

# **APORTES AL SISTEMA DE INFORMACIÓN GERENCIAL DE LA TECNOLOGIA UTILIZADA EN PROCESOS ROBOTIZADOS**

## **Autores**

**GUSTAVO CHRISTIAN RODRIGUEZ**  
e-mail: [consultoracrear@yahoo.com.ar](mailto:consultoracrear@yahoo.com.ar)

**ALEJANDRO ERNESTO ALANIS**

e-mail: [aealanis@yahoo.com](mailto:aealanis@yahoo.com)

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

## **Área temática: Extensión y transferencia**

**Palabra clave: roal**

### **1. RESUMEN**

Después de haber entrevistado a distintos profesionales vinculados a la ingeniería, consultado bibliografía, analizado videos, publicaciones específicas y presenciado in situ el funcionamiento en la industria automotriz, presentamos en las VII Jornadas DUTI un trabajo relacionado a la robótica que intenta cumplir con diversos objetivos que se explican a continuación:

El primero es definir conceptos básicos y elementales para explicar de qué se habla cuando se habla de robótica.

Posteriormente nos proponemos ilustrar cómo se implementa en la actualidad, haciendo hincapié en las células de trabajo robotizadas y la tecnología utilizada (robot, PLC y sensores).

Para llegar finalmente al tema central del trabajo en donde explicamos y analizamos como por medio del sistema Scada (Supervisory Control And Data Acquisition o Control con supervisión y Adquisición de Datos) se logra la captación de datos tanto para el control como para la toma de decisiones, como pueden ser indicadores de eficiencia productiva (por tipo de producto, turno de trabajo, célula de producción y/o máquina específica), grado de utilización de la capacidad de producción, entre otros.

## 2. INTRODUCCIÓN

Desde hace algo más de tres décadas la utilización, en muchos sectores de la economía, de lo que se denomina generalmente como robótica es cada vez más acentuada. Justamente por ello es que nos involucramos en un tema que si bien es muy complejo, no deja de ser sorprendente y apasionante.

El presente trabajo es concebido considerando que tanto el progreso en las distintas disciplinas y el ineludible deseo del hombre de superarse, generan cotidianamente la sensación de que lo que hoy hemos aprendido como una “verdad revelada”, mañana probablemente haya envejecido. Esto ocurre con mayor frecuencia cuando profesionales de una disciplina intentan explicar cómo repercuten e impactan en ella los descubrimientos implementados en otras.

A pesar de esto último pensamos que investigar y proponer cosas nuevas siempre es un desafío y vale la pena correr algún riesgo. Escribir suele ser problemático y surgen infinitos caminos para hacerlo, teniendo éstos la característica de no ser transitados frecuentemente por nuestra profesión. Escribir es un verbo y un acto de fe, esperamos que este trabajo de investigación cumpla con el humilde objetivo de ser una introducción a un tema tan importante como son los sistemas de producción robotizados y sus implicancias. Como dudamos que el objetivo sea cumplido transcribiremos lo escrito por alguien que también dudaba sobre el rumbo elegido en parajes extraños.

*“Guíame, amable luz, en medio de las tinieblas que me cercan. ¡Guíame hacia delante!*

*La noche esta oscura, y me hallo lejos de mi casa...”*

*John Henry, Cardenal Newman*

### 3. DESARROLLO

#### 3. 1 CONCEPTOS BÁSICOS Y ELEMENTALES DE ROBÓTICA

##### 3. 1. 1 Origen y breve historia de los robots

En casi todas las épocas y culturas, los hombres han intentado construir máquinas automáticas que faciliten su trabajo. Ya en la antigua Grecia se construyeron ingenios de funcionamiento automático a los que llamaron autómatas. Por la época de finales del siglo XVIII y también a principios del XIX se desarrollaron algunas máquinas para el empleo de la industria textil, entre las que ya había algún telar en el que mediante el uso de tarjetas perforadas se podría elegir el tipo de tela a tejer. Este hito, sentó uno de los primeros precedentes históricos de las maquinas programadas por control numérico.

Un poco mas tarde que en la industria textil, se incorporan los automatismos en la industria minera y metalúrgica, en la época de las maquinas de vapor, James Watt (1736-1819) contribuyó decisivamente al desarrollo de estas máquinas e inventó el llamado regulador de Watt, que es un regulador centrifugo de acción proporcional, con el nació el concepto de retroalimentación y la regulación automática, que es una de las bases de los robots industriales actuales.

La palabra robot se empleó por primera vez en 1920 en una obra llamada “Robots Universales Rossum”, se deriva de la palabra checa “robotnik” que significa siervo, servidor o trabajo forzado.

Es en el siglo XX cuando se produce el desarrollo de la robótica, que va ligado con el desarrollo de los microprocesadores. En la tabla siguiente se citan algunos hechos destacables con sus fechas aproximadas.

1954	A partir de esta fecha, el estadounidense George Devo, comienza la construcción de un brazo articulado que realiza una secuencia de movimientos programables por medio de computador, se considera que este “brazo” es el primer robot industrial
1956	Devol conoció a Engelberger y juntos fundaron en 1960 la empresa Unimation dedicada a la fabricación de robots
1961	Se realiza pruebas de un robot Unimate accionado hidráulicamente, en un proceso de fundición con moldes en General Motors
1968	Kawasaki se une a Unimation y comienza la fabricación y el empleo de robots industriales en Japón. En este año General Motors, emplea robots en el proceso de fabricación de las carrocerías de los automóviles.
1973	La empresa sueca ASEA, fabrica el primer robots completamente eléctrico, el tipo de accionamiento que se impone, debido a los avances registrados en el control de motores eléctricos.
1974	Se comienza a usar el lenguaje de programación AL, del que derivan otros de uso posterior como el VAL ( Victor’s Assembly Lenguaje) de los robots PUMA implementados en 1975 por Víctor Scheinman+
1978	Comienza a emplearse el robot PUMA (programmable

	Universal Machine por Assambley) de Unimation que es uno de los modelos que mas se ha usado, su diseño de “brazo” multiarticulado es la base de la mayoría de los robots actuales
1981	Comienza la comercialización de los robots tipo SCARA (selective compliance Arm for robots assambley) en Japón
1987	Se constituye la Federación Internacional de Robótica con sede en Estocolmo

### 3.1.3 Tipos de Robots

**a) Androides o Zoomorfológicos:** La idea de crear robots análogos al hombre, existe en la mente humana desde hace algún tiempo. A estos robots, se los denomina androides, se han construido ya algunos, pero son por ahora dispositivos muy pocos evolucionados y con poca utilidad practica, se destinan al estudio y experimentación. Los zoomórficos, tienen forma de animales y se intenta conseguir con ellos alguna de las facultades que ellos tienen.

**b) Móviles:** Los robots móviles están provistos de patas, ruedas u orugas que los capacitan para desplazarse en la función de su programación y de la información que reciben. Pueden llevar diversos sistemas de sensores para captar información, por ejemplo, a través de bandas electromagnéticas o fotoeléctricas, vía radio o por medio de sus propias cámaras de visión. Se emplean en determinados tipos de instalaciones industriales, sobre todo para el transporte de mercaderías en cadenas de producción y almacenaje. Tamben se utilizan robots de este tipo para la investigación de lugares de difícil acceso como estaciones espaciales o submarinas.

**c) De servicios:** En esta clasificación podrían entrar todos los robots no industriales, a modo de ejemplo citamos los siguientes

- De limpieza
- De uso en ambientes hostiles
- De servicios

Androides

Móviles

De Servicio



**d) Robots Industriales:** Los robots industriales son los más usados y en base a los que se han producido el desarrollo de la robótica. Están destinados a realizar de forma automática determinados procesos de fabricación o manipulación. La incorporación de robots al mundo industrial, introduce el concepto de “sistema de fabricación flexible”,

cuya principal característica consiste en la facilidad de adaptación de las líneas o “células” de fabricación a las diferentes tareas de producción.



### 3.1.4 Introducción a la Robótica:

Para irnos introduciendo en el tema específico de robótica, nos gustaría acercar al lector algunos conceptos relacionados con ella, como pueden ser los de autómatas, automatización y automatización industrial.

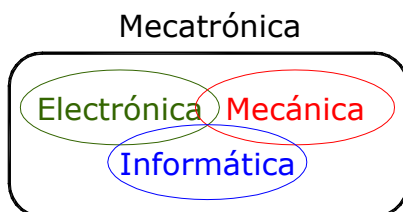
Ahora bien, la palabra *Autómata* deriva de la palabra griega *automatos*, que hace mención a las máquinas que imitan las figuras y los movimientos de un ser animado.

La Automatización, según el Ingeniero Francisco M. Vergara<sup>1</sup>, es la tecnología relacionada con la aplicación de sistemas complejos (mecánicos, electrónicos y basados en computadora) en el control de sistemas, de manera que los mismos funcionen de forma autónoma, con poca o ninguna intervención humana.

Pero deberíamos ser más precisos y referirnos sólo a las *Automatización Industrial* que es la aplicación de la automatización en la elaboración de bienes o productos.

Se divide en dos grandes ramas: Control de Procesos y Automatización de fábrica (a veces llamada Automatización Industrial en especial).

El ámbito de incumbencia de la Automatización industrial es el de la disciplina denominada como Mecatrónica, en la misma intervienen tanto la Ingeniería Mecánica, como la Ingeniería Electrónica y Ingeniería Informática.



El objetivo de la Mecatrónica es básicamente, crear nuevas máquinas o dotar a las existentes de mejores prestaciones.

Recién ahora nos parece oportuno empezar a reflexionar y desandar el camino hacia la Robótica Industrial.

---

<sup>1</sup> Profesor Adjunto de la cátedra Automatización I - Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería - UNLP.

Según la *Asociación de Industrias Robóticas (RIA)* “un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas”.

Ahora bien, la *Organización Internacional de Estándares (ISO)* define al robot industrial como “un manipulador multifuncional reprogramable con varios grados de libertad, capaz de manipular materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables programadas para realizar tareas diversas”. Esta última incorpora el concepto de “los grados de libertad”, concepto que en el transcurso del trabajo desarrollaremos.

Por su parte *Antonio Barrientos*<sup>2</sup> menciona una particularidad al respecto: “Así mientras para los japoneses un robot industrial es cualquier dispositivo mecánico dotado de articulaciones móviles destinado a la manipulación, el mercado occidental es más restrictivo, exigiendo una mayor complejidad, sobre todo en lo referido al control”.

A partir de las definiciones enunciadas encontramos una diferencia sustancial entre procesos en los que intervienen robots y en aquellos en los cuales intervienen máquinas encuadradas en el concepto de la automatización fija, pues es en las primeras donde aparece el concepto de flexibilidad.

A los procesos productivos que son llevados a cabo por robots se los incluye dentro de los *Sistemas de Producción Flexible*, debido a la versatilidad que aportan éstos. Se programan, coordinan y controlan las tareas que van a desarrollar en las instalaciones desde un ordenador central, algo que podrá ser modificado ya sea tanto por la discontinuación o por los cambios en el diseño de los productos. Allí es donde se flexibiliza el proceso productivo. Se puede ejemplificar esto mencionando lo que ocurre en la industria automotriz, pues en la historia de los manipuladores que operan en las distintas líneas de producción suelen pasar con el correr de los años varios tipos y modelos de automóvil, claro está que previamente se deben readaptar las celdas, el equipamiento y reprogramar las tareas.

Nos parece oportuno destacar dos particularidades sumamente importantes, por un lado que la reprogramación y la multifunción se consiguen sin acceder o modificar físicamente al robot y por otro, que en paralelo al desarrollo de tareas es posible listar las siguientes. Esto hace a la optimización de los ciclos o corridas en la producción, como consecuencia de una disminución en los “tiempos muertos”.

## **Clasificación de los robots industriales:**

### **1) Según su generación:**

**Primera** generación: Repite tareas programadas secuencialmente, no considera el entorno.

**Segunda** generación: Aunque limitadamente esta generación considera el entorno y actúa en consecuencia.

**Tercera** generación: Se incorpora la planificación automática de tareas, Se programa empleando lenguaje de alto nivel.

**2) Según la forma de controlarlos:** La maquinaria para la automatización rígida dio paso al robot con el desarrollo de controladores rápidos, basados en el

---

<sup>2</sup> Autor del libro Fundamentos de robótica - Mc Graw-Hill 1999

microprocesador, así como un empleo de servos en bucle cerrado, que permiten establecer con exactitud la posición real de los elementos del robot y establecer el error con la posición deseada. Esta evolución ha dado origen a una serie de tipos de robots, que se citan a continuación:

**Manipuladores:** Son sistemas mecánicos multifuncionales, con un sencillo sistema de control, que permite gobernar el movimiento de sus elementos de los siguientes modos:

Manual: Cuando el operario controla directamente la tarea del manipulador.

De secuencia fija: cuando se repite, de forma invariable, el proceso de trabajo preparado previamente.

De secuencia variable: Se pueden alterar algunas características de los ciclos de trabajo.

**Robots de repetición o aprendizaje:** Son manipuladores que se limitan a repetir una secuencia de movimientos, previamente ejecutada por un operador humano, haciendo uso de un controlador manual o un dispositivo auxiliar. En este tipo de robots, el operario en la fase de enseñanza, se vale de una pistola de programación con diversos pulsadores o teclas, o bien, de joysticks, o bien utiliza un maniquí, o a veces, desplaza directamente la mano del robot. Los robots de aprendizaje son los más conocidos, hoy día, en los ambientes industriales y el tipo de programación que incorporan recibe el nombre de "gestual".

**Robots con control por computadoras:** Son manipuladores o sistemas mecánicos multifuncionales, controlados por una computadora, que habitualmente suele ser un microordenador. En este tipo de robots, el programador no necesita mover realmente el elemento de la máquina, cuando la prepara para realizar un trabajo. El control por computador dispone de un lenguaje específico, compuesto por varias instrucciones adaptadas al robot, con las que se puede confeccionar un programa de aplicación utilizando solo la terminal de la computadora y no el brazo. A esta programación se le denomina textual y se crea sin la intervención del manipulador. Las grandes ventajas que ofrecen este tipo de robots, hacen que se vayan imponiendo en el mercado rápidamente, lo que exige la preparación urgente de personal calificado, capaz de desarrollar programas similares a los de tipo informático.

**Robots inteligentes:** son similares a los del grupo anterior, pero, además, son capaces de relacionarse con el mundo que les rodea a través de sensores y tomar decisiones en tiempo real (auto programable).

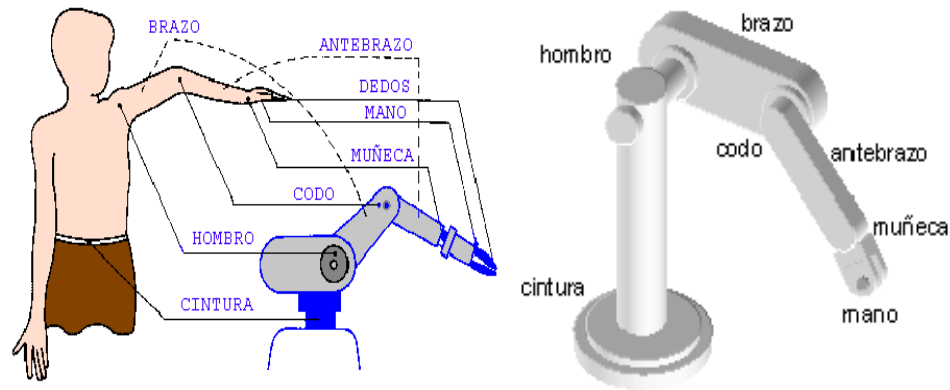
De momento, son muy poco conocidos en el mercado y se encuentran en fase experimental, donde se esfuerzan los grupos investigadores por potenciarlos y hacerlos más efectivos y al mismo tiempo que más accesibles. La visión artificial, el sonido de máquina y la inteligencia artificial, son las aplicaciones que se más están estudiando para su aplicación en los robots inteligentes.

Parámetros: Los principales parámetros que caracterizan a los robots industriales son:

**Número de grados de libertad:** Se denomina grado de libertad (g.d.l.) a cada una de las coordenadas independientes que son necesarias para describir el estado del



sistema mecánico del robot (posición y orientación en el espacio de sus elementos). Aunque la mayoría de las aplicaciones industriales requieren 6 g.d.l., como las tareas de soldadura, mecanizado y almacenamiento, otras más complejas requieren un número mayor, tal es el caso de las labores de montaje. A los manipuladores robóticos se les suele denominar también brazos de robot por la analogía que se puede establecer, en muchos casos, con las extremidades superiores del cuerpo humano.



Semejanza de un brazo manipulador con la anatomía humana

Normalmente, en cadenas cinemáticas abiertas, cada par eslabón-articulación tiene un sólo grado de libertad, ya sea de rotación o de traslación. Pero una articulación podría tener dos o más g.d.l. que operan sobre ejes que se cortan entre sí.

**Espacio de accesibilidad o espacio (volumen) de trabajo:** Es el conjunto de puntos del espacio accesibles al punto terminal (PT), que depende de la configuración geométrica del manipulador. Un punto del espacio se dice totalmente accesible si el PT puede situarse en él en todas las orientaciones que permita la constitución del manipulador y se dice parcialmente accesible si es accesible por el PT pero no en todas las orientaciones posibles.

**Capacidad de posicionamiento del punto terminal.** Se concreta en tres magnitudes fundamentales: resolución espacial, precisión y repetibilidad, que miden el grado de exactitud en la realización de los movimientos de un manipulador al realizar una tarea programada.

**Capacidad de carga.** Es el peso que puede transportar el elemento terminal del manipulador. Es una de las características que más se tienen en cuenta en la selección de un robot dependiendo, claro está, de la tarea a la que se destine.

**Velocidad.** Es la máxima velocidad que alcanzan el PT y las articulaciones.

### 3.2 Tecnología utilizada en los procesos robotizados

*PLC (Controladores Lógicos Programables):* Son utilizados para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Interpretan la realidad, el proceso en si mismo, utilizando sensores enlazados con una computadora. Pasan a ser sumamente importantes para la gestión de los proceso, ya que el control se realiza en forma sectorizada (maquinas, conjunto de máquinas o células de trabajo). Podríamos

remontarnos a los principios de la década del ochenta, ya que en esa época se los introducen en la industria, principalmente en la manufacturera. Estos estaban provistos ya de sistemas de programación genéricos (ladder o escalera)<sup>3</sup>.

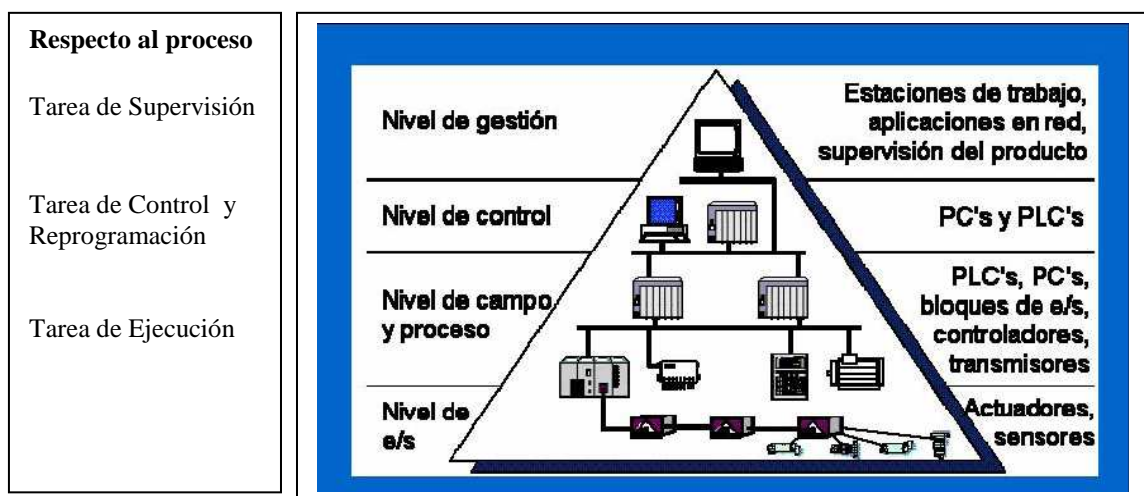
Los procesos robotizados al incorporar los PLC forman parte de los sistemas operativos de tiempo real (SOTR). En estos el control del usuario es generalmente mucho mayor que en un sistema operativo ordinario. En sistema operativo típico que no sea en tiempo real, el usuario no tiene control sobre la función de planificación del sistema operativo. En un sistema en tiempo real resulta esencial permitir al usuario un control preciso sobre la prioridad de las tareas. El usuario debe poder distinguir entre tareas rígidas y flexibles y especificar prioridades relativas dentro de cada clase<sup>4</sup>.

Los otros componentes que por su importancia queremos mencionar son:

*Sensores:* permiten a los robots precisión en la tarea que desarrollan, los sensores internos proveen información relacionada con su estado (posición de las articulaciones por ejemplo) mientras que la información que se refiere a su entorno es provista por los sensores externos.

*Actuadores:* las órdenes dadas por la unidad de control respecto a los movimientos de los elementos del robot, se generan gracias a los actuadores.

**Pirámide de Automatización Industrial (PAI):** Se llama PAI a la representación gráfica que relaciona cada uno de los componentes mencionados y las tecnologías aplicadas en la Automatización Industrial.



Representación de la PAI

Pero la mejora en los sistemas de control de los procesos productivos no se detuvo ahí, más tarde se incorporó el control por la visualización, abarcando con el

<sup>3</sup> **Ladder:** también denominado lenguaje de contactos o en escalera, es un lenguaje de programación gráfico basado en los esquemas eléctricos de control clásicos, muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

<sup>4</sup> Aportes del Ing. José Rapallini Profesor titular de la Cátedra Aplicaciones en Tiempo Real - Universidad Tecnológica Nacional -Facultad Regional La Plata -

desde los más simples (comportamiento de una válvula) hasta los que demandaban mayor complejidad (comportamiento íntegro de un proceso productivo). A este tema por considerarlo se suma importancia lo retomaremos cuando describamos y analicemos el Sistema Scada.

### **3.3 Programación de Robots**

Programar un robot es indicar la secuencia de operaciones (moverse a puntos preestablecidos, abrir o cerrar la pinza, esperar, etc.) que debe realizar el robot en modo automático. Por medio de programas realizados con un determinado lenguaje, gobernamos el funcionamiento de un robot. Los programas deben adaptarse a las tareas a realizar, ser eficientes, estructurados, entendibles y fáciles de aplicar y modificar.

#### **Clasificación de los métodos de programación de Robots**

En función del sistema empleado para indicarle al robots la secuencia de operaciones que debe realizar, hay dos métodos de programación por guiado también llamada gestual o por aprendizaje y programación textual

**Programación por guiado:** En la programación por guiado o aprendizaje el programador mueve el brazo del robot a lo largo de la trayectoria deseada y graba los puntos y configuraciones en el controlador del robot. Este sistema es el que más se empleó en los primeros tiempos de la robótica pero genera problemas para realizar programas complejos y no es compatible con ayudas a la programación como el CAM/CAD.

**Programación Textual:** En la programación textual, mediante un lenguaje de alto nivel se edita off-line (mediante un editor de programas) una serie de instrucciones que indican las acciones que debe realizar el robot, el control calcula las trayectorias que deben seguir el brazo o la herramienta, en función de la coordenada de los puntos programados. Atendiendo al nivel de abstracción del lenguaje, tenemos tres niveles: nivel de tarea, nivel de objeto y nivel de robots.

**Nivel de tarea u objetivo:** El programa se reduce a una única expresión que especifica lo que debe hacer el robot pero sin decir como, colocar la pieza A en el almacén B.

**Nivel de objeto:** Además de la tarea se le dice como hacerla, por ejemplo: tomar la pieza A y dejarla en la posición C, tomar la pieza A por el extremo A1 y dejarla en el primer lugar libre del almacén B.

**Nivel de Robot;** Es necesario especificar todos los movimientos elementales que debe realizar el robot, así como: velocidad, tiempos, accionamiento de herramientas, etc.

Actualmente los lenguajes de nivel objeto y tarea están en fase de investigación y desarrollo. La forma habitual de programa se basa en una combinación de la programación textual con la de guiado. Por otra parte, empleando lenguajes de nivel robot, se edita off-line las instrucciones que necesita el robot para efectuar la secuencia de movimientos y otras acciones de la tarea a realizar. Por otra parte, guiando al robot on-line, se memoriza los puntos en el espacio necesarios, asignándolos a variables utilizadas en la programación.

## Lenguajes de Programación de Robot:

No hay un lenguaje normalizado de programación, Los fabricantes principales tienen sus propios lenguajes, sobre los que van haciendo nuevas versiones. Lo bueno es que la mayoría de éstos tienen algunas instrucciones parecidas porque se derivan de lenguajes como el Pascal.

Además de las instrucciones típicas de gestión de discos, archivos y edición de programas tiene algunas del tipo, goto, if.Then.Else, For.to.Step.End y otras más específicas de robótica como: Move, Moves, MoveI, MoveC, Speed, Open, Signal, Drive, ect. Se tiende a la estandarización pero por ahora se usan varios como: el RAPID de ABB, VAL II y VAL III de UNIMATION, V+ de ADEPT.

### Ejemplo de programación con V+

Se trata de un trabajo y programa sencillo. En un punto de la Célula de Fabricación Flexible, un robot que lleva en la mano un sistema de marcaje y una pinza hace una marca en forma de L (puntos m, m1 y m2) y después toma una pieza de un almacén y la coloca en un asiento (otra pieza). La comunicación con el entorno se realiza a través de E/S (entradas/salidas). Salidas del PLC (computadora), activan entradas del robot y salidas del robot activan entradas del PLC. Con los puntos m, m1 y m2, pieza, asiento y espera programados por guiado y el siguiente programa textual, el robot realiza cíclicamente la tarea descrita.

El texto que va a partir del punto y coma, no produce efecto alguno, es solamente información que poner el programador si lo cree conveniente.

```
PROGRAM ejemplo1()
WAIT SIG(1001) ;espera a la señal de comienzo de ciclo.
APPRO m, 10 ;aproxímate a 10 mm del punto de inicio de marcado.
MOVES m ;muévete en línea recta al punto de inicio de marcado.
BREAK ;espera a alcanzar la posición m para comenzar la
siguiente
instrucción.
SIGNAL 1 ;activa el sistema de marcado.
SPEED 5 ALWAYS ;trabaja a velocidad 5 sobre 100 de la de
monitor.
BREAK
MOVES m1 ;comienza el marcado en línea recta.
BREAK
MOVES m2
BREAK
SIGNAL -1 ;desactiva el sistema de marcado.
DEPARTS 20 ;aléjate 20 mm en línea recta del punto m2.
CALL coger();llama a un subprograma con instrucciones para coger
una
pieza.
CALL dejar();llama a un subprograma con instrucciones para dejar
una
pieza.
BREAK
SIGNAL 2 ;activa la señal de fin de trabajo.
DELAY 0.5 ;espera 0.5 segundos aproximadamente.
MOVE #espera ;muévete al punto de espera hasta el siguiente
ciclo.
SIGNAL -2
.END
```

```

.PROGRAM coger()
OPENI
SPEED 100
APPRO pieza, 40
SPEED 5
MOVES pieza
CLOSEI ;cierra la pinza y
sigue cuando la hayas cerrado.
DEPARTS 60
RETURN
.END

```

```

.PROGRAM dejar()
SPEED 100
APPRO asiento, 40
SPEED 5
MOVES asiento
BREAK
OPENI ;abre la pinza y sigue
cuando la hayas abierto.
DELAY 0.5
DEPARTS 60
RETURN
.END

```

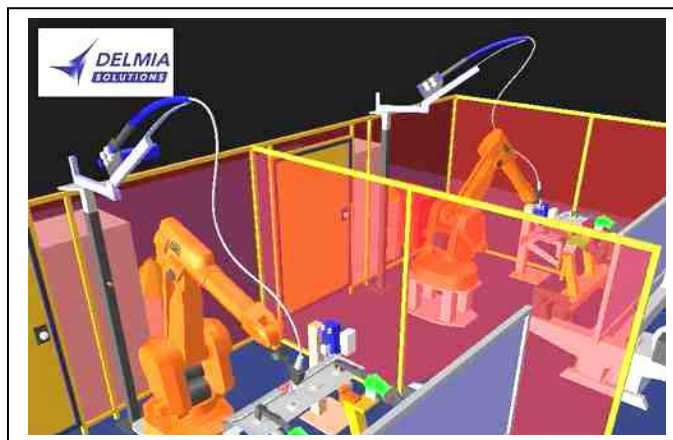
### Simulación Virtual o progresión off-line:

La simulación virtual de instalaciones robotizadas, más que una tendencia es una realidad que se está imponiendo debido a las ventajas que supone el comprobar el funcionamiento de una instalación antes de su construcción real. Hay varios programas comerciales para realizar el diseño y la simulación entre los que permiten simular el comportamiento de cualquier modelo de robot como por ejemplo el V\_isual de Staubli. Para realizar una simulación de una instalación de este tipo, primero se diseña en 3D con programas específicos o generales de CAD. En esta fase además del dibujo tridimensional de las instalaciones (modelado de entorno) se definen las características cinemáticas y dinámicas de los robots y de otros elementos móviles de la instalación.

En la segunda fase se determinan las trayectorias, movimientos, velocidades y secuencias.

En la tercera se realiza la simulación con todos los movimientos, en esta etapa se comprueban las posibilidades de instalación, se corrigen errores, se detectan las interferencias y se optimiza el diseño y los tiempos de ciclo.

Estos paquetes de simulación pueden generar el programa del robot en un lenguaje neutro, por lo tanto una vez que se ha optimizado el sistema virtual y se ha comprobado su correcto funcionamiento, se genera el programa off-line y por medio programas interpretes se puede convertir al lenguaje de los robots que van a utilizar. Como puede haber diferencias geométricas entre la realidad y el programa generado, será preciso realizar algunos ajustes y calibración del robot, para producir las compensaciones necesarias de tal modo que coincidan las posiciones teóricas con las reales.



### 3.4 Sistema de información en los procesos robotizados

**Sistema SCADA** (*Supervisory Control And Data Acquisition o Control con Supervisión y Adquisición de Datos*): Es un sistema que **permite supervisar y controlar variables** de proceso **a distancia**, **proporcionando comunicación** entre los **dispositivos de campo** (PLC) y los **niveles superiores** (nivel de gestión), controlando el proceso de forma automática por medio de un software especializado. Técnicamente aparece un sistema a controlar y un sistema que controla.

Ahora bien, si el control es en forma remota deberíamos hacer mención al concepto de telemetría (tele medida o medida a distancia), es la transmisión a distancia de información sobre algún tipo de magnitud.

¿Qué se busca con la implementación de un Sistema Scada?

**Economía:** supervisión desde un monitor y no recorriendo la fábrica

**Accesibilidad:** desde cualquier lugar, cualquier día, a cualquier hora, con un simple “click” se logra el acceso en tiempo real. Permitiendo una relación continua y constante entre el proceso y el operador.

**Ergonomía:** estudio de datos referidos a problemas que involucran hombre-máquina. En nuestro caso el estudio es de datos tecnológicos.

**Flexibilidad:** permite al usuario incorporar o eliminar en cualquier momento salidas informativas.

**Mantenimiento:** al tener acceso a un sinnúmero de sucesos o eventos referidos a los distintos procesos, se pueden mejorar las distintas tareas que hacen al mantenimiento de la planta. Especialmente en lo que respecta al mantenimiento preventivo.

**Gestión:** a partir de las bases de datos generadas, se pueden definir las salidas informativas que serán útiles para la evaluación del desempeño y la posterior toma de decisiones. Como consideramos que este es el gran aporte del los sistemas Scada a nuestra disciplina, dedicaremos un capítulo especial al mismo.

Resulta importante mencionar algunas de las prestaciones que según Aquilino Rodríguez Penín<sup>5</sup> son brindadas por los sistemas en cuestión, aclarando que sólo haremos mención a las que consideramos vitales para la comprensión del presente trabajo. A saber:

✓ **Monitorización:** en tiempo real se pueden obtener ciertos datos o parámetros de un objeto a controlar o de cualquier hecho acaecido a cientos o miles de kilómetros. A modo de ejemplo, se podría mencionar, desde ya, la actividad o desempeño que desarrollan cada uno de los manipuladores. Pero también quizás podemos tener el seguimiento de una simple máquina, el estado actual de un pozo de petróleo, el lugar y desplazamiento de las distintas unidades de una empresa de transporte urbano de pasajeros, el comportamiento de las unidades de un parque eólico o cualquier otro ejemplo que se le ocurra al lector.

---

<sup>5</sup> Aquilino Rodríguez Penín - – Sistemas SCADA-Guía Práctica – Editorial Marcombo

Algunas de las variables que pueden ser críticas y susceptibles de ser medibles en los procesos serían: tiempo, temperatura, velocidad o relieve.

✓ Adquisición y almacenamiento de datos: implica obtener (para conservar y gestionar) cada una de las acciones llevadas a cabo en los procesos en observación.

✓ Grabación de acciones: contener cada una de las acciones que se deberán llevar a cabo en los procesos, decirle a cada robot lo que debe hacer, identificando en cada caso cualquiera de las recetas almacenadas. Esto es posible gracias a la posibilidad de realización de cálculos aritméticos de compleja resolución.

✓ Supervisión: justamente a partir del monitoreo, se obtienen los datos de los procesos y el sistema pasa a ser una herramienta de gestión para la toma de decisiones.

✓ Control: implica en este caso ejercer el mando los procesos, tener a cargo la responsabilidad de desarrollar en forma eficaz y eficiente los mismos. Llegado el caso determinar cambios en los valores preestablecidos de las variables críticas identificadas en los procesos.

### **Usuarios:**

Como cualquier sistema de información el Scada genera (y provee) distinto tipo y calidad de información para los distintos usuarios, a saber:

- A nivel de proceso: **se ejerce el control<sup>6</sup>** del mismo desde una oficina central, se comprueba que el flujo de producción marche por los carriles normales. Se focaliza el control en los indicadores que presenten ciertas anormalidades. En estos casos el sistema dispara alarmas e informes que permite monitorear el mismo por sector, célula o robot. Ej. En una planta de producción automotriz radicada en nuestro país, sólo en el sector carrocerías, se han definido en el Scada utilizado en la actualidad unos 5.000 puntos de control que detectan eventos. Estos se clasifican posteriormente en: Avisos, Fallas, Demoras o Paradas.

- En los niveles superiores de la organización: **se ejercer la supervisión<sup>7</sup>** del proceso, monitoreándolo en forma continua. El acceso es remoto, distante del lugar donde ocurren los hechos, pero en tiempo real. Es la génesis del sistema, función que concibe su creación. Esto es de suma utilidad tanto para el control como para la toma de decisiones. Permite la generación de informes ad hoc a los que haremos mención más adelante. Ej. El Scada instalado en una planta de producción automotriz de nuestro país es supervisado desde sus oficinas administrativas, pero también la supervisión se realiza desde Centroamérica e involucra a todas las plantas de producción que posee la empresa en Sudamérica.

---

<sup>6</sup> Según la Real Academia Española control: 1.m. Comprobación, inspección, fiscalización, intervención. 2. regulación, manual o automática, sobre un sistema.

<sup>7</sup> Según la Real Academia Española supervisar: 1.m. Ejercer la inspección superior en trabajos realizados por otros.

### **3.5 Aportes al sistema de información**

Hasta aquí podrá notar el lector que hemos definido los conceptos elementales que hacen a la robótica, que hemos incursionado en la tecnología utilizada en los procesos robotizados y que nos referimos también al denominado sistema Scada, describiendo su funcionamiento, sus bondades y alguna que otra de sus particularidades.

Es entonces que a partir de ahora estamos en condiciones de incursionar en el tema que a los lectores vinculados a las Ciencias Económicas seguramente resultará más interesante y es justamente el que da mención al título del presente trabajo. El hecho de ser docentes implica compartir en “nuestras” aulas no sólo los conceptos elementales de cada temática, sino también intentar acercar a ellas lo innovador respecto a las aplicaciones más reciente en las industrias referido a nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (NTIC) y para llegar a determinar sus aportes o influencias en los Sistemas de Información.

Cuando hablamos de control, claramente se está haciendo referencia el denominado Sistema de Procesamiento de Operaciones, ya que por medio de él se refleja la performance alcanzada en cada una de las funciones primarias de cada organización (en nuestro caso la función de producción). Cuando recurrimos al significado de la palabra Supervisión y encontramos que debemos hacer mención a “Ejercer la inspección superior en trabajos realizados por otros”. Nos damos cuenta que en este caso los usuarios del un sistema Scada serán aquellos que necesitan información más sintética y necesaria para toma de decisiones, que tendrán un impacto en un horizonte de tiempo de mayor alcance y es por ellos que se lo vincula al Sistema de Información Gerencial.

#### **Aportes al Sistema de procesamiento de las operaciones (SPO):**

La función del Scada en el SPO es la de control de los procesos por medio del monitoreo en tiempo real, obteniendo de esta manera datos que permitirán generar salidas informativa como las que mencionamos a continuación:

- Estado de funcionamiento de las máquinas
- Velocidad instantánea
- Velocidad media
- Cantidad Producida
- Tiempo de Producción
- Tiempo de Eventos
- Motivos de Eventos

#### **Aportes al Sistema de información gerencial (SIG):**

En este caso la función del Scada en el SIG es la de proveer salidas informativas que sean útiles para la evaluación de los proceso, algunos ejemplos que podemos mencionar como salidas predeterminadas serían:

- Información real del estado de funcionamiento de las máquinas
- Identificación de los empleados que trabajen en la máquinas
- Eventos y sucesos por máquina
- Visualización de las velocidades por máquina en tiempo real
- Consulta del histórico de velocidades
- Registro de paradas automáticas y sus motivos



- Tiempos reales de producción
- Tasas de ocupación y ociosidad
- Analizar tiempos productivos vs improductivos
- Rendimientos por máquina.

Cada uno de los informes mencionados a nivel SPO y SIP, podrán contar con las siguientes aperturas:

Temporalidad: históricos y predeterminados

Frecuencias: mensuales, semanales, diarios y por turno de trabajo.

Sector: de planta de producción, de línea de producción, de célula de trabajo y de robot.

Permitiendo de esta forma (vía bases de datos relacionales) combinaciones prácticamente ilimitadas, que posibilitarían un sinnúmero de informes que dejamos como inquietud al lector con la sola intención de fomentar la creatividad durante la lectura del mismo.

Por último queremos mencionar que si bien en sus orígenes se tuvo muy en claro que los principales motivos que incentivaron la automatización de los procesos productivos fueron:

- el intento por reducir la mano de obra directa
- buscar simplificar el trabajo
- una mejora en la calidad de lo producido
- el perseverante intento de incrementar la productividad
- disminuir los riesgos personales.

Más tarde el objetivo de la automatización industrial fue la integración total de los sistemas de información empresariales. Hoy los sistemas SCADA son sólo una parte de los sistemas que se comercializan, siendo totalmente complementarios y compatibles con los sistemas denominados CAD, CAM y ERP.

Un *Sistema CAD (Diseño Asistido por Computadora)*: ordena y procesa información referida a un objeto material, en nuestro caso los productos. Incluye todas y cada una de las especificaciones de los mismos. Como el diseño puede ser sometido a pruebas físicas permite obviar los prototipos, con la correspondiente disminución de costos. Generalmente se generan modelos en 3D.

El CAD se materializa en la aplicación de los Sistemas CAM (Manufactura Asistida por Computadora): en los cuales se planifica y administra la producción, desagregándola en cada uno de los procesos. En algunos textos se los suele denominar como CIM (Computer Integrated Manufacturing)<sup>8</sup> o en también MES (Manufacturing Execution System)<sup>9</sup>.

Tanto la gestión en el Diseño (CAD), como la gestión en la Manufactura (CAM), la gestión en cada uno los macro y micro procesos productivos (SCADA), como el resto del comportamiento de toda la organización se verán plasmados en los Sistemas de planificación de los recursos Empresariales (ERP).

---

<sup>8</sup> Sistemas de Información Gerencial – Juan Carlos Briano, Claudio Felipe Freijedo y otros  
Editorial Pearson - 2011

<sup>9</sup> Idem Ref. Número 4

#### **4. CONCLUSIONES**

A modo de conclusión solo queremos plantear algunas ideas:

El trabajo interdisciplinario aporta a los participantes no solo mayores conocimientos, sino también una visión más amplia y superadora de los problemas actuales.

La automatización industrial no detiene su progreso, por el contrario en base a continuos desarrollos ofrece día a día mejores prestaciones. Estos llegan desde la Ingeniería electrónica, mecánica e informática.

Inevitablemente los sistemas de información se readecuan a las realidades imperantes, brindando también nuevas prestaciones que hasta hace solo unos años eran inimaginables. El sistema Scada al cual hemos hecho referencia es un ejemplo de ello.

Hemos leído por ahí, que la mejor máquina es la que dice todo lo que ocurre, es el paciente ideal. Determinar con precisión la capacidad instalada, la utilizada, los tiempos de producción, los Eventos o los tiempos de mantenimientos, por citarlos como ejemplo, han dejado de ser una tarea que demanda importantes esfuerzos gracias a los aportes de la tecnología utilizada a los distintos sistemas de información.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**John J. Craig** - Robótica - Editorial Pearson - 2006

**Mikell Groover, Mitchell Weiss, Roger Nagel y Nicholas Odrey** - Robótica Industrial - Editorial Mc Graw - Hill - 2006

**Antonio Barrientos** - Fundamentos de robótica - Editorial Mc Graw - Hill - 1999

**Howars Bowen y Garth Mágnun** - Automatización y crecimiento económico - Editorial Troquel - 1973

**Aquilino Rodríguez Penín** – Sistemas SCADA-Guía Práctica – Editorial Marcombo

**Fernando Szklanny y Horacio Martinez del Pezzo** - Introducción a los microprocesadores - Editorial Arbó - 1984

**Federación Internacional de Robótica** - Publicaciones varias - <http://www.ifr.org/>

**Programa Automatismos** - Capitulo tres: Automatismos Industriales - Canal encuentro - [www.encuentro.gov.ar](http://www.encuentro.gov.ar)