirigido a una estación o dispositivo dados.
- El Open-CIM es realista, pues usa equipos que se encuentran en sistemas CIM reales.
- El Open-CIM se parece a sistemas CIM industriales en su habilidad de crecer usando procesamiento distribuido en cada estación productiva. El procesamiento distribuido además hace más robusto al sistema. Aun si el computador que realiza la función de manejo central se cae, cada máquina puede ser aún operada en modo aislado.
- El Open-CIM usa una red sofisticada de computadores, lo cual permite que varios dispositivos realicen múltiples operaciones simultáneamente. Esta red también permite a los dispositivos de CIM comunicarse los unos a los otros.

- El Open-CIM usa las últimas técnicas orientadas a objetos en:
 - Definir la composición del CIM
 - Definir las Propiedades de un Objeto
 - Seguimiento Gráfico a la Producción
- El Open-CIM permite correr un simulador de producción en un computador para observar resultados sin operar realmente la línea de producción de CIM.
- El Open-CIM provee la oportunidad de observar cómo un conjunto de diversos componentes de *hardware* trabajan juntos en un medio del mundo real.
- El Open-CIM es más comprensible que otros sistemas CIM de función limitada. Puede usar una variedad de equipos, incluyendo:
 - Una variedad de robots
 - Máquinas CNC
 - Dispositivos de control de calidad (visión de máquina, medidor de rayo láser, calibrador de altura)
 - Sistemas Automatizados de Almacenamiento y Recuperación (*Automated storage and retrieval systems, ASRS*)
 - Dispositivos periféricos (lector de código de barras, plano X-Y, destornillador eléctrico, etc.)
- El Open-CIM ofrece un seguimiento gráfico a la producción, lo cual permite la observación de cada operación de producción en una pantalla central.

- El Open-CIM provee un medio abierto para usuarios avanzados que deseen:
 - Añadir sus propios dispositivos
 - Diseñar sus propios productos
 - Implementar su propio *software* de interfaz (por ejemplo, análisis de MRP y costo)
 - Analizar los datos de producción CIM
- El Open-CIM es un sistema robusto que permite al usuario recuperar errores sin la necesidad de reiniciar completa la célula CIM.

3.1.2. Operaciones básicas de CIM

Las siguientes operaciones se realizan en la célula CIM cuando elabora un producto:

- Las partes suministradas (materia prima) se cargan en las unidades de almacenamiento.
- Las órdenes pueden generarse manualmente usando el *CIM Manager* o por algún paquete externo de planeación de la producción, tal como *Fourth Shift* o MAPICS.
- Las partes se remueven del ASRS y se transportan por la banda hacia las estaciones de producción.
- Un robot toma las partes de la banda y las mueve hacia varias máquinas de producción (por ejemplo: Máquinas CNC) en una estación (encaminamiento de máquina).

- Las operaciones típicas de producción incluyen:
 - Procesamiento en una máquina CNC
 - Ensamblaje de dos o más partes
 - Pruebas de control de calidad
- Un robot regresa las partes procesadas a la banda para llevarlas hacia la próxima estación.
- Un producto finalizado se remueve (descarga) de la célula.

4. COMUNICACIONES

En esta sección se describe la forma como, genéricamente, se comunican las máquinas del laboratorio (incluyendo computadores, controladores, robots, máquinas de control numérico, *teach pendants* y la banda transportadora), para comprender el fundamento de la coordinación existente en el sistema al seguir éste un plan de producción.

4.1. Entre computadores

Todos los computadores del laboratorio están conectados a alguna de las máquinas de la célula CM. Ellos se encuentran interconectados a través de la red, como ya se describió, usando protocolo TCP/IP; de allí el uso de una herramienta basada en dicho protocolo: el Mailslot.

- *Mailslot*

Es una aplicación del nivel más alto de las capas del protocolo TCP/IP, que

permite el envío y recepción de paquetes de datos entre dos usuarios determinados en ella. Existen muchas versiones, una de las cuales, la residente en los equipos en cuestión, se encuentra como parte del programa Winpopup de Windows 95, por lo cual es fácil de configurar, tanto para usuarios como para los *Station Managers* y el *CIM Manager*. El Mailslot funciona de manera similar al *E-mail* o a las aplicaciones tipo *chat*: Inicialmente, deben definirse los usuarios que van a intercambiar mensajes, luego, al enviar el mensaje, debe especificarse el destinatario. En ambos pasos es necesario identificar las direcciones IP de los equipos.

De esta forma, los computadores intercambian comandos ACL, PLC o simplemente comunican su estado actual a un equipo cuya tarea asignada tiene como prerrequisito la tarea de la máquina del computador actual. Por ejemplo, el ASRS, al depositar una pieza en la banda transportadora, recibe la instrucción proveniente del *CIM-Manager*; una vez ejecutada la operación, el *Device Driver ACL* del ASRS comunica al *CIM Manager*, vía Mailslot, dicha ejecución, mientras que el *Manager* le comunica al *Device Driver Graphic*, que debe detener una bandeja vacía ante la estación1. (El *Graphic* es el nombre del PC conectado al PLC (Controlador de la banda transportadora)).

4.2. Entre computadores y controladores

Como se dijo, cada máquina (robot,

conveyor o máquina CNC) está conectada a un computador que la «maneja», esto es, a través del puerto serial del computador por medio del protocolo RS232. El cable de este tipo llega a los puertos de entrada/salida del respectivo controlador de dispositivo. Como es una comunicación de tipo serial, cada línea cumple una función específica, de manera unidireccional y un *bit* a la vez. De esta forma, la línea que hace abrir o cerrar la tenaza del robot se activa con una señal digital, proveniente de la transformación de un comando ACL o CNC, a través del *Device Driver* o manejador de dispositivo, la cual es transformada por el controlador a una señal análoga (alta o baja), que es transmitida por un puerto de salida hacia el robot propiamente dicho. El *Device Driver* es un programa residente en el PC del respectivo controlador de máquina o robot, que traduce comandos ACL, CNC y PLC en comandos de máquina, al tiempo que traduce la información que se dirige del controlador al PC. Otro ejemplo es cuando el lector de código de barras del ASRS toma una lectura, como señal análoga, la transmite hacia el puerto de entrada al controlador, éste la transmite por el RS232 hacia el computador (CIM PC-1), cuyo programa (el Open-CIM) interpreta la información al compararla con la configuración de almacenamiento residente en él.

En la sección 5 se hará una descripción más detallada de los dos tipos de comunicación.

5. FUNCIONAMIENTO BÁSICO DEL CIM

En esta sección se describe más detalladamente el esquema de comunicaciones y de operación del sistema CIM, de una manera modular, es decir, a partir de un mapa global de la Sala CIM se estudiará cada estación que la compone, señalando sus componentes, interconexiones y flujo de material en ellas.

5.1. Banda transportadora

Es un dispositivo que continuamente está en movimiento mientras la célula CIM esté activa. En ella, las bandejas transportan paletas que, a su vez, llevan las piezas por procesar de una estación a otra. Tiene un computador que la maneja, denominado aquí «*Graphic*», ya que en él reside el *Graphic Tracking Module*, o Módulo de Seguimiento Gráfico. El «*Graphic*» se conecta, a través de cable serial RS232, al controlador de la banda transportadora o PLC (*Programmable Logic Controller*). Al resto de la red se comunica por medio de cable UTP. A través de Mailslot recibe mensajes de las estaciones adyacentes, los cuales son requerimientos de recoger y/o depositar piezas en las bandejas del *conveyor* (ver figura 1).

Por ejemplo, el ASRS va a depositar una paleta con una caja de plástico, el *Graphic* recibe del *Manager* la información de la paleta y de la bandeja transportadora. Si esta pieza se necesita en el torno, la estación N° 2 o de mecanizado Ws2 toma la lectura de los magnetos de

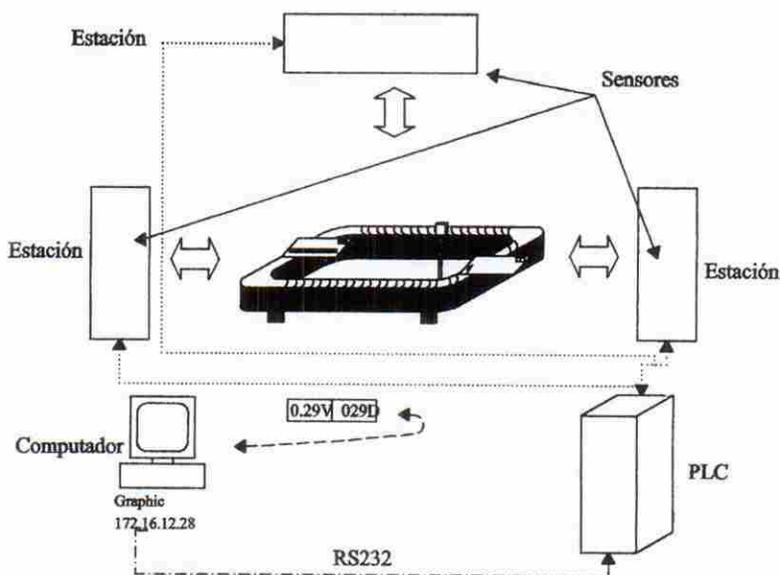


Figura 1. Banda transportadora

la base de la bandeja ubicada sobre la banda transportadora. Esta información llega al puerto de entrada respectivo del PLC, donde la señal es transformada y retransmitida a través del RS232; de allí llega al *Graphic*, el cual envía un comando de detención y retardo de la bandeja. Mientras la estación lo requiera; el comando viaja vía RS232 al controlador, que transforma la señal y la envía a través de su entrada para que un pistón neumático salga y detenga la bandeja. Una vez que el ASRS deposita la paleta sobre la bandeja, el CIM-PC1 «avisa» al *Manager*, el cual, a su vez, comunica al *Graphic* que terminó su tarea, de tal manera que, siguiendo un proceso similar, los pistones neumáticos se retraen y la bandeja es liberada.

Los bloques circundantes (arriba, iz-

quierda y derecha) de la banda representan a las estaciones adyacentes a ella: Ws1 o almacén, Ws2 mecanizado o de máquinas CNC y Ws 3 o control de calidad y ensamble, respectivamente. Existe un cuarto punto de lectura magnética, para una estación, pero se encuentra actualmente inactivo. Todas ellas se conectan al Controlador PLC, que es el bloque tridimensional abajo a la derecha, por medio de sus puertos de entrada/salida. Este, a su vez, está conectado al *Graphic* con un cable serial RS232, que es la línea más inferior de la gráfica. Las flechas de bloque entre las estaciones y el *conveyor* representan el flujo de piezas entre unas y otro.

5.2. Estación mecanizado WS2

Esta estación realmente se compone de

dos «subestaciones»: El robot SCORBOT ER-V Plus, el cual se encuentra adyacente a la banda transportadora, y las máquinas de control numérico (torno y fresa), entre las cuales el robot transporta las piezas.

5.2.1. Robot SCORBOT ER-V Plus

Es un brazo robot situado sobre un riel de desplazamiento (LSB o *Linear Slide Base*), que toma bandejas de la banda transportadora, las coloca en el *buffer* de la estación, allí toma de la bandeja la pieza que se va a procesar y la lleva hasta una de las máquinas CNC (torno o fresa).

El robot posee su controlador, el cual se conecta al computador CIM-Pc2 por medio de RS232. El controlador

tiene conectado también un *teach pendant*, que es un teclado que maneja comandos ACL directamente sin intervención del CIM-Pc2, con el fin de realizar operaciones manuales del usuario.

En la gráfica, los bloques a la izquierda y la derecha del robot son las máquinas CNC y la banda transportadora, respectivamente, entre las cuales se mueven las piezas procesadas y/o por procesar. El controlador, que se encuentra abajo en el centro de la gráfica se conecta al CIM-Pc2 (a su izquierda) con cable RS232, y al *teach pendant* (derecha), por medio de puertos E/S. Una última conexión proviene del bloque de máquinas CNC, la cual se detallará en la parte 5.2.3 de esta sección (ver figura 2).

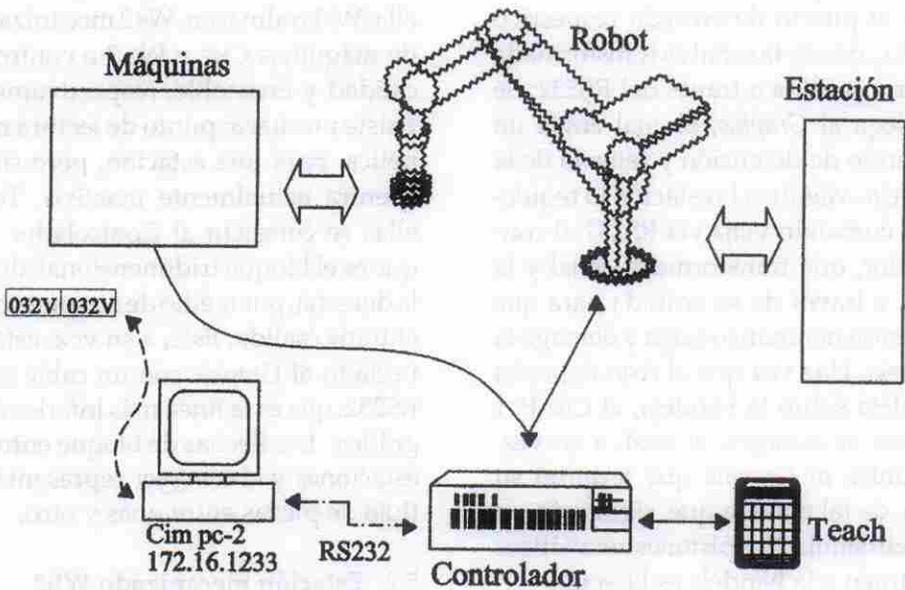


Figura 2. Estación de mecanizado

5.2.2. Máquinas de Control Numérico

En las Máquinas de Control Numérico (*Computer Numeric Control*), un torno y una fresa realizan procesos menos complejos que un robot: Encendido/apagado, abrir/cerrar la puerta, emitir señales de terminación de una tarea, etc. Al no poseer *teach pendant*, estas máquinas pueden accionarse manipulando directamente las señales en las líneas E/S desde sus respectivos computadores (Lathe y Mill).

Siguen el mismo esquema de conexión de las máquinas descritas anteriormente, aunque sus controladores son algo más sencillos, ya que no requieren efectuar movimientos complejos (ver figura 3).

El esquema muestra al torno en la parte superior y a la fresa en la parte inferior; cada máquina está conectada a su respectivo controlador, que son los bloques tridimensionales a la derecha de ellas. El rombo que se observa a la derecha del controlador de la fresa representa la interfaz convertidora de voltaje que se conecta al controlador del robot, lo cual se trata en la sección 3.2.3. Los computadores están conectados a los controladores con conexiones RS232.

5.2.3. Interacción entre el SCORBOT ER-V Plus y las máquinas CNC

Como se dijo, los controladores de máquinas CNC son algo más sencillos, de tal manera que, al interactuar con el

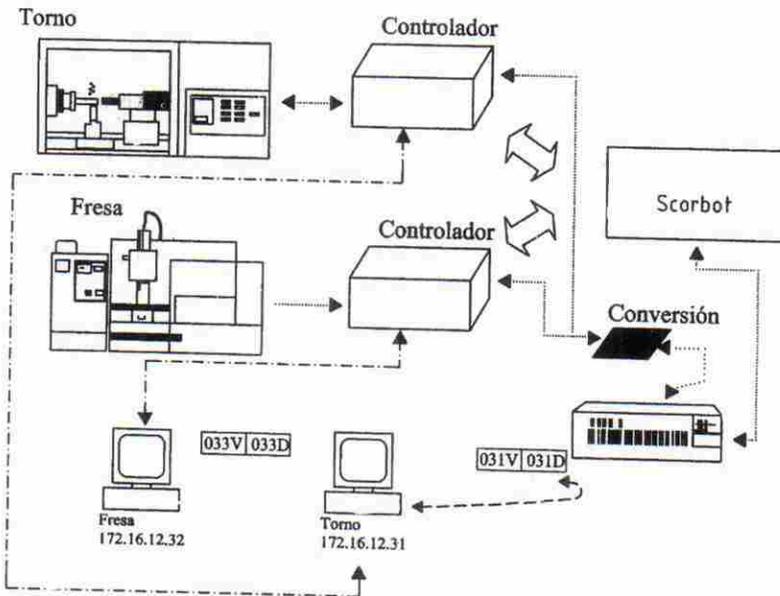


Figura 3. Máquinas CNC

robot, es necesario un intercambio de señales entre estos controladores (*Light Machine Controller*) y el del robot, por medio de una interfaz convertidora de voltaje, ya que las señales de los primeros trabajan con 5V y las del segundo con 12V. Un ejemplo de esta interacción está en que cuando el robot lleva una pieza al torno para que éste la procese, su controlador verifica el estado de la puerta. Si éste es abierto, el robot procede a avanzar hacia la máquina y deposita allí la pieza, de lo contrario, manda una señal al controlador del torno para que la abra y continúe la tarea. Seguidamente, se presenta la distribución de

peración automatizada consta de un almacén cuyas celdas contienen materia prima, productos intermedios y productos terminados. Entre las celdas se mueve un robot de coordenadas tridimensional, el cual se encarga de mover las paletas que contienen las piezas desde las celdas hacia la banda transportadora y viceversa. El sistema también dispone de un lector de código de barras destinado a llevar el control de las piezas que entran y salen del almacenamiento (ver figura 4).

La estación cuenta con un computador, el CIM PC-1, conectado al contro-

Controlador de Máquina de Control Numérico conectado al controlador del Scorbot ER-V Plus

Input/Output	Puerto	Función
Input	2	Estado de la Fresadora
Input	3	Espera señal del COM
Input	4	Estado del Torno
Input	5	Espera señal del COM
Output	2	Arranca el Torno
Output	3	Arranca al controlador del Torno
Output	4	Arranca la Fresadora
Output	5	Arranca al controlador de la Fresadora

entradas y salidas del controlador del robot, y la función que cada línea realiza.

5.3. Estación de almacenamiento y recuperación automatizada ASRS

El sistema de almacenamiento y recu-

lador por medio de una conexión serial tipo RS232. También al controlador se conectan, a través de cable y por los puertos de entrada/salida, el lector de código de barras y el *teach pendant*.

La siguiente tabla describe los dos

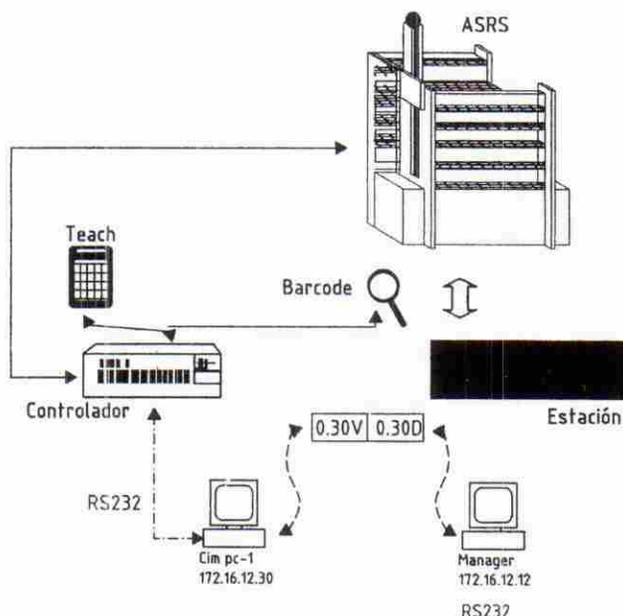


Figura 4. Estación de almacenamiento

únicos puertos que están activos en el controlador del ASRS:

Input/Output	Puerto	Función
Output	3	Abre/Cierra la tenaza
Output	4	Luces

5.4. Estación de control de calidad

Esta es la estación más compleja de la célula, ya que cuenta con sistemas ópticos y mecánicos de alta precisión: En primer lugar, el brazo robot SCORA-ER14, el cual desempeña múltiples funciones, tales como: Carga, aplicación de pegamento, ensamble de piezas, etc. En segundo lugar existe el módulo de control

de calidad propiamente dicho, conformado por una cámara y un monitor de video monocromático conectados al computador Vision por medio del puerto serial. Este Pc recibe la imagen tomada por la cámara y la convierte según los patrones definidos por su *software* para posteriormente enviarla al CIM PC-3 a través del RS232 (ver figura 5).

La siguiente tabla muestra los puertos del controlador que efectúan tareas específicas.

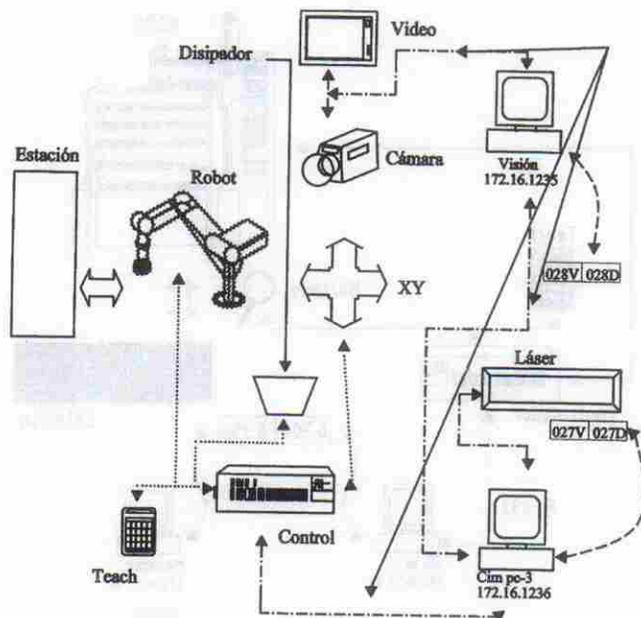


Figura 5. Estación de control de calidad

Controlador del Robot SCORA ER-14 (Estación de control de calidad)

Input/Output	Puerto	Función
Input	4	Sensor de esferas
Output	1	Tenaza
Output	2	Luces
Output	3	Pegamento
Output	4	Motor de 12 VDC

6. RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD DE DATOS

6.1. Alcances de la propuesta

La propuesta cubre dos recomendaciones que permiten implementar seguridad en la subred de computadores de la

sala C1M del Laboratorio de Robótica de la Universidad del Norte. Esto con el fin de evitar que usuarios de la Red Institucional entren en el sistema y borren o alteren aplicaciones y archivos de datos.

6.2. Descripción y características generales de la propuesta

6.2.1. Condiciones para implementar seguridad

Todos los computadores del Laboratorio de Robótica de la Universidad del Norte se encuentran conectados a un concentrador, el cual está ubicado en el gabinete de comunicaciones de la sala de robótica y, a su vez, permite que se conecte la subred a la Red Institucional. Estos computadores conforman la subred del Laboratorio de Robótica. Los computadores de la Sala CIM del Laboratorio de Robótica forman parte de esta subred.

6.2.2. Propuesta de un concentrador

Con base en las necesidades citadas se propone en la sala de robótica de la Universidad del Norte el uso de un concentrador, con el fin de conectar sólo los equipos de la Sala CIM y crear una red independiente y desconectada de la Red Institucional.

6.2.1.1. Ventajas

Asegura que ningún usuario de la Red Institucional se conecte al *CIM Manager*, ya que este equipo y los demás de la sala de robótica serán desconectados físicamente de la Red Institucional.

6.2.3. Propuesta Windows NT 4.0

Como alternativa, y teniendo en cuenta que el objetivo consiste en que los demás

usuarios de la Red Institucional no se conecten a las unidades compartidas del *CIM Manager*, se propone instalar en este equipo el sistema operativo Windows NT 4.0 y crear usuarios que se conecten a las unidades compartidas.

Con esta propuesta sólo necesitamos instalar Windows NT 4.0 en el *CIM Manager*, crear las unidades compartidas, a las cuales se van a conectar las respectivas estaciones de trabajo. Posteriormente crear los usuarios.

6.2.3.1. Ventajas

Con esta opción, los equipos de la sala de robótica quedarán conectados a Red Institucional, lo cual permite que los usuarios de éstos sigan teniendo servicios de red, tales como correo electrónico e Internet, si así lo requieren.

CONCLUSIONES

Al llegar a la parte final de este trabajo de Investigación y Desarrollo, podemos concluir lo siguiente:

- La sala CIM del Laboratorio de Robótica, en su calidad netamente didáctica, necesita que los computadores de su red continúen conectados con la Red Institucional, ya que es necesario el permanente acceso de usuarios a los servicios de Internet. Por ello es importante seguir la recomendación de seguridad pertinente al Sistema Operativo Windows NT.
- Es factible y recomendable capacitar

personal (profesores, monitores, administradores) para que realicen tareas de soporte al sistema CIM, ya que actualmente se carece de dicho soporte.

Bibliografía

- TANEMBAUM, Andrew. *Organización de computadoras, un enfoque estructurado*. México, Prentice-Hall Hispanoamericana, 1992.
- HAMACHEO, Carl. *Organización de computadoras*. México, McGraw-Hill, 1987.

CORRACEDO GALLARDO, Justo. *Redes locales en la industria*. Barcelona, Marcombo, 1988.

RIVERA, Claudia y GAUTHIER, Alain. «Reconocimiento de ambientes en robótica móvil por medio de redes neuronales». Centro de Estudios e Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá, 1995.

ESHEDROBOTEC: Menú de Ayuda de Open-CIM, ESHEDROBOTEC. Israel, 1995.