

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Departamento de Ingeniería Industrial

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
LABORATORIO DE ROBÓTICA VIRTUAL Y
PRESENCIAL**

The seal of the University of Sonora is a circular emblem. It features a central shield with a book, a lamp, and a banner that reads "TODO LO ILLUMINAN". Below the shield is a caduceus. The shield is surrounded by a wreath and the text "UNIVERSIDAD DE SONORA" at the top and "1942" at the bottom.

TESIS

para obtener el título de:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTA:

JULIO EDUARDO BUSTAMANTE ÁLVAREZ

Hermosillo, Sonora, México

Diciembre 2018

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

DEDICATORIA

Quiero dedicar primeramente a mis padres por darme todo el apoyo durante el transcurso de esta tesis y por todos los consejos que me dieron y llegar a ser lo que soy este día.

En segundo a mi director de tesis Dr. Rafael Castillo por toda la paciencia y apoyo que me tuvo durante el desarrollo de mi tesis.

También a toda mi familia y amigos que siempre estuvieron al pendiente de mi progreso en la universidad y que estuvo al pendiente de mi conclusión de la tesis.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerles a mis padres el haberme apoyado en todo momento y la paciencia que me tuvieron para que pudiera concluir con mis estudios y mi tesis.

A mi director por la paciencia que me tuvo y a pesar de eso el apoyo no solo con la tesis, si no con otros aspectos de mi vida.

A los maestros que fueron de mucho apoyo durante el desarrollo de mi tesis.

A mi amigo Franco Zamora porque él fue una de las personas que me ha hecho la persona que hoy soy.

A mi amigo y mentor Daniel Rivera por todo el apoyo, aprecio, y por todo lo que he aprendido de él, tanto de la vida como profesional.

A mis familiares y amigos.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	4
ÍNDICE.....	5
RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1.- MARCO TEÓRICO	8
1.1 ANTECEDENTES.....	8
1.2 Metodología de 5's	12
1.2.1 Seiri: clasificación y descarte.....	12
1.2.2 Seiton: Orden y organización.....	13
1.2.3 Seiso: Limpieza.....	14
1.2.4 Seiketsu: Orden y organización.....	15
1.2.5 Shitsuke: Disciplina.	16
1.3 Robótica y diversas aplicaciones.....	16
CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA DE TRABAJO.	22
2.1 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.	22
2.2. ESTABLECER CONVENIOS DE VINCULACIÓN CON LAS EMPRESAS	
LOCALES.....	29
CAPITULO 3.- PROBLEMÁTICA A RESOLVER	31
3.1.- OBJETIVOS.....	32
3.1.1 Objetivo general.....	32
3.1.2 Objetivo específico.....	32
CAPITULO 4.- DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO.....	33
4.1.- Vinculación con FORD	33
4.2. Acondicionamiento del área e instalación de los equipos.....	36
CONCLUSIONES	44
REFERENCIAS.....	50

RESUMEN

Diseño e implementación de un Laboratorio de Robótica virtual y presencial es una tesis que tiene por objetivo diseñar y implementar un laboratorio con el fin de apoyar a alumnos en la materia de Robótica y con herramientas prácticas (Controles, Software de programación y virtualización) y fomentar el aprendizaje en el manejo de Robot FANUC modelo 2000ia 210F y modelo 100ia que comúnmente son utilizados en industrias (de las más reconocidas en México) como FORD.

Se le dará importancia a la distribución física de los robots, a la instalación de la malla de seguridad, a los sistemas de control, al equipo necesario para impartir la clase: mesa-bancos, pintarrón, computadora y un cañón para la visualización del software que se utilizará. En donde se colocará la instalación de la malla de seguridad, ya que cuando se manejan mecanismos y dispositivos, se pueden poner en riesgo la vida de la persona que los opera y las que les da el mantenimiento, por lo que se debe tomar en cuenta la seguridad y más aún cuando las personas que los van a operar, serán los alumnos y los maestros. Se utilizará como herramienta las 5's: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke, ya que ésta no solo fomenta e implementa un proceso de trabajo adecuado, también a un sistema limpio y ordenado.

JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA:

En los planes de estudio de los programas de Ingeniería Mecatrónica desde el 2008 se tiene la asignatura de "Robótica" y no se contaba con equipo industrial, para que los estudiantes desarrollasen las competencias que el mercado laboral solicita, además si se implementa el laboratorio, se podría complementar la teoría ya sea mecanismos, movimientos programados, control, etc.; que se ve en clase, con la práctica académica e industrial: automatización, control remoto o directo. La manipulación de un robot industrial tiene su riesgo, tanto para el operador humano como para el mismo equipo y las instalaciones, ya que cada robot pesa una

tonelada, y un golpe de éste puede ser fatal y/o mortal para la persona que lo opera, y si no se sabe manejar adecuadamente y no se le apliquen los límites físicos y programados, puede dañar las instalaciones en la que ésta trabaje. Por lo que se planea que el primer contacto con la programación y control de un dispositivo de este tipo sea en un ambiente virtual evitando todo riesgo. Posterior de la etapa de aprendizaje de la programación del robot se procederá en un ambiente controlado y seguro (con malla de acero y puerta con interruptor de paro general de Robot, en caso de abrirla) la manipulación real del robot industrial.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo presentaremos diseño e implementación de un laboratorio virtual y presencial de un laboratorio de robótica para la carrera de Mecatrónica que cuenta con software para la programación virtual para futuras carreras que deseen utilizar el laboratorio. La mecatrónica es una disciplina que sirve para diseñar y desarrollar productos que involucren sistemas de control para el diseño de productos y/o procesos inteligentes. Entendiendo que la Mecatrónica abarca disciplinas muy amplias y complejas podemos decir que tiene muchos campos de aplicación. De hecho, la Mecatrónica pretende ser esa disciplina o Ingeniería en la que los productos se fabriquen teniendo en cuenta todas las ingenierías y no estando separadas como tradicionalmente.

Su punto fuerte es la versatilidad para crear mejores productos, procesos o sistemas. La Mecatrónica no es un concepto nuevo o una ingeniería nueva, si no, la síntesis de ciertas áreas de ingeniería. por lo tanto, un laboratorio convencional es lo más adecuado para esta carrera, ya que hace manejo de mecanismos, programación de movimiento y control de procesos mediante acciones fijas o dependientes de variables externas como uso de sensores para mover piezas o productos.

Por lo que también se verán otros laboratorios de otras universidades para conocer la dinámica y las ventajas de instalar un laboratorio presencial e informarse de los laboratorios virtuales, y complementarse con lo práctico.

CAPÍTULO 1.- MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES

En este apartado se verá la historia sobre la robótica, los laboratorios y la industria, definición, las aplicaciones y la aplicación de todo esto a un entorno virtual y educativo. También se verá historia sobre la automatización y de donde proviene el término “Robot”.

1.2.1.- Robótica y Automatización

La historia de la Robótica está ligada a la fabricación de dispositivos que tratasen de mimetizar las acciones del ser humano que requiriesen mucho esfuerzo para éste, tales como cargar cosas con peso excesivo para el humano, trasladar piezas y o maquinas a grandes o cortas distancias en poco tiempo, tomar piezas que requiriesen estar a altas temperaturas sin que la persona estuviese involucrada, soldar piezas de manera efectiva, entre otras cosas.

El ingeniero español Leonardo Torres Quevedo, fue el inventor de tan hoy llamado “mando a distancia”, un dispositivo muy importante en el campo de la automatización y la industria (no solo en la industria se maneja la automatización), éste ingeniero creo este dispositivo para poder mover su automóvil a distancia mediante telegrafía sin hilo. Entre otras de las cosas dirigidas a la automatización que también inventó está el primer ajedrecista automático, esto lo que hacía era simular a una persona jugando ajedrez analizando patrones y moviendo piezas. Además de que él fue el que fomento el término “automática” en relación con la automatización de tareas (normalmente asociadas).

A partir de la era de los griegos, se intentaba construir mecanismos que tuvieran movimiento sin fin que no fuera mecanizado ni inspeccionado de forma presencial (intervención de una persona).

Sistemas de control los cuales la variable de salida afectara la variable de entrada, también conocidas como sistemas con retroalimentación, fabricación de herramientas para usos específicos (como levantar objetos pesados o mover objetos de un lugar a otro), la división del trabajo en procesos menores que pudiesen realizar los obreros, entre otras cosas, fueron la causa de la aparición de la automatización en las fábricas en el siglo XVIII. A medida que avanzaba el tiempo, y la mejora de la tecnología con éste, se desarrollaban maquinas especializadas para facilitar los procesos, tales como maquinas que ponen tapones a las botellas, inyección de plástico para moldes neumáticos, etc. Sin embargo, ninguna de ellas realmente podía sustituir el movimiento de un brazo humano y no podía alcanzar objetos de distancias largas o colocarlos en un lugar.

En la década de 1890 el científico Nicola Tesla, inventor de varios dispositivos, entre ellos estaba vehículos controlados a distancia por radio. Tesla fue un visionario que escribió sobre mecanismos inteligentes tan capaces como los humanos. Sin embargo, Tesla nunca fue reconocido por estos inventos, ya que éstos eran muy avanzados para esa época y la gente no podía imaginar lo práctico que serían estos inventos.

Entre los siglos XVII y XVIII en Europa fueron construidos muñecos mecánicos que tenían características muy parecidas a la de los robots. Jacques de Vaucansos construyó varios músicos de tamaño humano, a pesar de ser “robots” para la música, Jacques creo estos “muñecos” para un solo propósito: La diversión. Una de las cosas que se piensa regularmente uno es que creemos que todos los grandes genios en el ámbito de la ingeniería, hacían grandes inventos por el propósito científico, pero hubo personas como Jacques que solo lo hacían por diversión o quizá como pasatiempo.

En 1805, Henri Maillardert diseño y construyó una muñeca mecánica con el propósito de hacerla que dibujara. Utilizando levas para el dispositivo en el proceso de escribir y dibujar.

Hubo otras invenciones mecánicas durante la revolución industrial, creadas por mentes de igual genio, muchas de las cuales estaban dirigidas al sector de la producción textil. Entre ellas se puede citar la hiladora giratoria de Hargreaves (1770), la hiladora mecánica de Crompton (1779), el telar mecánico de Cartwright (1785), el telar de Jacquard (1801), y otros. El desarrollo en la tecnología, donde se incluyen las poderosas computadoras electrónicas, los actuadores de control retroalimentados, transmisión de potencia a través de engranes, y la tecnología en sensores han contribuido a flexibilizar los mecanismos autómatas para desempeñar tareas dentro de la industria.

La historia de la automatización industrial está caracterizada por períodos de constantes innovaciones tecnológicas. Esto se debe a que las técnicas de automatización están muy ligadas a los sucesos económicos mundiales. El uso de robots industriales junto con los sistemas de diseño asistidos por computadora (CAD), y los sistemas de fabricación asistidos por computadora (CAM), se cargaban en el robot en automatización de los procesos de fabricación. Estas tecnologías conducen a la automatización industrial a otra transición, de alcances aún desconocidos. Aunque el crecimiento del mercado de la industria Robótica ha sido lento en comparación con los primeros años de la década de los 80's, de acuerdo a algunas predicciones, la industria de la robótica está en su infancia. Ya sea que éstas predicciones se realicen completamente, o no, es claro que la industria robótica, en una forma o en otra, permanecerá. En la actualidad el uso de los robots industriales está concentrado en operaciones muy simples, como tareas repetitivas que no requieren tanta precisión. En los 80's las tareas relativamente simples como las máquinas de inspección, transferencia de materiales, pintado automotriz, y soldadura son económicamente viables para ser robotizadas. Los análisis de mercado en cuanto a fabricación predicen que en ésta década y en las posteriores los robots industriales incrementarán su campo de aplicación, esto debido a los

avances tecnológicos en sensores, los cuales permitirán tareas más sofisticadas como el ensamble de materiales.

En un contexto industrial se puede definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos-eléctricos basados en computadoras para la operación y control de la producción. En consecuencia, la robótica es una forma de automatización industrial. Hay tres clases muy amplias de automatización industrial:

- La automatización fija se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.
- La automatización programable se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; esta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).
- Por su parte la automatización flexible es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas flexibles poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

De los tres tipos de automatización, la robótica coincide más estrechamente con la automatización programable. El control numérico (NC) se desarrolló para máquinas

herramienta a finales de los años 40 y principios de los 50's. Como su nombre lo indica, el control numérico implica el control de acciones de una máquina-herramienta por medio de números. Está basado en el trabajo original de Jhon Parsons, que concibió el empleo de tarjetas perforadas, que contienen datos de posiciones, para controlar los ejes de una máquina-herramienta.

1.2 Metodología de 5's

La metodología de las 5'S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

La metodología de las 5'S es de origen japonés, y se denomina de tal manera ya que la primera letra del nombre de cada una de sus etapas es la letra "S".

Esta metodología se compone de cinco principios fundamentales:

1. Seiri: Clasificación y descarte.
2. Seiton: Orden.
3. Seiso: Limpieza.
4. Seiketsu: Estandarización.
5. Shitsuke: Disciplina.

1.2.1 Seiri: clasificación y descarte.

Clasificar consiste en:

Para Poner en práctica la 1ra S debemos hacernos las siguientes preguntas:

1. ¿Qué debemos tirar?
2. ¿Qué debe ser guardado?
3. ¿Qué puede ser útil para otra persona u otro departamento?

4. ¿Qué deberíamos reparar?
5. ¿Qué debemos vender?

Identificar lo necesario de lo innecesario, sean herramientas, equipos, útiles o información como se muestra en la figura 1:

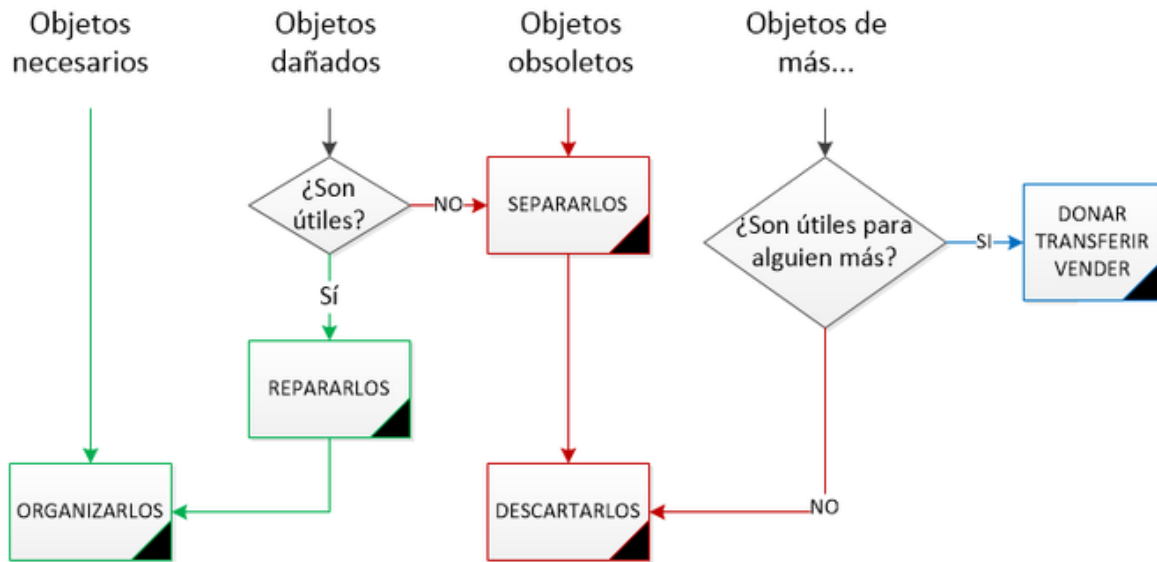


Figura 1.- Mapa esquemático de como clasificar.

1.2.2 Seiton: Orden y organización.

Tener lo que es necesario, en su justa cantidad, con la calidad requerida, y en el momento y lugar adecuado nos llevará a estas ventajas:

1. Menor necesidad de controles de stock y producción.
2. Facilita el transporte interno, el control de la producción y la ejecución del trabajo en el plazo previsto.
3. Menor tiempo de búsqueda de aquello que nos hace falta.
4. Evita la compra de materiales y componentes innecesarios y también de los daños a los materiales o productos almacenados.

5. Aumenta el retorno de capital.
6. Aumenta la productividad de las máquinas y personas.
7. Provoca una mayor racionalización del trabajo, menor cansancio físico y mental, y mejor ambiente.

Para tener claros los criterios de colocación de cada cosa en su lugar adecuado, responderemos las siguientes preguntas:

1. ¿Es posible reducir el stock de esta cosa?
2. ¿Esto es necesario que esté a mano?
3. ¿Todos llamaremos a esto con el mismo nombre?
4. ¿Cuál es el mejor lugar para cada cosa?

1.2.3 Seiso: Limpieza.

Es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona de su lugar de trabajo que deberá tener siempre limpia bajo su responsabilidad. No debe haber ninguna parte de la empresa sin asignar. Si las personas no asumen este compromiso la limpieza nunca será real.

Para conseguir que la limpieza sea un hábito tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Todos deben limpiar utensilios y herramientas al terminar de usarlas y antes de guardarlos
2. Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
3. No debe tirarse nada al suelo
4. No existe ninguna excepción cuando se trata de limpieza. El objetivo no es impresionar a las visitas sino tener el ambiente ideal para trabajar a gusto y obtener la Calidad Total

Analice por un momento su lugar de trabajo y responda las preguntas sobre Limpieza:

1. ¿Cree que realmente puede considerarse como “Limpio”?
2. ¿Cómo cree que podría mantenerlo Limpio siempre?
3. ¿Qué utensilios, tiempo o recursos necesitaría para ello?
4. ¿Qué cree que mejoraría el grado de Limpieza?

1.2.4 Seiketsu: Orden y organización.

Una técnica muy usada la gestión visual. Esta Técnica se ha mostrado como sumamente útil en el proceso de mejora continua. Se usa en la producción, calidad, seguridad y servicio al cliente.

Una variación mejor y más moderna es la gestión por colores. Ese mismo grupo en vez de tomar notas sobre la situación, coloca una serie de tarjetas, rojas en aquellas zonas que necesitan mejorar y verdes en zonas especialmente cuidadas.

Las ventajas:

1. Facilita la seguridad y el desempeño de los trabajadores.
2. Evita daños de salud del trabajador y del consumidor.
3. Mejora la imagen de la empresa interna y externamente.
4. Eleva el nivel de satisfacción y motivación del personal hacia el trabajo.

Recursos visibles:

1. Avisos de peligro, advertencias, limitaciones de velocidad, etc.
2. Informaciones e Instrucciones sobre equipamiento y máquinas.
3. Avisos de mantenimiento preventivo.
4. Recordatorios sobre requisitos de limpieza.
5. Aviso que ayuden a las personas a evitar errores en las operaciones de sus lugares de trabajo.
6. Instrucciones y procedimientos de trabajo.

Analice por un momento su lugar de trabajo y responda las preguntas sobre Higiene y visualización:

1. ¿Qué tipo de carteles, avisos, advertencias, procedimientos cree que faltan?
2. ¿Los que ya existen son adecuados? ¿Proporcionan seguridad e higiene?
3. En general ¿Calificaría su entorno de trabajo como motivador y confortable?
4. En caso negativo ¿Cómo podría colaborar para que si lo fuera?

1.2.5 Shitsuke: Disciplina.

Disciplina no significa que habrá unas personas pendientes de nosotros preparados para castigarnos cuando lo consideren oportuno. Disciplina quiere decir voluntad de hacer las cosas como se supone se deben hacer. Es el deseo de crear un entorno de trabajo en base de buenos hábitos.

Mediante el entrenamiento y la formación para todos y la puesta en práctica de estos conceptos, es como se consigue romper con los malos hábitos pasados y poner en práctica los buenos.

En suma, se trata de la mejora alcanzada con las 4 S anteriores se convierta en una rutina, en una práctica más de nuestros quehaceres. Es el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción.

1.3 Robótica y diversas aplicaciones

Un robot es una máquina controlada por ordenador y programada para moverse, manipular objetos y realizar trabajos a la vez que interacciona con su entorno. Su objetivo principal es el de sustituir al ser humano en tareas repetitivas, difíciles, desagradables e incluso peligrosas de una forma más segura, rápida y precisa. Algunas definiciones aceptadas son las siguientes:

"Dispositivo multifuncional reprogramable diseñado para manipular y/o transportar material a través de movimientos programados para la realización de tareas variadas." (*Robot Institute of America, 1979*).

"Dispositivo automático que realiza funciones normalmente adscritas a humanos o máquina con forma humana." (*Webster Dictionary*).

Esta última definición, sin embargo, no es la más acertada, ya que un robot no tiene por qué tener forma humana. Un lavavajillas es un robot, así como los satélites artificiales, el "tractor" lunar soviético *Lunakhod* o la sonda exploradora de la NASA *Mars Pathfinder*. Toda una refinería petrolífera controlada por computador también puede ser considerada un robot.

Los robots exhiben tres elementos claves según la definición adoptada:

- Programabilidad: lo que significa disponer de capacidades computacionales y de manipulación de símbolos (el robot es un computador).
- Capacidad mecánica: que lo capacita para realizar acciones en su entorno y no ser un mero procesador de datos (el robot es una máquina).
- Flexibilidad: puesto que el robot puede operar según un amplio rango de programas y manipular material de formas distintas.

Con todo, se puede considerar un robot como una máquina complementada con un computador o como un computador con dispositivos de entrada y salida sofisticados.

La idea más ampliamente aceptada de robot está asociada a la existencia de un dispositivo de control digital que, mediante la ejecución de un programa almacenado en memoria, va dirigiendo los movimientos de un brazo o sistema mecánico. El cambio de tarea a realizar se verifica ordenando el cambio de programa.

El término **Robótica** se refiere a la ciencia o arte relacionada con la inteligencia artificial (para razonar) y con la ingeniería mecánica (para realizar acciones físicas sugeridas por el razonamiento). Este término fue acuñado en 1942

por el bioquímico, escritor y divulgador científico norteamericano de origen ruso Isaac Asimov en su novela corta *Runaround*.

La nueva capacidad de las máquinas para comunicar y controlar procesos, dirigir operaciones y cumplir las órdenes, e incluso aprender, llevó al desarrollo de una nueva ciencia: la Cibernética, palabra que deriva del vocablo griego *Kybernetes*, que significa "timonel". Fundada en la década de 1940 por el matemático norteamericano Norbert Wiener, es la ciencia que estudia la comunicación entre el hombre y la máquina, y entre las propias máquinas. De la mano de la Cibernética se desarrolló la Biónica, ciencia que estudia todos los aspectos relativos a la simulación de actividades humanas y animales por medio de máquinas.

El área de conocimiento en la que se enmarca la Robótica es la Automática, definida por la Real Academia de las Ciencias como la disciplina que se ocupa de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial en la ejecución de una tarea física y mental, previamente programada. A partir de esta definición, en la Automática se pueden diferenciar dos componentes claros:

Una Unidad de Control que gobierna las acciones a realizar. Este gobierno debe cumplir ciertos criterios u objetivos del control como la estabilización ante perturbaciones, o la evolución temporal y el comportamiento dinámico óptimo respecto a determinados parámetros de calidad. Los avances en el campo de la inteligencia artificial permiten dotar a estas unidades de aspectos más avanzados como la toma de decisiones o el aprendizaje.

Un Actuador que realiza las acciones programadas bajo la supervisión de la unidad de control. Estos dispositivos pueden ir desde los casos más elementales, como actuadores hidráulicos, neumáticos o electromecánicos hasta máquinas más complejas como manipuladores, máquinas-herramientas y, quizás los autómatas por excelencia, los robots.

La coordinación entre ambos componentes mediante el intercambio de información es lo que permite conseguir la realización correcta de las tareas a realizar. Puesto que es posible definir la Informática como la ciencia que estudia el tratamiento de la información, es evidente que existe una relación clara entre Automática e Informática.

La industria es la actividad que tiene como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados o semielaborados utilizando una fuente de energía. Además de materias primas, para su desarrollo, la industria necesita maquinaria y recursos humanos organizados habitualmente en empresas por su especialización laboral.

Existen diferentes clases de industrias en virtud del propósito ético fundacional de su actividad (p. ej. ecológicas: fundamentos ecologistas) y tipos que la demarcan en ámbitos sectoriales según sean los productos que fabrican. Por ejemplo, la industria alimentaria se dedica a la elaboración de productos destinados a la alimentación, como, el queso, los embutidos, las conservas, etc.

El laboratorio es un lugar dotado de los medios necesarios para realizar investigaciones, experimentos, prácticas y trabajos de carácter científico, tecnológico o técnico; está equipado con instrumentos de medida o equipos con los que se realizan experimentos, investigaciones o prácticas diversas, según la rama de la ciencia a la que se dedique. También puede ser un aula o dependencia de cualquier centro docente.

Su importancia, sea en investigaciones o a escala industrial y en cualquiera de sus especialidades (química, dimensional, electricidad, biología, etc.), radica en el hecho de que las condiciones ambientales están controladas y normalizadas, de modo que:

1. Se puede asegurar que no se producen influencias extrañas (a las conocidas o previstas) que alteren el resultado del experimento o medición: *control*.

2. Se garantiza que el experimento o medición es repetible, es decir, cualquier otro laboratorio podría repetir el proceso y obtener el mismo resultado: *normalización*.

El campo de la robótica industrial puede definirse como el estudio, diseño y uso de robots para la ejecución de procesos industriales. Más formalmente, el estándar ISO (ISO 8373:1994). Robots industriales manipuladores, Vocabulario) define un robot industrial como un manipulador programable en tres o más ejes multipropósito, controlado automáticamente y reprogramable. Además de lo dicho anteriormente existen 5 tipos de robot: Robots manipuladores, Robots de aprendizaje o repetición, Robot de computadores, Robots inteligentes (experimentales), Micro y Nano-robots. 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.

Esta definición, ligeramente modificada, ha sido adoptada por la Organización Internacional de Estándares (ISO) que define al robot industrial como: 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. Se incluye en esta definición la necesidad de que el robot tenga varios grados de libertad. Una definición más completa es la establecida por la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR), que define primero el manipulador y, basándose en dicha definición, el robot Manipulador: mecanismo formado generalmente por elementos en serie, articulados entre sí, destinado al agarre y desplazamiento de objetos.

Es multifuncional y puede ser gobernado directamente por un operador humano o mediante dispositivo lógico. Robot: manipulador automático servo-controlado, reprogramable, polivalente, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectorias variables reprogramables, para la ejecución de tareas variadas. Normalmente tiene la forma de uno o varios brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Normalmente su uso es el de realizar

una tarea de manera cíclica, pudiéndose adaptar a otra sin cambios permanentes en su material.

Por último, la Federación Internacional de Robótica (IFR) distingue entre robot industrial de manipulación y otros robots: Por robot industrial de manipulación se entiende una máquina de manipulación automática, reprogramable y multifuncional con tres o más ejes que pueden posicionar y orientar materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales para la ejecución de trabajos diversos en las diferentes etapas de la producción industrial, ya sea en una posición fija o en movimiento. Software de Simulación Virtual 3-D ROBOGUIDE de FANUC Robotic Handling PRO es un software de simulación " off-line " para robots FANUC, perteneciente a la familia de productos ROBOGUIDE de FANUC Robotics, desarrollado sobre el Controlador de Robot Virtual. Handling PRO permite a los usuarios simular un proceso robótico en el espacio tridimensional (3-D) o realizar estudios de factibilidad para aplicaciones robóticas sin la necesidad de tener que incurrir en los costos de construir una celda prototipo.

El software Paint PRO de FANUC Robotics es una solución gráfica de programación " off-line " que simplifica la enseñanza de trayectorias del robot durante el desarrollo de procesos de pintura. PaintPRO está diseñado específicamente para crear trayectorias para el software de aplicación PaintTool de FANUC Robotics. Los paquetes de simulación PalletPRO y PalletTool, ayudan al ahorro de tiempo y costo durante el desarrollo e integración de sistemas de paletizado y de-paletizado. PalletPRO y PalletTool fueron desarrollados sobre el Controlador de Robot Virtual y es una opción adicional de la familia del software de simulación ROBOGUIDE de FANUC Robotics.

Se encuentra también disponible como un paquete independiente para los integradores y usuarios de sistemas de paletizado. Weld PRO es una opción de la familia del software de simulación " off-line " ROBOGUIDE de FANUC Robotics, que permite a los usuarios simular procesos de soldadura por arco eléctrico en el espacio tridimensional (3-D). Ejecutado exclusivamente sobre el Controlador de Robot Virtual de FANUC Robotics, Weld PRO provee la información de tiempo de

ciclo y las herramientas de programación más precisas que las disponibles en cualquier software de simulación.

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA DE TRABAJO.

Los procesos a seguir para la conclusión del proyecto son:

- 1.- Investigación documental sobre las modalidades de laboratorios para la enseñanza por medio de laboratorios para adquirir las competencias en el manejo, control y mantenimiento de robots industriales.
- 2.- Establecer convenios de vinculación con las empresas locales que utilizan robots para extender los espacios de práctica, para que los jóvenes se enfrenten a la situación real. Dentro esos mismos convenios solicitar y tramitar la donación de equipo para el laboratorio de Robótica Industrial de la Universidad de Sonora. Cada una de estas etapas generará un resultado o producto, siendo este verificable (medible).
- 3.- Acondicionar el área para la instalación del equipo y su correcto funcionamiento.
- 4.- Diseñar las prácticas de laboratorio a realizar, necesarias para la adquisición de las competencias.

2.1 INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.

Investigación documental sobre las modalidades de laboratorios para la enseñanza por medio de laboratorios para adquirir las competencias en el manejo, control y mantenimiento de robots industriales.

Podemos apreciar en la Tabla I, la clasificación que hace (Lorandi, et al., 2011) en el artículo “Los laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería”.

Clasificación de laboratorios en la educación	presencial	A distancia Vía internet
Equipo físico Hardware	Laboratorio Convencional (LC)	Laboratorio Remoto (LR)
Virtual software	Laboratorio Virtual (LV)	Laboratorio Virtual a distancia (LVaD)

Tabla I.- Clasificación de laboratorios en la educación

Francisco A. Candelas, Fernando Torres, Pablo Gil, Francisco Ortiz, Santiago Puente, Jorge Pomares (2004) plantean lo siguiente:

El conjunto de prácticas propuestas debe tener por objetivo el ilustrar los resultados obtenidos en las clases teóricas, así como familiarizar al alumno con el manejo de instrumentos y equipos empleados en situaciones reales. En este caso, el propio alumno es el protagonista, y como tal debe sentirse.

Esto no hace más que comprobar que para familiarizarse más con el uso de un robot industrial, hay que usarlo en la práctica.

M.I. Alberto Pedro Lorandi Medina, M.I. Guillermo Hermida Saba, M.S.I. José Hernández Silva y M.C. Enrique Ladrón de Guevara Durán explican las siguientes ventajas y desventajas de tener un laboratorio virtual (en su caso de su programa:

Ventajas:

- Permite a un número mayor de estudiantes experimentar con un laboratorio de manera asíncrona sin importar que no coincidan en espacio.
- Acerca al estudiante a los laboratorios mediante el uso de un simple navegador, pudiendo experimentar sin riesgos, y, además, permitiendo un

horario completamente flexible para hacer sus prácticas, evitando el problema de solapamiento con los horarios de otras experiencias educativas.

- Reduce drásticamente el costo de instalación y mantenimiento de un laboratorio, siendo una alternativa eficiente y económica de tomar.
- Brinda un ambiente propicio para el autoaprendizaje, donde el estudiante tiene plena libertad de modificar las variables de entrada y configuración del sistema bajo análisis, además de aprender el uso y manejo de instrumentos, ofreciendo casi una completa personalización del experimento.
- Un estudiante puede experimentar libremente las veces que quiera sin el miedo a sufrir o provocar un accidente, sin tener que avergonzarse de realizar cuantas veces sea necesaria la misma práctica hasta obtener la competencia necesaria.
- El estudiante puede asistir al laboratorio en cualquier momento, haciendo o usando las áreas que sea más significativas para él y recibir además la asesoría de sus profesores en los aspectos que su autoaprendizaje requiera.
- Puede complementarse con aplicaciones y actividades diseñadas para facilitar la construcción de su propio conocimiento.

Desventajas:

- No puede sustituir del todo la experiencia práctica altamente enriquecedora del *LC (Laboratorio Convencional)*. Hay situaciones y prácticas que solo pueden realizarse en un equipo físico de laboratorio o prototipo educativo.

- En los *LV (Laboratorios Virtuales)*, como en cualquier sistema de enseñanza a distancia, se corre el riesgo de que el estudiante se comporte como un simple espectador, por lo que el diseño instruccional de las experiencias educativas, debe contemplar que las actividades en el *LV* vengan acompañadas de un guión, guía o manual de prácticas y proceso de evaluación que ayude a que los objetivos se cumplan.
- Un *LV*, por ser una virtualización de la realidad, puede provocar en el estudiante una pérdida parcial de la visión de la realidad que se estudia. Además, no siempre se pueden simular todos los procesos reales, lo que implica una cuidadosa revisión del diseño educativo por parte de los profesores.
- No todas las instituciones educativas cuentan con un área de desarrollo de software de apoyo académico¹⁰, que den soporte al diseño e instalación de *LV*.

Luciano Rodríguez de Quiroz, Marcel Bergerman, Rubens Campos Machado, Samuel Siqueira Bueno, Alberto Elfes respecto a la importancia de la practica en el campo de la robótica es un componente importante para la educación, sin embargo, debido al tiempo y dinero requeridos para la construcción de estos laboratorios, a veces está por encima del presupuesto que la universidad puede proporcionar, debido a que la importancia de la ingeniería y las limitantes económicas, se han propuesto muchas alternativas, y una de ellas es el desarrollo de laboratorios virtuales que permitan el acceso a muchas personas (en la caso de las universidades a los estudiantes).

Ellos mencionan que los laboratorios virtuales son herramientas importantes que brindan geográficamente desarrollos de investigación a distancia que les permite compartir datos, documentos, video y voz, mientras integran sus recursos informáticos y de sus laboratorios de investigación.

Algunos de los beneficios que proveen los laboratorios virtuales, destacan en:

- Compartimiento de información se vuelve una realidad y el costo de eso es muy reducido.
- Estudiantes y profesionistas proveen accesibilidad a material de investigación, desarrollo y educacional.

Luis Rosado y Juan Ramón Herreros en “Aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la física” informan sobre la importancia que se tiene sobre el aprendizaje del alumno mediante la práctica o experimentación en los laboratorios tradicionales (presenciales), mientras en el salón de clases, el profesor asignado transmite teoría, en el laboratorio tradicional se hace la demostración cuantitativa y/o cualitativa de dicha teoría, aclarar dudas, verificar leyes o inducir las, en pocas palabras, aprender a utilizar los conocimientos teóricos en situaciones reales.

Aunque un laboratorio práctico es relativamente lento a la hora de transmitir información teórica o llevarla a la práctica, facilita plantear problemas que permitan a los alumnos a aplicar conocimientos en situaciones de la vida laboral.

Luis Rosado y Juan Ramón Herreros también comentan que “*La principal ventaja del laboratorio es su alta interactividad, al tomar contacto el alumno con el experimento real, la motivación que supone observar el experimento, el desarrollo de habilidades cognitivas que se ponen en práctica en el mismo, etc.*” Lo cual es cierto, ya que (por decir un ejemplo breve), al estar haciendo ya sea manual o virtualmente un dispositivo, a la hora de construirlo, diseñarlo o manufacturarlo, lo que espera el alumno, es que sus cálculos y/o diseños funcionen.

Con respecto a los laboratorios remotos a distancia tenemos el caso de Carlos Fernando, Ariza Ladino en su artículo: *laboratorio remoto aplicado a la educación a distancia*, nos dicen que “*En ingeniería la educación está basada en gran parte en la práctica y es por esto que las universidades han recurrido a los*

laboratorios remotos y virtuales. Los laboratorios remotos permiten interactuar con equipo real utilizando un acceso remoto desde un computador local a un servidor localizado en un laboratorio físico, en la construcción de este laboratorio remoto y en general se busca mantener el hardware utilizado en su forma más simple y utilizar software de libre acceso a través de Internet.

Sin embargo, el área utilizada es el laboratorio de manufactura integrada por computador (CIM, ver figura 2), se encuentran máquinas costosas por lo que no es posible obtener múltiples maquinas del mismo tipo, lo que hace que algunos estudiantes tengan acceso en forma simultánea.

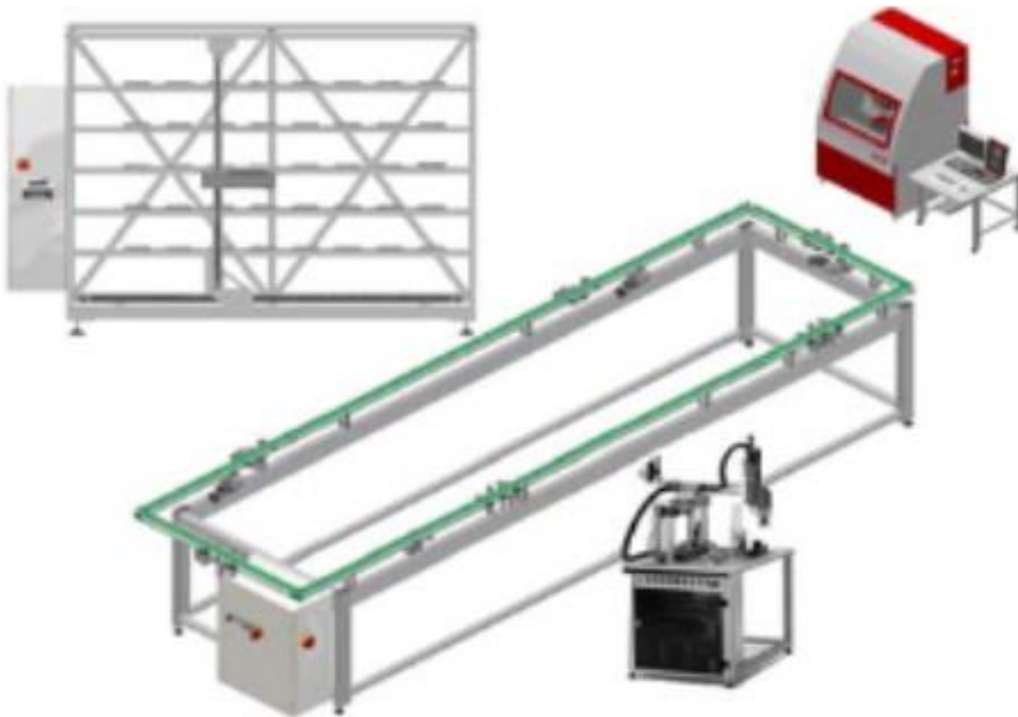


Fig. 3.- Laboratorio de manufactura integrada por computador (CIM).

Basados en la información, hicieron una ilustración como se muestra en la figura 3, que muestra la comunicación estructural para la educación por medio de manipulación remota en línea:

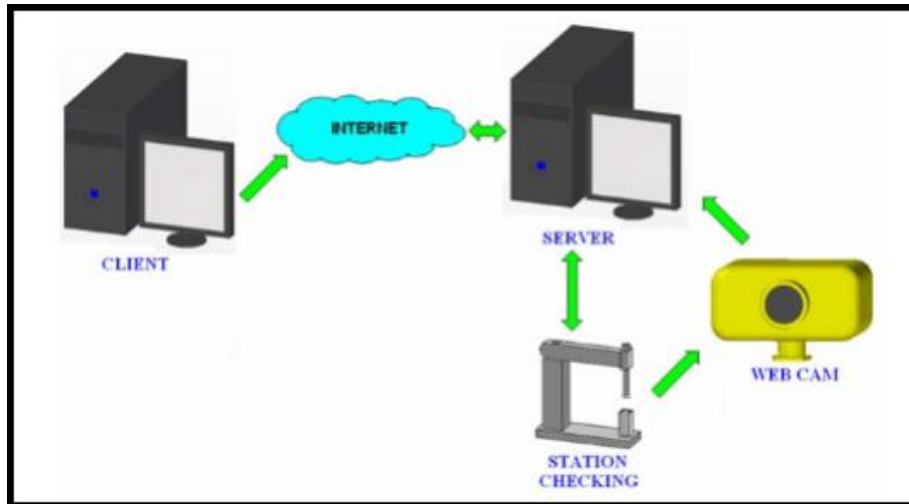


Fig. 4.- Diagrama visual del proceso de comunicación en la manipulación remota en línea.

Así el alumno puede ver “físicamente” lo que está programando y controlando, por medio de la webcam, y el control, puede ser ya sea desde la escuela en un espacio alejado, o desde su casa si la universidad se lo permite.

Además de disponer de SQL Server 5.0 como servidor de base de datos utilizado para crear y administrar tablas de información. Las bases de datos almacenan información sobre el registro de administradores, horarios, asignaturas y acceso al laboratorio. Las tablas creadas son:

- Estudiante: Almacena información personal del alumno y su relación con la universidad.
- Docente: Almacena información personal del educador y su relación con la universidad.
- Administrador: Almacena información personal de los administradores del laboratorio.

- Asignatura: Almacena información de la asignatura y el docente que la dicta.
- Cronograma: Almacena información sobre las fechas y horas en las que el laboratorio se encuentra apartado.
- Entidad: Almacena información de la institución que ofrece el servicio de laboratorio remoto.
- Laboratorios: Almacena la información de los laboratorios que son asequibles al usuario.
- Laboratorio Actual: Almacena información del laboratorio que se encuentra actualmente en uso.
- Ingresos: Almacena información sobre las fechas y horas de inicio de uso del laboratorio.
- Usuario Actual: Almacena información del usuario que se encuentra actualmente haciendo uso del laboratorio.

Así se tiene un control sobre qué es lo que se hace a cada segundo en el laboratorio y así evitar que algún invasor entre al área y/o evitar el acceso libre de horarios para las máquinas.

2.2. ESTABLECER CONVENIOS DE VINCULACIÓN CON LAS EMPRESAS LOCALES

Como se muestra en la figura 4, se hizo convenio con la empresa FORD y ellos accedieron a dar un entrenamiento sobre el funcionamiento de los robots, lo que conlleva, las medidas de seguridad para los maestros y para los alumnos.



Fig. 5.- Entrenamiento de FORD para los robots industriales.

A los profesores principales de la materia se les dio el curso de FANUC para aparte de poder utilizar los robots, que hubiese gente capacitada para poder impartir la materia de robótica con robots reales, de los cuales se les transmitió el conocimiento de la movilidad y sus componentes y se los manuales para cuando llegue a haber un fallo en el robot, como poder solucionarlo en el momento, dichos documentos y conocimiento también se compartiría con tesista.

Los documentos vienen desde la programación, los códigos, el manual de uso, hasta los códigos de error y sus soluciones, aunque estas soluciones solo están al alcance "publico", ya que hay ciertos errores que solo los técnicos de los robots esta capacitados para resolver.

CAPITULO 3.- PROBLEMÁTICA A RESOLVER

Planteamiento del problema:

La industria del Estado de Sonora creció desde los años 80's con la llegada de la Planta "Ford". Los requisitos de calidad demandaron en la industria la necesidad de contar y contratar personal capacitado en todas las áreas. Una de estas áreas, que hoy en día es de gran importancia; es la "Robótica Industrial" que demanda personal altamente calificado para los procesos de programación y mantenimiento de Robots. Algunos de los procesos presentes en la industria en el estado donde se aplica el uso de esta tecnología son:

- Robótica para soldadura.
- Robótica para pintura.
- Robótica de paletizado.
- Robótica de manipulación.

Industrias y áreas donde utilizan:

- Aeroespacial.
- Automotriz.
- Electrónica.
- Plásticos.
- Alimentos y bebidas.
- Herramientas de mecanizado.
- Farmacéutica y de cosméticos.

La empresa Ford donó a la Universidad de Sonora seis robots industriales los cuales nunca se instalaron, pasaron seis años y se instaló uno pero el controlador estaba dañado por lo que se dio de baja. La empresa Kinematics RRR, S.A. de C.V. donó a la Universidad de Sonora (en 2015), un robot marca Fanuc para

soldadura, se instaló en el edificio 8D pero no se ha puesto en función, puesto que no se tenía acceso al laboratorio. Para agosto de 2016 se pretende impartir la materia de robótica con este equipo.

La materia de Robótica, fue impartida inicialmente usando un software llamado COSIMIR que es para el modelamiento, simulación y programación de aplicaciones robotizadas. Y al principio se impartía con el fin de enseñar a los alumnos las bases de la robótica y la automatización; sin embargo, los maestros y los alumnos se daban cuenta de que como era un software muy limitado, no podían adquirir muchos conocimientos al respecto sobre la robótica y la programación de procesos reales, además de que el software no permitía guardar los archivos, se tenía que mantener el computador encendido para que no se perdieran los datos.

3.1.- OBJETIVOS

3.1.1 Objetivo general

Diseñar, implementar, instalar y poner en marcha robots industriales para la materia de Robótica en el Departamento de Ingeniería Industrial.

3.1.2 Objetivo específico

- Investigar sobre diseño, distribución de robots de otros laboratorios de en otras universidades o centros de investigación.
- Poder hacer vínculos con empresas que utilizan robots para apoyo de equipos seguros para la universidad.
- Adecuación de las áreas destinadas por la universidad para la instalación de los robots destinada para los diferentes laboratorios acorde a las necesidades de las distintas carreras.
- Diseñar el manual de prácticas y el manual de procedimientos del laboratorio.

CAPITULO 4.- DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO.

Los trabajos de investigación como el de Francisco Candelas [1] y Lorandi Medina [2], sirven de guía al investigador y le permiten hacer comparaciones y tener ideas sobre cómo se trató el problema en esa oportunidad.

Diseño e implementación de un Laboratorio de Robótica virtual y presencial es una tesis motivada a enseñar a alumnos con esta materia implementada a facilitar el aprendizaje y dar nociones de cómo se trabajan y/o que es lo que se usa y como se usan los robots en las industrias, también fomenta la proactividad del estudiante.

Para las prácticas se proporciona al alumno dos herramientas para la realización de las actividades de los alumnos: un entorno para la especificación y simulación de manejo de Robots virtuales denominado ROBOGUIDE, y 3 ROBOTS FANUC modelos 100i (1) y 2000(2)

4.1.- Vinculación con FORD

Ya que el laboratorio debe que estar preparado para recibir a los Robots FANUC 2000ia e instalarlos, como son maquinaria pesada, el suelo debe estar preparado para soportar tanta carga, tanto cuando están estáticos como en movimiento y también cuando lleguen a sujetar algún peso, por lo que a la FORD se presentó el siguiente Layout de 3 Robots Fanuc visto en la fig. 6:

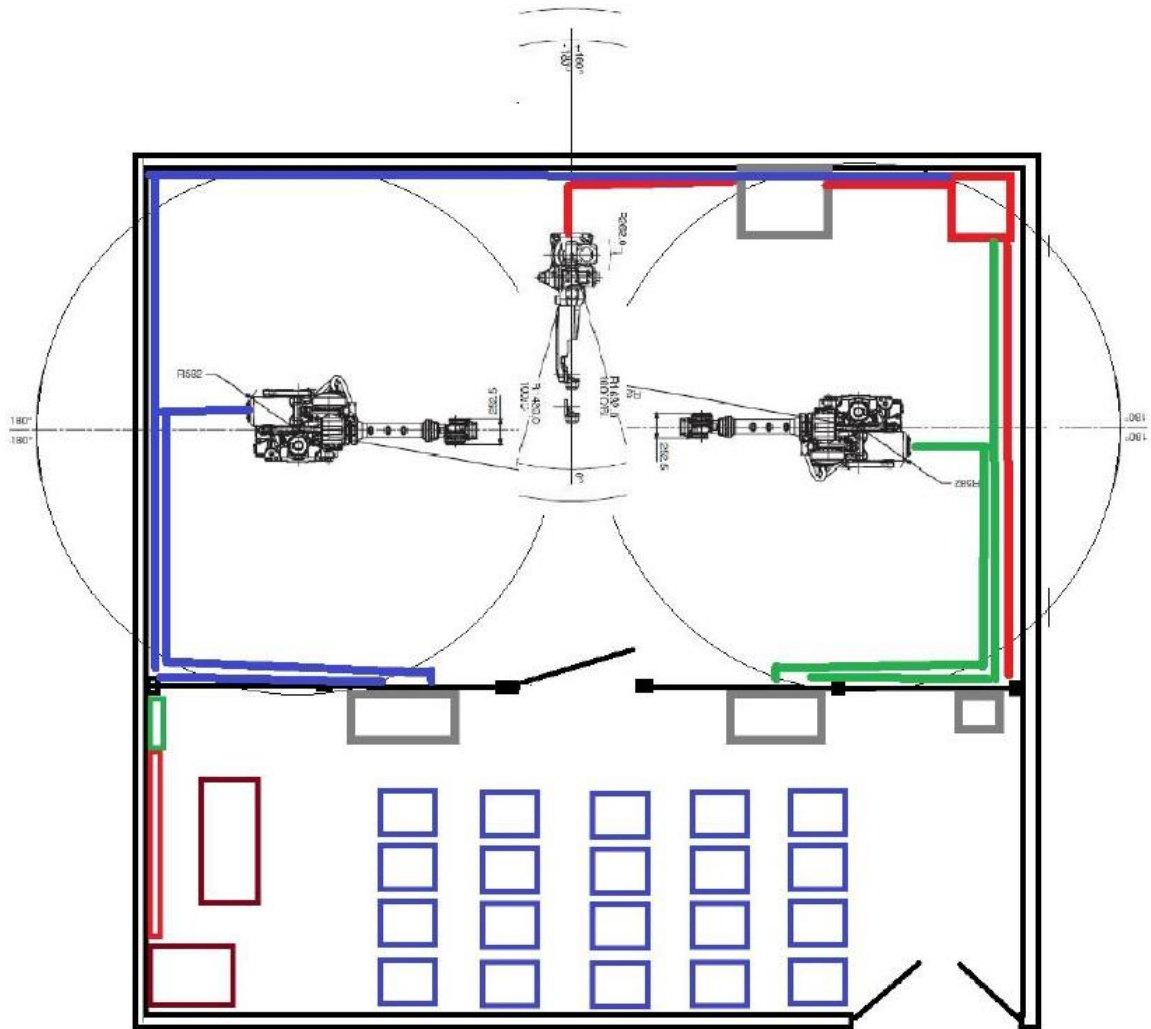


Fig. 6 Layout del laboratorio completo.

La cual se propuso a los técnicos de Ford y dieron su aprobación con los siguientes requerimientos:

1.- Para la instalación eléctrica el transformador que se tiene en el laboratorio es de 30 Kva. El Robot Fanuc 100i requiere de acuerdo a los manuales técnico de 2.5 Kva, cada Robot Fanuc 2000 requiere 12 Kva por lo que da un total de 26.5 Kva por lo que no hay que sustituir el transformador con que se cuenta, pero se tiene que adquirir interruptores individuales para cada Robot (3) además del cableado suficiente para ubicar los tableros de control en el lugar adecuado (varios metros de cable de uso rudo con 4 cables), Ya que el interruptor general sería para los 3,

por lo que por seguridad se recomienda uno para cada uno, de preferencia con la opción de colocar candados para que no activen accidentalmente y ocurra una desgracia ya que son Robot industriales y pueden dañar severamente a una persona en esta caso alumnos, incluso llegar a la muerte.

2.- Hay que reubicar la valla de seguridad para que incluyan a los 3 Robots, para que en el momento de que alguien ingrese con los robots, se desconecten automáticamente.

3.- Quitar y volver a colocar el robot Fanuc 100i, se reutilizaría la base metálica, pero se necesitarán taquetes químicos para volver a colocar la base (6), considero que la parte de soldadura no debemos habilitarla ya que es un gran riesgo para los alumnos además de que se necesitarían 2 tanques de gases: Argón y CO₂ y un carrito de fundente, las instalaciones para extractor de humo también.

4.- Primer Robot Fanuc 2000, a las universidades que se le van a donar 2 Robots sólo se les va a proporcionar una base metálica, por lo que a este robot solo le faltara los taquetes químicos que son 4 por lado un total de 16. Tornillos especiales, rondanas de presión y tuercas para sujetar.

5.- Segundo robot Fanuc 2000, una base metálica de 1 pulgada de espesor cuadrada de 1 metro por lado además los 16 taquetes químicos y los tornillos especiales, rondanas de presión y tuercas

6.- Montacargas para hacer el movimiento de Robots que soporten un peso de 1,260 Kg. O más

7.- Equipo para montar los Robots: andamios, poleas, etc.

8.- Tal vez quitar el aluminio de la puerta de entrada al laboratorio, ya que los Robots son bastante grandes y volver a colocarlo después.

Por lo que se sugiere que se contrate a un proveedor de Ford que hay varios para hacer la instalación de los robots, ya que los técnicos de Ford no van a hacer este trabajo, es responsabilidad de cada universidad la contratación de personal para la instalación de los robots, ya que se necesita equipo que no contamos en la escuela con él.

4.2. Acondicionamiento del área e instalación de los equipos.

Se hizo un esquema virtual de la instalación de los robots y el área que trabajaría cada uno dispuesto a su posición, afortunadamente ROBOGUIDE permite obtener esa información y se puede apreciar en la Fig. 5, 6 y 7, la posición de los 3 robots, el área de trabajo, la posición del operador y temporalmente la posición del computador.

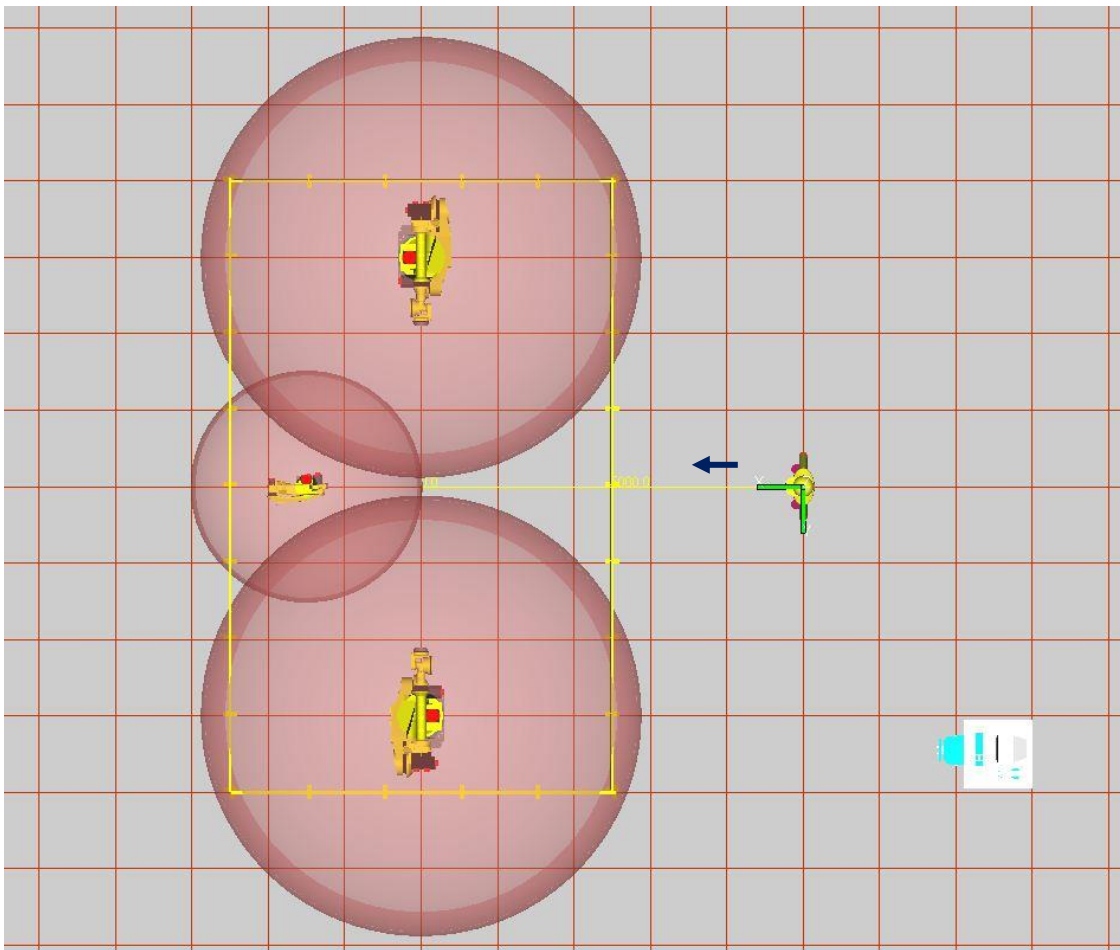


Fig 7.- Vista desde arriba de la posición de los 3 robots y el operador.

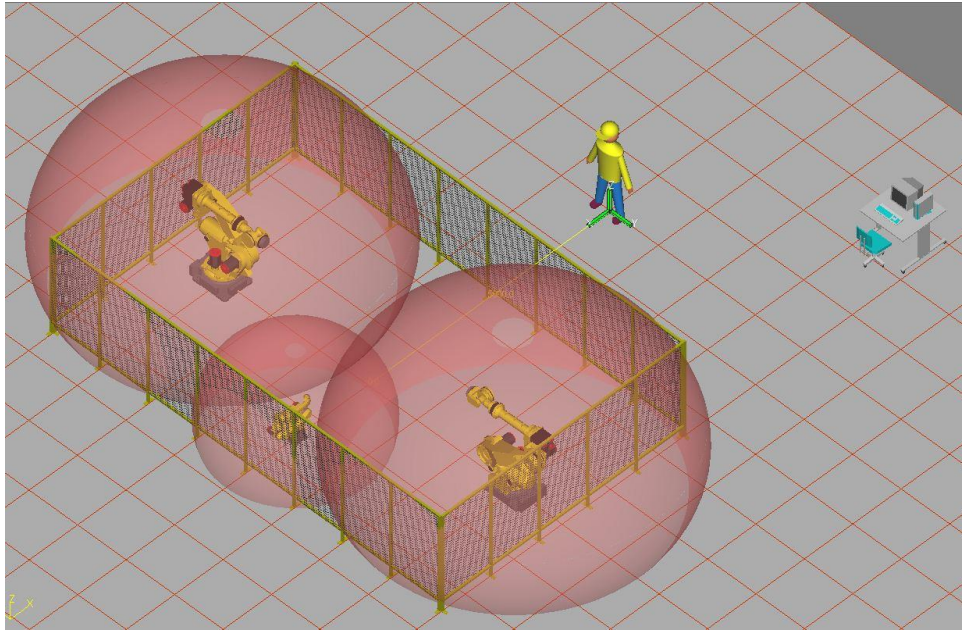


Fig. 6.- Vista isométrica frontal.

Después se hicieron los acondicionamientos para la colocación de los 3 robots, tomando en cuenta lo que el suelo debe soportar, ya que el robot Fanuc 2000i pesan 2 toneladas y que el suelo debe soportar la fuerza de estos cuando se muevan o muevan una carga. Se quitaron los pisos y se colocó suelo de cemento con refuerzo de malla para soportar la carga y que se acomode el cemento como se puede apreciar en las figuras 7 a la 11.



Fig. 7.- Estado anterior del espacio en el laboratorio.



Fig. 8.- Desmantelamiento de suelo para acondicionamiento.



Fig. 9.- Colocado del mallado para que se acomode el cemento y soporte la carga del robot



Fig. 10.- Colocado del mallado y el cemento para soporte de carga.



Fig. 11.- Acondicionamiento de suelo para colocación de todos los robots

Y cuidadosamente se colocaron los robots cuidando de no dañar las instalaciones de la universidad como se puede apreciar en las figuras 12 - 18. Para todo esto se requirió ayuda externa de proveedores para mover el robot que ya estaba instalado

a la posición requerida, instalar los robots que fueron donados y reinstalar la celda de seguridad junto con los componentes de seguridad que estos conforman.



Fig. 12.- Carga de los robots con proveedor externo.



Fig. 13.- Moviendo cuidadosamente el robot para no dañar las instalaciones.



Fig. 14.- Colocando los robots en su posición en el laboratorio.



Fig. 15.- Instalación (fijación) de los robots.



Fig. 16.- Instalación de la malla de seguridad.



Fig. 17.- Pintando el suelo para condiciones óptimas.



Fig. 18.- Área de los robots terminada con sus líneas de seguridad.

Ya que en el laboratorio habrá clases, se dio provisión de mesa-bancos, escritorio, una computadora para el software que se utilizará y un cañón para visualizar las prácticas virtuales del laboratorio y presentaciones como se puede apreciar en la figura 19.



Fig. 19.- Laboratorio virtual.

CONCLUSIONES

Se entiende mucho la importancia de ver en prácticas asuntos como automatización, robótica o mecanismos, teóricamente puede ser algo tedioso porque no estás viendo físicamente lo que calculas, programas (en caso de que solo lo se estuviese viendo virtual) o diseñas, pero estando en la práctica es muy importante, ya que ahí es donde se ve realmente lo que has aprendido, y al tener un laboratorio que permita a los alumnos poder mover los robots que se usan mayormente en las industrias, les da una noción básica de que se maneja en lo laboral.

En la industria, mayormente se trabajan con FANUC para trabajos pesados, sin embargo, no quiere decir que sea el único, hay otros de orígenes aún desconocidos, que son utilizados, posiblemente para trabajos específicos, y aun así al tener un laboratorio con los robots más convencionalmente usados, nos permite una idea de las necesidades de la industria, y nos da una noción con que estamos laborando.

No obstante, tomando en cuenta las ventajas y desventajas, este proyecto lo que plantea es diseñar e implementar un laboratorio presencial y virtual para tener a la mano software y robots (en este caso robots FANUC 100i y 2000i). Los puntos importantes en las ventajas de implementar un laboratorio virtual, son los costos económicos de la instalación, y donde el alumno siempre y cuando sea para uso de prácticas, tenga libre acceso, ya que el objetivo del laboratorio virtual es facilitarle al estudiante la manipulación de los robots físicos al término de la programación virtual.

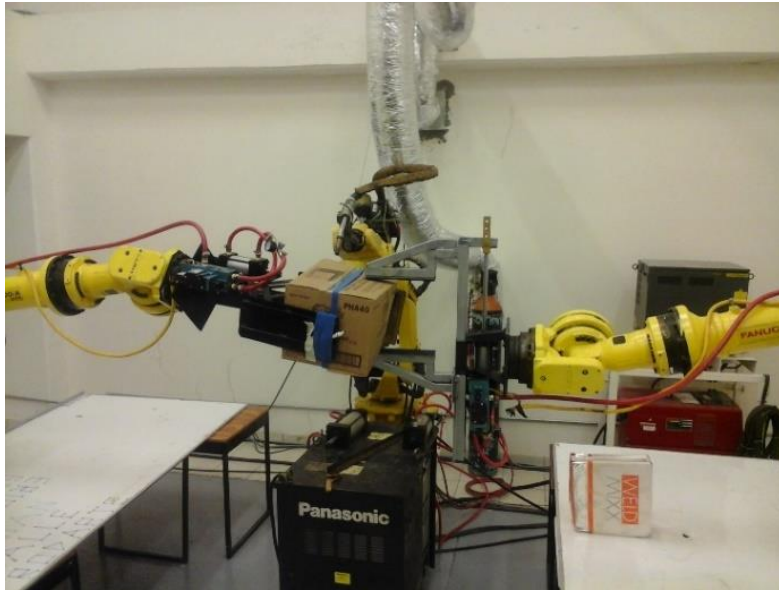


Fig. 20.- Laboratorio presencial

Para siguientes proyectos se recomienda uso de los robots para soldadura (con seguridad adecuada, incluso colocarle grippers a los robots para que los alumnos ya puedan completar su estudio en automatización, robótica y control de mecanismos y/o procesos.

Del cual ya se implemento en base a proyectos de investigación de la materia de Robótica y que se publicaron artículos y ponencias en el congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Mecatrónica [10] y en la IEEE [11], como se pueden ver en las figuras 21 y 22:



Fig. 21.- Robot uno Fanuc 2000 con gripper



Fig. 22.- Robot dos Fanuc 2000 con gripper

Se analizaron formas de aplicar los conocimientos de las prácticas y en el aula se implementaron 3 métodos uno para cada robot:



Fig. 23.- Método 1: Programación de coordenadas para movimiento de piezas de ajedrez.

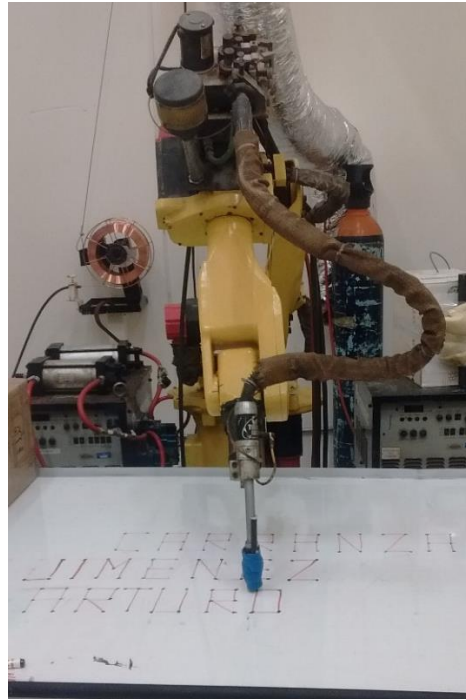


Fig. 24.- Método 2: Programación de puntos para escritura y/o soldadura de múltiples puntos.



Fig. 25.- Método 3: Programación de puntos para simulación de piezas grandes.

Se puede observar también en la Fig. 24., que estos métodos también se utilizan para la serigrafía de metales para logos o para marcados en la industria.

También se utiliza un gabinete metálico para el equipo de protección personal (EPP): los cascos, chalecos y gafas que se ocupan para las prácticas en el laboratorio Fig. 26 y 27 y también permanecen alumnos encargados (prestadores de servicio social) Fig. 28 al cuidado de los robots y de asesoría de pares con sus compañeros alumnos, que realizan prácticas y para lo cual se elaboró un manual de prácticas de laboratorio Fig. 29:



Fig. 26 y 27.- Gabinete metálico y los complementos del laboratorio.



Fig. 28.- Alumnos haciendo prácticas utilizando el equipo de protección personal EPP

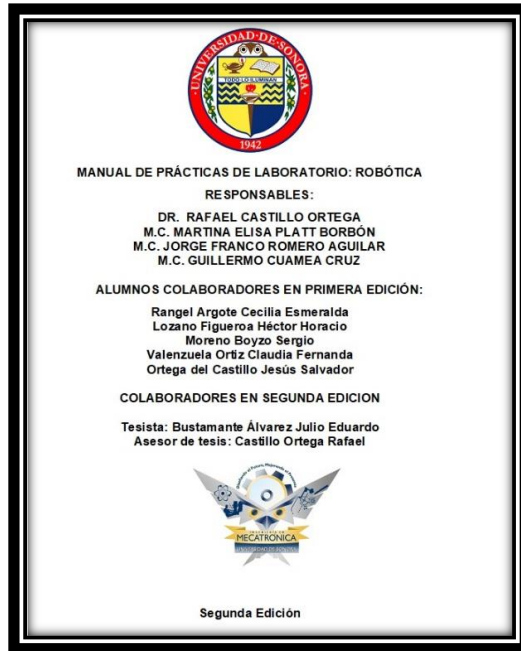


Fig. 29.- Manual de Prácticas de Laboratorio de Robótica

Los alumnos realizan las prácticas en la Fig. 30 se muestra el índice del manual de prácticas de Laboratorio de Robótica.

ÍNDICE	
INDICE	2
I.- Descripción	3
II.- Objetivo	3
1.- Seguridad Industrial	4
1.1- Encendido de robots	8
2.- Prácticas del laboratorio	11
2.1.- Laboratorio virtual con ROBOGUIDE.	11
Práctica #1.- Instalación del programa ROBOGUIDE.....	12
Práctica #2.- Colocar un robot FANUC 2000.....	18
Práctica #3.- Colocar dos robots FANUC 2000.....	23
Práctica #4.- Colocar dos robots FANUC 2000 y uno 100i.....	29
Práctica #5.- Trayectorias a través de puntos.....	30
Práctica #6.- Colocar GRIPPER en el Robot.....	34
Práctica #7.- Hacer un programa de un rectángulo.....	39
Práctica #8.- Hacer un programa de un círculo.....	41
Práctica #9.- Hacer un programa de un rectángulo con esquinas redondeadas.....	44
Práctica #10.- Hacer un programa en el robot de soldadura con la palabra UNISON.....	47
REFERENCIAS	50

Fig. 30.- Índice del Manual de Prácticas de Laboratorio de Robótica

REFERENCIAS

- [1] Francisco A. Candelas, Fernando Torres, Pablo Gil, Francisco Ortiz, Santiago Puente, Jorge Pomares, *Laboratorio virtual remoto para Robótica y Evaluación de su impacto en la docencia*, Dpto. de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alicante. Alicante, España (2004).
- [2] M.I. Alberto Pedro Lorandi Medina, M.I. Guillermo Hermida Saba, M.S.I. José Hernández Silva y M.C. Enrique Ladrón de Guevara Durán, *Los Laboratorios Virtuales1 y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería*, Revista internacional de educación en ingeniería ISSN Volumen 4, 2001.
- [3] Diego Anerillas Aljama. “*Utilización de herramientas de simulación en la Robótica Industrial*”. Trabajo final de carrera en Ingeniería Técnica Informática de Sistemas: Escuela Politécnica Superior Universidad de Lleida.
- [4] Amaya, G., “*Laboratorios reales versus laboratorios virtuales, en la enseñanza de la física: El hombre y la máquina*” Vol. XXI, Núm. 33, julio-diciembre, 2009.
- [5] Luis Rosado, Juan Ramón Herreros. “*Aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la física*”. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y Universidad Carlos III de Madrid. 2002.
- [6] Ariza Ladino, D. (2017). *Laboratorio remoto aplicado a la educación a distancia*. [Online] Redalyc.org. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/911/91100208/> [Accesado por última vez el 16 Sep. 2017].
- [7] Barraza C. Néstor, Rodríguez V. Salatiel, Romero A. Jorge F., Castillo O. Rafael, Acosta E. Milka del C. y Salazar A. Ruby. “Laboratorio remoto de robótica y procesos de manufactura industriales”. Memoria de congreso ITSON, 2013.
- [8] Luciano Rodrigues de Queiroz, Marcel Bergerman, Rubens Campos Machado, Samuel Siqueira Bueno, Alberto Elfes. “*A Robotics and Computer Vision Virtual Laboratory*”, Automation Institute, Informatics Technology Center Campinas SP Brazil, 1998.
- [9] Jaquelin Noemi Canul, “*Antecedentes históricos de la robótica*” [online]. Disponible en: <http://jacquelin-noemi.blogspot.mx/2011/11/antecedentes-historicos-de-la-robotica.html> [Accesado por última vez el 17 Sep. 2017].

[10] Amavizca Ramírez Miguel, Verdugo Neudert Oswaldo Alfonso, Castillo Ortega Rafael, Acosta Enríquez Milka del Carmen y Platt Borbón Martina Elisa, “Capítulo 10 Diseño y Construcción de un Prototipo Gripper Industrial” Libro Ingeniera y Automatización Vargas-Soto José Emilio Aceves-Fernández Marco Antonio Orozco-Ramírez Jorge Enrique, Editorial Asociación Mexicana de Mecatrónica, 1^{ra} Edición, ISBN: 978-607-9394-15-8, 12 de Octubre de 2018.

[11] Ismael León Cumplido, Alejandro Álvarez González, Rafael Castillo Ortega, Milka del Carmen Acosta Enríquez, Martina Elisa Platt Borbón, Guillermo Cuamea Cruz, “Ponencia 100 Prototipo de un Gripper Industrial utilizando CAD, CAE y CAM.” RVPAl 2018, Ponencia 100, es recomendada por el comité de control supervisorio y automatización del Capítulo de Potencia del IEEE Sección México y presentada en la reunión internacional de verano, RVPAl/2018, Acapulco Guerrero, del 15 al 20 de julio de 2018.