



## **SIMULACIÓN EN TIEMPO REAL DE UNA ESTACION DE TRABAJO INDUSTRIAL ROBOTIZADA.**

Mora Sánchez José Antonio, López Flores Miguel Eduardo, Bustillo Díaz Mario

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

14 sur y Av. San Claudio

Tel: (01) (222) 229-55-00 ext 6405

Puebla, Puebla

e-mail: [jamstertwo@hotmail.com](mailto:jamstertwo@hotmail.com)

e-mail: [edlopez@mail.cs.buap.mx](mailto:edlopez@mail.cs.buap.mx)

e-mail: [bustillo@cs.buap.mx](mailto:bustillo@cs.buap.mx)

### **RESUMEN**

Bajo presión de la producción de nuevos modelos automotrices en menos tiempo y con una mayor calidad los diseñadores de estaciones de trabajo industrial recurren a nuevas técnicas de desarrollo como la simulación en tiempo real. La validación de los diseños de las instalaciones robotizadas antes de su implantación física nos proporcionan un gran ahorro de tiempo y dinero.

En este trabajo se utilizan técnicas que constituyen los últimos avances en la programación robótica, proporcionando grandes ventajas, como la reducción del tiempo en la instalación, mayor seguridad de los operarios y la generación de programas para el robot (rutinas de movimiento de proceso específico), permitiendo optimizar y minimizar los tiempos de ciclo de tareas, se utilizan herramientas de diseño y simulación.

Las herramientas que se utilizan son complementadas con bibliotecas de modelos de robot para la simulación de la célula robótica, se emplea el software ABB robotics [1], el cual cuenta con los aditamentos necesarios para la simulación de una estación de trabajo.

RobotStudio nos permite realizar la simulación del robot en el ciclo de trabajo que desempeñara en la realidad, así como la solución de problemas que se puedan encontrar en su implementación, lo cual dará una idea cercano a lo real en cuanto a la distribución física de la estación y como se dará la interacción entre los dispositivos electromecánicos.

### **INTRODUCCION**

El desarrollo de las herramientas CAD (Computer Aided Design) ha influido decisivamente en el desarrollo de herramientas de simulación facilitando así

los estudios previos a la instalación: selección de robot, distribución de máquinas, depuración de trayectorias, etc.

Entre los principales procesos industriales encontramos el de soldadura por arco que es muy conocido en la industria automotriz es por ello que se plantea la simulación de un proceso como este, Un proceso complejo y peligroso, basándose en la simulación reducimos los riesgos de implementación y pérdida de tiempo. El proceso solo es un ejemplo de la infinidad de procesos industriales que se pueden simular.

La herramienta de RobotStudio Lite es la herramienta de simulación que nos ayudara a alcanzar nuestros objetivos. RobotStudio es un simulador en 3D para programación fuera de línea (off – line) para robots ABB. En RobotStudio uno puede crear programas en lenguaje RAPID, modificar los existentes y simular al robot en graficas 3D, es una replica digital del robot.

Como primer objetivo la programación de rutinas de movimiento del robot, rutinas que se han realizado en lenguaje Rapid, lenguaje de uso específico para el robot que utilizamos (ABB IRB 1400 S4), gracias a RobotStudio realizaremos la programación directamente, es decir una simulación virtual de las rutinas de movimiento del robot

El siguiente punto es la distribución física de cada uno de los componentes electromecánicos que interactuaran con el robot, para este punto es de gran ayuda el ambiente grafico de RobotStudio donde realizaremos la distribución física de una forma virtual del equipo para prevenir colisiones y aprovechar espacios de trabajo.



Todo esto nos lleva como consecuencia a una mejor productividad, mejoría de la calidad, conocimiento del equipo para un mejor mantenimiento (preventivo y correctivo) y mejor seguridad industrial (operador – estación de trabajo ).

## SIMULACIÓN EN TIEMPO REAL

Ocuparemos la simulación robotizada para poder evaluar de forma rápida y eficiente las diferentes alternativas en cuanto al robot así como de su disposición física de todo el sistema (robotStudio). Utilizando la interacción gráfica se podrá analizar si la programación del robot se adapta a la tarea programada, detectando posibles colisiones y verificando el alcance. Un simulador de sistemas permite dimensionar adecuadamente la célula, informando sobre su productividad y rendimiento, asimismo permite ensayar diferentes estrategias de control de la célula para optimizar su rendimiento.

La simulación en tiempo real de nuestra estación de trabajo la trataremos en 2 partes o módulos, simulación del robot en relación con dispositivos externos que interactúan en el proceso de producción (estación de trabajo) y programación del robot para rutinas de movimiento.

Para el desarrollo de dicho sistema de simulación nos basaremos en criterios de implementación de una estación de trabajo industrial robotizada.

### 1. Características para la selección de un robot.

Para robotizar una célula de trabajo es necesario plantearnos la pregunta cual cumple con las características necesarias para el proceso industrial deseado ya que como sabemos existen infinidad de aplicaciones industriales robotizadas. En nuestro caso el de *soldadura por arco*, así que buscaremos nuestro robot siguiendo los siguientes puntos.

- Area de trabajo.

El área de trabajo o campo de acción es el volumen especial al que puede llegar el extremo del robot. Este volumen esta determinado por el tamaño, forma y tipo de eslabones que integran al robot así, como de las limitaciones de movimiento impuestas por el control.

- Grados de libertad.



El número de grados de libertad con que cuenta un robot (GDL) determina la accesibilidad de este y su capacidad para orientar su herramienta terminal.

- Precisión, repetibilidad y resolución.

Las ventajas del robot con otros mecanismos es basado aparte de la flexibilidad y velocidad, en bajo error de posicionamiento (exactitud).

- Sistema de control.

La potencia de la unidad de control del robot determina en gran medida sus posibilidades de trabajo. Las características del control del robot hacen referencia a la cinemática, dinámica y programación.

Para muchas aplicaciones es suficiente un control de movimiento punto a punto (PTP) en donde solo es relevante el punto final a alcanzar por el robot y no el camino seguido, existen otras trayectorias como la continua (CP), utilizada en operaciones de soldadura por arco[2].

El proceso de elección de elementos operativos en nuestra estación de trabajo viene definido prácticamente por su operabilidad y desempeño dentro del proceso, por lo que es necesario hacer un minucioso análisis en cuanto al equipo que se utilizara, ejemplo de estos elementos se encuentra: Equipo eléctrico, electrónico y mecánico, de uso específico como procesadores de soldadura, herramienta del robot (gripper), motores, sensores, tarjetas electrónicas de control entre otros no menos importantes. En la Figura 1 se muestra el robot industrial con el que trabajaremos.

Fig. 1 Robot manipulador marca ABB.

### 2. Características del sistema de control de la célula de trabajo.



Una vez establecidos los elementos operativos el segundo factor crítico es el sistema de control. Entre las tareas que deberá realizar el sistema de control se encuentran:

- Control individual
- Interfaz con el usuario.
- Detección de fallas.

Actualmente la mejor opción en la industrial es el uso de autómatas programables (PLC), estos nos brindan seguridad y una gran cantidad de soluciones para el control además de que nos permiten interactuar con el robot de una forma casi transparente e inmediata agilizando el proceso y llevándolo a un alto porcentaje de eficiencia.

### 3. Disposición del robot en la estación de trabajo.

El primer punto que deberemos tomar en cuenta en nuestra simulación es donde situar nuestro robot dentro de la célula de trabajo. Existen dos disposiciones entre ellas se encuentra:

- Robot en centro de la célula.
- En línea.

Ahora, teniendo ya designados los elementos que formaran parte de la célula industrial que sin duda engloban una gran cantidad de dispositivos eléctricos y mecánicos nos daremos a la tarea de realizar el diseño eléctrico – mecánico, de comunicación y conexión entre dispositivos para su control, automatización y simulación del proceso.

A continuación se muestra como será la comunicación entre componentes por medio de señales de una forma muy general (Fig. 2).

Fig. 2 Comunicación entre componentes (señales).

Enseguida daremos una referencia sobre el lenguaje que ocuparemos para la programación del robot IRB 1400 ya que la programación de rutinas de movimiento es parte importante en el proceso de simulación.

El programa consiste de un conjunto de instrucciones y de datos programados con el lenguaje de programación RAPID, que controla al robot y al equipo periférico de una forma específica. Un programa suele constar de tres partes diferentes:

- Rutina principal (main).
- Varias rutinas.
- Los datos del programa.

Además de ello, la memoria del programa contiene los módulos del sistema (Fig. 3)

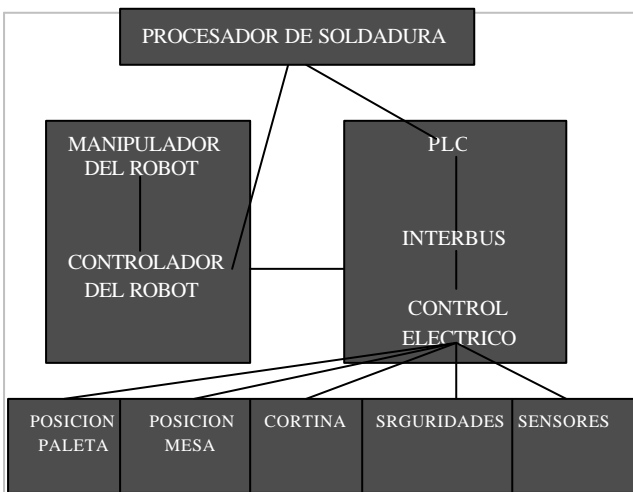


Fig. 3 Organización del programa de aplicación (RAPID).

La rutina principal (main) es la rutina en cual la ejecución del programa arranca. Las subrutinas sirven para dividir el programa en partes más pequeñas a fin de obtener un programa modular que sea de fácil lectura. Son llamadas desde la rutina principal o desde cualquier otra rutina. Cuando alguna de estas ha sido ejecutada completamente, la ejecución del programa continua con la siguiente instrucción de la rutina que llama, es decir, una rutina se describe como un grupo de instrucciones que realizan una tarea específica, como por ejemplo, la soldadura de una pieza o manipulación de la misma.

Los Datos sirven para definir posiciones, los valores numéricos (registros, contadores) y los sistemas de coordenadas, etc. Los datos podrán ser modificados



manualmente, aunque también pueden ser cambiados por el programa, por ejemplo, para volver a definir una posición o para actualizar un contador.

Una instrucción sirve para definir una acción específica que debe ocurrir cuando se ejecuta la instrucción; por ejemplo, mover el robot, activar una salida, cambiar los datos o realizar un salto adentro del programa. Durante la ejecución del programa, las instrucciones se ejecutan una a una y siguiendo el orden en que han sido programadas.

Los módulos del sistema son programas que siempre están presentes en la memoria. Las rutinas y los datos relacionados más con la instalación que con el programa, como por ejemplo, las herramientas y las rutinas de servicio, suelen estar almacenados en los módulos del sistema.

La rutina principal del programa se encuentra en uno de los módulos (el módulo que lleva el mismo nombre del programa). La programación del robot implica la selección de una serie de instrucciones y argumentos a partir de unas listas que ofrecen las alternativas adecuadas. El entorno de programación podrá ser personalizado con facilidad, de acuerdo con los requisitos del usuario, mediante la utilización de la unidad de programación. Los programas, partes de programas, así como cualquier modificación podrá ser comprobados inmediatamente sin necesidad de tener que compilar el programa.

La simulación en tiempo real la podremos llevar a cabo a continuación ya que contamos con los programas y elementos necesarios de la estación de trabajo y es ahora donde la herramienta CAD RobotStudio nos ayudará a probar nuestro programa virtualmente con el fin de simular los movimientos que ya han sido programados (Robot Viewer). El programa es cargado al simulador y ejecutado con el programador virtual (Teach Pendant). Las señales de entrada y salida así como las de control de equipo externo con la herramienta (I/O simulador) de esta forma simulamos los programas del robot (Fig.4).

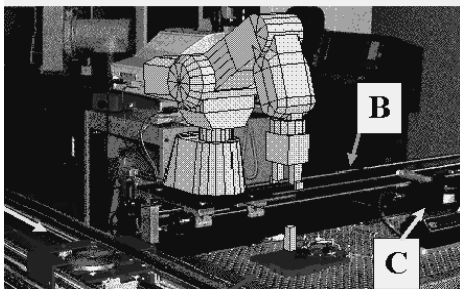


Fig. 4 Estación de trabajo industrial.

Por último nos queda diseñar el entorno del robot (Estación de trabajo) con RobotStudio.

Actualmente el software de simulación es la clave para la optimización del diseño: el modelo de la instalación comienza a funcionar virtualmente en el ordenador, de esta manera, el diseñador puede analizar gráficamente:

- Alcance de los robots.
- Factibilidad de la instalación
- Accesibilidad de las herramientas.
- Colisiones con los mecanismos de la instalación.
- Tiempos de ciclo.
- Geometría de los utillajes.
- Distribución de las operaciones en células multirrobots.

## CONCLUSIONES.

Realmente estos sistemas se ubican entre la fase de diseño de las instalaciones y la fase de producción, dándoseles el nombre de IPAO (Ingeniería de Procesos Asistida por Ordenador).

A través de la simulación se pretende eliminar al máximo tanto el tiempo de diseño previo a la instalación como también el de puesta a punto de la misma, llegando incluso a eliminar la necesidad de programar al robot en la línea. Las principales ventajas que aporta la simulación en tiempo real :

- La reducción de costes.
- El aumento de la productividad.
- La mejora de la calidad en la producción.
- La eliminación de condiciones peligrosas de trabajo o mejora de las mismas

La simulación es una herramienta hoy en día que toma cada vez mas fuerza convirtiéndose en la mejor opción de desarrollo de procesos de producción industrial.

## REFERENCIAS



[1] ABB Robotics, *Robot Studio Lite S-4: Tutorial*,  
[2] M. Concepción Bermúdez Edo, Miguel A. Fernández  
Cunca, Obtención automática de las ecuaciones de la  
robótica. Aplicación a los robots industriales 1998



[3] Fu K.S, Gonzalez, *Robotica: control, detección,  
visión e inteligencia*. (Mc. Graw-hill, 1988).