

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y

ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA

AUTOMATIZACION Y CONTROL

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN

DEL TITULO DE INGENIERIA

SIMULADOR PARA LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-

2800 DEL LABORATORIO DEL CIM 2000

ROBERTO CARLOS MORA VILLAVICENCIO

Sangolquí – Ecuador

2010

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado, “SIMULADOR PARA LA ESTACIÓN NEUMÁTICA PN-2800 DEL LABORATORIO DEL CIM 2000”, fue desarrollado en su totalidad por el señor ROBERTO CARLOS MORA VILLAVICENCIO, bajo nuestra dirección.

Atentamente,

Ing. Rodolfo Gordillo
Director

Ing. Paúl Ayala
Codirector

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ser Supremo por la vida que me ha concedido. A mis padres Carlitos y Susanita por su amor incondicional, a mis hermanos Olguer, Andrés, Ximena y Joselyn que han estado siempre junto a mí en todo momento. A profesores Rodolfo Gordillo y Paúl Ayala por su orientación y colaboración. A toda mi familia por su apoyo. A mis amigos y a todos aquellos que fueron partícipes para la realización de culminar un peldaño más en mi vida.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de manera muy especial a mi hogar, mi padre Carlos Mora, mi madre Susana Villavicencio, mis hermanos Olguer, Andrés, Ximena y Joselyn, pues gracias a su apoyo diario, sus palabras de caliento, su manera individual y muy particular de decir las cosas para no dejarme caer ante cualquier adversidad. A toda mi familia, abuelita, tíos, primos. A mis amigos y compañeros y a mis familiares que aun estando en el cielo se que están muy contentos.

PRÓLOGO

El simulador de la estación Neumática PN-2800, se lo realizó por la necesidad de tener una herramienta que, a través de las prácticas permita obtener un conocimiento que demuestre lo que ocurriría al usar la tecnología en procesos de manufactura.

Muchas veces como estudiantes del Departamento de Eléctrica y Electrónica se ven en la necesidad de consultar muchos libros y realizar largas jornadas de prácticas en el laboratorio para conseguir así una información de calidad, en la que se recopilen algo sobre los procesos relacionados de los diferentes actuadores, y la actualidad funcional de una determinada estación.

En este proyecto de grado se realiza esta recopilación necesaria, para un correcto entendimiento y comprensión, esto se lo realizó mediante la descripción de la estructura de un simulador, modelamiento matemático para sistemas dinámicos, y un desarrollo de las principales características de cada una de las partes que constituye la estación, sus partes, elementos, flujos de materiales e información.

Finalmente se realiza la culminación del proyecto al tener un correcto funcionamiento del simulador de los diferentes actuadores en una integración total en un programa y una interfaz HMI simulada, en el cual se pueden ejecutar prácticas para tener un mejor entendimiento de la operación de la estación, y con los resultados comprobar el por que es tan importante y su utilización dentro de los procesos de manufactura.

En este proyecto de grado se da una muestra del interesante desempeño de los animadores tridimensionales, así como también de la sencilla programación de Action Script 2,0 de Macromedia Flash 8, que permiten la simulación de la estación.

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA.....	iii
PRÓLOGO.....	iv
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 SIMULACIÓN.....	1
1.2 Etapas para realizar un estudio de simulación.....	4
1.2.1 Definición del sistema.....	4
1.2.2 Formulación del modelo	4
1.2.3 Colección de datos.....	5
1.2.4 Implementación del modelo en la computadora.....	5
1.2.5 Validación.....	5
1.2.5.1 Experimentación	5
1.2.5.2 Interpretación	5
1.2.5.3 Documentación	6
1.2.6 Modelos de simulación	6
1.2.6.1 Modelo conceptual	6
1.1.2.3 Modelo Sistémico.....	7
1.1.3 Simulación por computadora.....	7
1.1.4 Simulación en informática	9
1.1.5 Simulación en la educación.....	9
2.1 MODELADO MATEMÁTICO DE SISTEMAS DINÁMICOS	9
CAPÍTULO 2	12
DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA	12
2.1 MECANIZACIÓN	12
2.1.1 Elementos	13
2.1.1.1 PLC.....	13
2.1.1.2 Brazos Neumáticos.....	15
2.1.1.3 Sensores	16
2.1.1.4 Válvulas Solenoides.....	18
2.1.1.5 Computador personal	20
2.1.1.6 Alimentador de pallets.....	20
2.1.1.7 Alimentador de Barras Rectangulares.....	22
2.1.1.8 Alimentador de Material.....	23
2.1.1.9 Tablero	25
2.1.1.10 Unidad de mantenimiento y distribución neumática.....	26
2.1.1.11 Fuente Neumática	26
2.1.1.12 Cilindros.....	27

2.1.2	Normalización	29
2.2	<i>FUJO DE MATERIALES</i>	29
2.2.1.-	Arquitectura	30
2.2.1.1	Almacén de Pallets	30
2.2.1.2	Almacén de Bases Rectangulares.....	30
2.2.1.3	Almacén de Cilindros.....	31
2.2.1.4	Manipulador de Pallets	31
2.2.1.5	Manipulador de Cilindros.....	31
2.2.1.6	Depósito de Material Defectuoso	32
2.2.2	Distribución de los Elementos.....	32
2.2.3	Acciones y relaciones	35
2.2.3.1	Para los pallets.	35
2.2.3.2	Para las bases rectangulares	35
2.2.3.3	Para las barras cilíndricas	35
2.2.3.4	Para el brazo manipulador de pallets.....	36
2.2.3.5	Para el brazo manipulador de barras cilíndricas.	36
2.2.4	Flujo general de materiales.....	37
2.3	<i>FLUJO DE INFORMACION</i>	38
2.3.1	Definición de Datos	39
2.3.1.1	Estado del PLC	39
2.3.1.2	Presión de Aire	40
2.3.1.3	Existencia de Palets	40
2.3.1.4	Existencia de Bases Rectangulares.....	40
2.3.1.5	Existencia de Cilindro de diámetro 1.....	40
2.3.1.6	Existencia de Cilindro de diámetro 2.....	40
2.3.1.7	Diámetro del cilindro (1 y 2).....	41
2.3.1.8	Posición del manipulador de cilindros	41
2.3.1.9	Posición del manipulador de Pallets	41
2.3.2	Definición de candidatos.....	42
2.3.2.1	Flujo de aire o velocidad de los actuadores	42
2.3.2.2	Cantidad de Cilindros en el plano inclinado	42
2.3.2.3	Cantidad de palets en Almacén.....	42
2.3.2.4	Cantidad de Bases Rectangulares en Almacén.....	43
CAPÍTULO 3	44
DISEÑO DE SOFTWARE	44
3.1	<i>Criterios De Software seleccionado</i>	44
3.2	<i>Modelo Matemático de los actuadores</i>	45
3.3	<i>ELABORACION DEL SIMULADOR</i>	48
3.3.1	Construcción de la estación	49
3.3.2	Simulación de procesos relacionados de la estación.....	50
3.3.2.1	Desarrollo de proceso de simulación	51
3.3.2.2	Simulación de la estación	53
3.4	<i>Desarrollo de simulador de interfaz HMI</i>	55
3.4.1	Variables.....	55
3.4.2	Diagramas De Flujo	57

3.4.2	IMPLEMENTACION DEL MODELO EN EL SOFTWARE	62
CAPÍTULO 4	68
ENTORNO DE SIMULACIÓN DE APRENDIZAJE	68
4.1	<i>MODO MANUAL</i>	71
4.2	<i>MODO SEMIAUTOMÁTICO</i>	74
4.3	<i>MODO AUTOMÁTICO</i>	78
	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	81
	<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:</i>	84

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Este capítulo contiene información sobre el concepto de simulación, así como los tipos y el procedimiento para estructurar un modelo de simulación adecuado para cada propósito, además de un contenido de los sistemas dinámicos y la adquisición de un modelo matemático que permita obtener valores para implementar un simulador.

1.1 SIMULACIÓN

Durante años, la simulación asistida por ordenador ha jugado un papel muy significativo en los programas de formación de importantes sectores de la economía como la aviación o la industria militar [1].

De hecho, los primeros simuladores surgen en la década de los 60 con el objetivo de reducir el nivel de error humano en los vuelos comerciales. Desde entonces el entrenamiento de los pilotos es impensable sin un simulador [1].

Actualmente, el modelo de simulaciones asistidas por ordenador está siendo utilizado con éxito en diversos sectores de negocio para el desarrollo de una amplia gama de competencias. Una Simulación parte de una reconstrucción de modelos de actuación reales y permite tomar decisiones relacionadas con dicho modelo, minimizando el riesgo de tomar decisiones erróneas. De esta forma, el usuario aprende por la experiencia, con una base eminentemente práctica [1].

La formación basada en la simulación permite a los empleados aprender “haciendo” o lo que es lo mismo, “tomando decisiones en escenarios reales”. Es lo que se conoce como “learn by doing” es decir, aprender experimentando situaciones que parecen reales. Este tipo de aprendizaje facilita esa “adhesión” o retención de la información y permite aprender más rápido a la vez que facilita el desarrollo de una mayor intuición a la hora de tomar decisiones reales [2].

Las barreras técnicas y los costes de desarrollo, han sido los dos principales factores que, hasta ahora, han frenado la expansión de los simuladores como herramienta de aprendizaje. Pero las nuevas tecnologías, como Macromedia Flash, omnipresente en la formación a través de Internet, así como la creación de herramientas de autor específicas para simulaciones están abaratando significativamente los procesos de producción.

Así, se puede afirmar que a corto o medio plazo se asistirá al auge de los simuladores como herramienta de formación.

Un simulador Según Will Glass-Husain (Foro Business Simulations), hay bastante confusión sobre qué es y qué no es un simulador. Mucha gente podría pensar en un millonario simulador de vuelo, otros en el juego de los Sims (juego de ordenador) y otros en juego de negocio a través de la web [2].

Según Glass-Husain Todo simulador debe tener tres atributos, Imita la realidad, no es real en sí mismo, puede ser cambiado por sus usuarios

La imitación de la realidad es lo que distingue un simulador de un juego. Por ejemplo el juego SimCity es un simulador y un juego porque el usuario, que es el alcalde de un pueblo, puede conseguir que el pueblo sea próspero y la gente feliz o hundirlo en la bancarrota mediante sus decisiones y acciones [1].

Un simulador se usa para practicar algo, no sustituye experiencias reales. Rose Tremain escribió que “la vida no es un ensayo general”. También es cierto que un ensayo general no es la vida. Si cometes un error durante un ensayo general no hay coste, solo repites la escena hasta que salga bien.

Un simulador es una simplificación de la vida real. Los simuladores sencillos son, normalmente, mejores que los complicados. Los simuladores complejos pueden hacer que el usuario se pierda en los detalles y no pueda extraer el aprendizaje o las lecciones valiosas del simulador.

La consultora McKinsey, en un artículo titulado 'Is Simulation Better Than Experience?' expone que las simulaciones pueden ser mejores que la experiencia real ya que comprimen el tiempo y elimina detalles irrelevantes. A diferencia de la vida, las simulaciones han sido optimizadas para el aprendizaje [1].

Las simulaciones son activas, fuerzan a los estudiantes pasivos hacia un aprendizaje activo. El profesor de psicología Salvatore Soraci ha demostrado que la gente recuerda mejor las cosas que ha aprendido después de un esfuerzo mental.

Las simulaciones hacen que los estudiantes sean responsables de su propio aprendizaje y su motivación consiste en la consecución de metas u objetivos.

Con simuladores, la necesidad de entender la motivación es particularmente importante. El aprendizaje a través de las simulaciones es auto conducido. Un usuario que se sienta delante de un ordenador y comienza a conducir una simulación irá a través de un círculo de aprendizaje: reflexionar sobre el caso, elegir la estrategia, tomar decisiones y observar las consecuencias de esas decisiones. Sin este auto esfuerzo el simulador se convertirá en un simple juego. En el peor de los casos, se convierte en un ejercicio frustrante [2] .

1.2 Etapas para realizar un estudio de simulación

1.2.1 Definición del sistema

Consiste en estudiar el contexto del problema, identificar los objetivos del proyecto, especificar los índices de medición de la efectividad del sistema, especificar los objetivos específicos del modelamiento y definir el sistema que se va a modelar.

1.2.2 Formulación del modelo

Una vez definidos con exactitud los resultados que se esperan obtener del estudio, se define y construye el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa el modelo [3].

1.2.3 Colección de datos

Es importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir para producir los resultados deseados.

1.2.4 Implementación del modelo en la computadora

Con el modelo definido, el siguiente paso es decidir si se utiliza algún lenguaje como el fortran, algol, lisp, etc., o se utiliza algún paquete como Vensim, Stella, iThink, GPSS, simula, simscript, Rockwell Arena, [Flexsim], etc., para procesarlo en la computadora y obtener los resultados deseados [3].

1.2.5 Validación

1.2.5.1 Experimentación

La experimentación con el modelo se realiza después que éste haya sido validado. La experimentación consiste en generar los datos deseados y en realizar un análisis de sensibilidad de los índices requeridos [3].

1.2.5.2 Interpretación

En esta etapa del estudio, se interpretan los resultados que arroja la simulación y con base a esto se toma una decisión. Es obvio que los resultados que se obtienen de un estudio de simulación ayuda a soportar decisiones del tipo semi-estructurado [3].

1.2.5.3 Documentación

Dos tipos de documentación son requeridos para hacer un mejor uso del modelo de simulación. La primera se refiere a la documentación del tipo técnico y la segunda se refiere al manual del usuario, con el cual se facilita la interacción y el uso del modelo desarrollado [4].

1.2.6 Modelos de simulación

La experimentación puede ser un trabajo de campo o de laboratorio. El modelo de método usado para la simulación sería teórico, conceptual o sistémico.

Después de confirmar la hipótesis se puede ya diseñar un teorema. Finalmente si éste es admitido puede convertirse en una teoría o en una ley.

1.2.6.1 Modelo conceptual

El modelo conceptual desea establecer por un cuestionario y con trabajo de campo, la importancia de la discriminación o rechazo en una colectividad y hacerlo por medio de un cuestionario en forma de una simulación con una escala de actitud. Después de ver si la población es representativa o adecuada, ahora la simulación es la aplicación del cuestionario y el modelo es el cuestionario para confirmar o rechazar la hipótesis de si existe discriminación en la población y hacia que grupo de personas y en que cuestiones. Gran parte de las simulaciones son de este tipo con modelos conceptuales [4].

1.1.2.3 Modelo Sistémico

El modelo sistémico es más pretencioso y es un trabajo de laboratorio. Se simula el sistema social en una de sus representaciones totales. El análisis de sistemas es una representación total. Un plan de desarrollo en el segmento de transportes con un modelo de ecología humana, por ejemplo. El énfasis en la teoría general de sistemas es lo adecuado en este tipo de simulaciones. Este método, que es para un Sistema complejo, es sumamente abstracto, no se limita a la descripción del sistema, sino que debe incluir en la simulación las entradas y salidas de energía y procesos de retroalimentación [4].

Tanto el programa de estadística, como la escala de actitud, como el sistema total, son perfectas simulaciones de la realidad y modelizan todos los elementos en sus respectivas hipótesis de trabajo. Son también un microclima y el ambiente o el escenario en los procesos de simulación/experimentación. Otras propiedades que deben contener las simulaciones es que sean repetibles indefinidamente. Que eviten el efecto de aprendizaje que incita al encuestador a rellenar él mismo los cuestionarios y que se podrá evitar con algún control, que sean flexibles o mejorables y que no sea invasivo o cambiar la población de las muestras sucesivas [4].

1.1.3 Simulación por computadora

Es un intento de modelar situaciones de la vida real por medio de un programa de computadora, lo que requiere ser estudiado para ver cómo es que trabaja el sistema. Ya sea por cambio de variables, quizás predicciones hechas acerca del comportamiento del sistema.

La simulación por computadora se ha convertido en una parte útil del modelado de muchos sistemas naturales en física, química y biología, y sistemas humanos como la economía y las ciencias sociales (sociología computacional), así como en dirigir para ganar la penetración su comportamiento cambiará cada simulación según el conjunto de parámetros iniciales supuestos por el entorno. Las simulaciones por computadora son a menudo consideradas seres humanos fuera de un *loop* de simulación.

Tradicionalmente, el modelado formal de sistemas ha sido a través de un modelo matemático, que intenta encontrar soluciones analíticas a problemas que permiten la predicción del comportamiento de un sistema de un conjunto de parámetros y condiciones iniciales. La simulación por computadora es frecuentemente usada como un accesorio para, o sustitución de, sistemas de modelado para los cuales las soluciones analíticas de forma cerrada simple no son posibles. Ahí se encuentran muchos tipos diferentes de simulación por computadora, la característica común que todas ellas comparten es el intento por generar una muestra de escenarios representativos para un modelo en que una enumeración completa de todos los estados posibles serían prohibitivos o imposibles. Varios paquetes de software existen para modelar por computadora en el funcionamiento de la simulación se realiza sin esfuerzo y simple (por ejemplo: la simulación Monte Carlo y el modelado estocástico como el Simulador de Riesgo) [4].

Es cada vez más común escuchar acerca de simulaciones a muchas clases designadas como "ambientes sintéticos". Esta etiqueta ha sido adoptada al ampliar la definición de "simulación", que abarca virtualmente cualquier representación computarizada.

1.1.4 Simulación en informática

En programación, un simulador es a menudo usado para ejecutar un programa que tiene un controlador de prueba de ambiente. Dado que, la operación de computadoras es simulada, toda la información acerca de la operación de computadoras es directamente disponible al programador, y la velocidad y ejecución pueda variar a voluntad [4].

1.1.5 Simulación en la educación

Este tipo de simulación es un tanto parecida a la de entrenamiento o preparación. Ellas se enfocan en tareas específicas. En el pasado los videos eran usados por maestros y para educar alumnos a observar, solucionar problemas y jugar un rol; sin embargo se ha visto desplazada por la simulación, puesto que ésta incluye viñetas narrativas animadas, éstas son videos de caricaturas hipotéticas e historias basadas en la realidad, envolviendo a la clase en la enseñanza y aprendizaje, también se usa para evaluar el aprendizaje, resolver problemas de habilidades y disposición de los niños, y el servicio de los profesores [4].

2.1 MODELADO MATEMÁTICO DE SISTEMAS DINÁMICOS

El paso para el análisis de un sistema dinámico consiste en deducir su modelo matemático, siempre hay que tener en cuenta que deducir un modelo matemático razonable es la parte más importante de todo el análisis [5].

Los modelos matemáticos pueden adoptar diversas formas. Dependiendo del sistema y de las circunstancias particulares, un modelo matemático puede ser más adecuado que otros modelos.

Es posible aumentar la exactitud de un modelo matemático incrementando su complejidad; en algunos casos, se pueden utilizar cientos de ecuaciones para describir un sistema completo. Sin embargo, al determinar un modelo matemático, hay que lograr un equilibrio entre la simplicidad del modelo y la exactitud de los resultados del análisis. No obstante, si no se requiere extremada precisión, es preferible obtener solamente un modelo matemático razonablemente simplificado, de hecho, por lo general quedamos satisfechos si podemos lograr un modelo que sea adecuado al problema en consideración. A pesar de todo, es importante considerar que los resultados obtenidos del análisis solamente son válidos a medida en que el modelo se aproxima al sistema dinámico respectivo [5].

Al desarrollar un modelo simplificado, a menudo es conveniente pasar por alto ciertas características físicas inherentes al sistema. En particular, si se desea un modelo matemático con parámetros concentrados lineales, es decir, uno que emplee ecuaciones diferenciales ordinarias, es necesario hacer caso omiso de ciertas linealidades y parámetros distribuidos que puedan darse o hallarse presentes en sistema físico; es decir, los que dan lugar a ecuaciones en derivadas parciales [5]. Si los efectos que esas características despreciadas son pequeños en la respuesta, se logra una buena concordancia entre los resultados del análisis de un modelo matemático y los resultados del estudio experimental del sistema físico.

Sistemas Lineales. Un sistema en el que se aplica principio de superposición se denomina lineal. El principio de superposición establece que la respuesta producida por la aplicación simultánea de dos funciones de entradas diferentes es la suma de las dos respuestas individuales [5]. Por tanto, para sistemas lineales la respuesta a diversas entradas se puede calcular tratando una entrada a la vez y añadiendo o sumando los resultados. Este es el principio que permite elaborar

soluciones complicadas de las ecuaciones diferenciales lineales partiendo de soluciones simples.

En una investigación experimental sobre un sistema dinámico, si causa y efecto son proporcionales, lo que implica que el principio de superposición es válido, el sistema puede considerarse lineal.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN NEUMÁTICA

Este capítulo tiene todo el contenido de las características de cada uno de los elementos que componen a la estación, además de sus funciones que cumplen dentro de la misma y sus diferentes modos de operación, cada uno establecido de forma independiente.

2.1 MECANIZACIÓN

La estación neumática PN-2800 es una de las estaciones que forma parte del sistema CIM, encargada de proporcionar materia prima al sistema. La estación, consta de los siguientes elementos:

- Depósito de pallets.
- Depósito de Cilindros

- Depósito de bases acrílicas rectangulares.
- Manipulador de carga.
- Robots neumáticos.
- Celda para recolectar barras imperfectas.
- PLC
- Computador personal.

Estos elementos brindan apoyo dentro de la alimentación de la estación con los siguientes materiales:

- Base acrílica rectangular.
- Barra de diámetro #1 (26 mm).
- Barra de diámetro #2 (22 mm).
- Pallets.

La manipulación de robots o cilindros de la estación se consigue físicamente a través de electroválvulas, sin embargo, en lo que se refiere a la materia prima, se utiliza sensores de proximidad encargados de verificar la presencia de la misma.

2.1.1 Elementos

2.1.1.1 PLC.

Se encarga de la operación de la estación; este activa actuadores según las entradas de los respectivos sensores colocados en las demás locaciones de la estación, este PLC consta de:

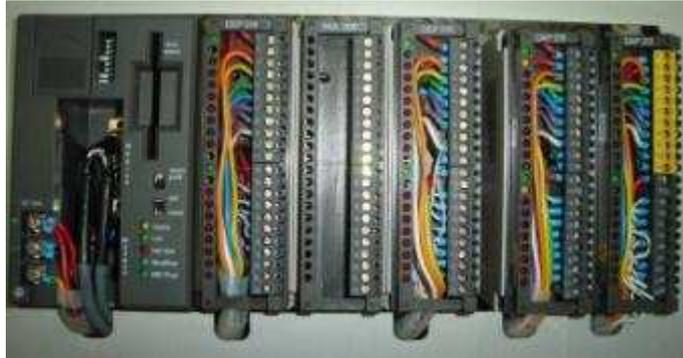


Figura. 2.1. Controlador lógico programable

Tabla.2.1. Elementos del PLC

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO
PLC	Controlador	Modicon	984-145
MODULO N1	Modulo de Entradas Digitales	Modicon	DEP216
MODULO N2	Para módulos adyacentes	Modicon	NUL 200
MODULO N3	Modulo de Entradas Digitales	Modicon	DEP216
MODULO N4	Modulo de Salidas Digitales	Modicon	DAP216
MODULO N5	Modulo de Salidas Digitales	Modicon	DAP212

2.1.1.2 Brazos Neumáticos

Los brazos formados por un cilindro tipo swing, uno de doble efecto y un gripper, son los encargados de ubicar cilindros en los palets, y estos en el conveyor. Los actuadores del brazo son neumáticos y emplean el aire comprimido como fuente de energía y son usados en el control de movimientos rápidos. El brazo neumático es semejante a un brazo robótico de configuración cilíndrica, a excepción de su controlador; ya que posee los movimientos característicos de este tipo de brazo.

Tabla. 2.2. Brazos neumáticos y elementos

TIPO	DESCRIPCION	NUMERACION	LONGITUD (cm)	MARCA
Doble efecto	Eleva el robot de materia prima	1	11.5	KOGANEI
Rotatorio	Gira el robot de materia prima	2	-	KOGANEI
Doble efecto	Aleja el robot de materia prima	3	10	SOLTAM
Gripper	Coloca la materia prima en palet	4	-	PHD
Doble efecto	Eleva el robot de materia prima	5	9	KOGANEI
Rotatorio	Gira el robot de materia prima	6	-	KOGANEI
Doble efecto	Aleja el robot de materia prima	7	25	SOLTAM
Gripper	Coloca palet en conveyor	8	-	PHD

2.1.1.3 Sensores

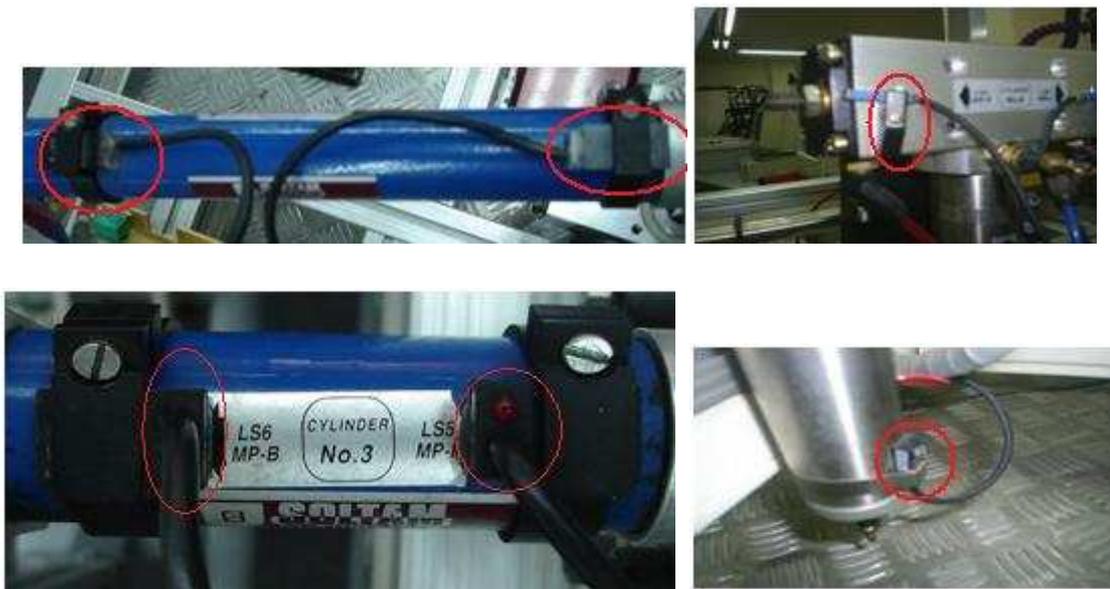


Figura. 2.2. Sensores de proximidad

Tabla. 2.3. Elementos Discretos

TIPO	ETIQUETA	DESCRIPCION	MARCA	CODIGO	EN CILINDRO
switch de proximidad magnético	LS1/MP-U	Cilindro 1 arriba	KOGANEI	CS4MB	1
switch de proximidad magnético	LS2/MP-D	Cilindro 1 abajo	KOGANEI	CS4MB	1
switch de proximidad magnético	LS3/MP-R	Cilindro 2 giro derecha	WINCO	CS11TB	2
switch de proximidad magnético	LS4/MP-L	Cilindro 2 giro izquierda	WINCO	CS11TB	2

switch de proximidad magnético	LS5/MP-F	Cilindro afuera	3	SHIELD	FGV-E81A2X	3
switch de proximidad magnético	LS6/MP-B	Cilindro adentro	3	SHIELD	FGV-E81A2X	3
switch de proximidad magnético	LS1/MR-U	Cilindro arriba	5	KOGANEI	CS4MB	5
switch de proximidad magnético	LS2/MR-D	Cilindro abajo	5	KOGANEI	CS4MB	5
switch de proximidad magnético	LS3/MR-R	Cilindro 6 giro derecha		WINCO	CS11TB	6
switch de proximidad magnético	LS4/MR-L	Cilindro 6 giro izquierda		WINCO	CS11TB	6
switch de proximidad magnético	LS5/MR-F	Cilindro afuera	7	SHIELD	FGV-E81A2X	7
switch de proximidad magnético	LS6/MR-B	Cilindro adentro	7	SHIELD	FGV-E81A2X	7

2.1.1.4 Válvulas Solenoides

La estación posee 15 válvulas solenoides las cuales son activadas por el PLC a través del solenoide y que determinan el movimiento de los cilindros correspondientes.



Figura. 2.3. Válvulas Solenoide

Tabla. 2.4. Tipo de válvulas solenoides

TIPO	ETIQUETA	DESCRIPCION	MARCA	CODIGO
Válvula solenoide 4/2	SOV1/MP	Actúa sobre cilindro 1	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV2/MP	Actúa sobre cilindro 2	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV3/MP	Actúa sobre cilindro 3	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV4/MP	Actúa sobre cilindro 4	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV5/MR	Actúa sobre cilindro 5	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV6/MR	Actúa sobre cilindro	HUMPHREY	410

4/2		6		
Válvula solenoide 4/2	SOV7/MR	Actúa sobre cilindro 7	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV8/MR	Actúa sobre cilindro 8	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV9/S1	Actúa sobre cilindro 9	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 3/2	SOV10/S1	Actúa sobre cilindro 10	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 3/2	SOV11/S2	Actúa sobre cilindro 11	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV12/S2	Actúa sobre cilindro 12	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV13/CH	Actúa sobre cilindro 13	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV14/BH	Actúa sobre cilindro 14	HUMPHREY	410
Válvula solenoide 4/2	SOV15/PT	Actúa sobre cilindro 15	HUMPHREY	410

2.1.1.5 Computador personal

El computador ubicado en la estación permite la programación del PLC y de la interfaz HMI, la cual es usada para controlar la estación de una manera eficaz y así poder escoger, por ejemplo, si se la maneja de modo manual o en automático.



Figura. 2.4. Desktop PC

2.1.1.6 Alimentador de pallets

El alimentador de pallets incluye un almacén de pallets vertical, que contiene hasta ocho pallets; y un cilindro que se usa para enviar la paleta fuera del almacén a la estación cargante. Sus elementos son:

- Almacén de pallets
- Pallets



Figura. 2.5. Almacén de pallets y pallet

Tabla. 2.5. Cilindros y sensores

CILINDROS				
TIPO	DESCRIPCIÓN	NUMERACIÓN	CARRERA(cm)	MARCA
Doble efecto	Coloca bloques plásticos en palet	14	12	HUMPHREY
Doble efecto	Coloca palets para trabajo	15	8.5	HUMPHREY
SENSORES				
TIPO	ETIQUETA	DESCRIPCIÓN	MARCA	CÓDIGO
switch de proximidad inductivo	LS/PLT	Indica si existe palet disponible en el distribuidor	FOTEK	PS18-05P
switch de proximidad inductivo	LS/PLTS	Indica si el palet esta colocado para recibir un bloque	FOTEK	PS18-05P

2.1.1.7 Alimentador de Barras Rectangulares

El alimentador de bases rectangulares incluye un almacén vertical que contiene hasta 13 bases plásticas, y tiene un cilindro que empuja las bases hacia el pallet enviado por la alimentadora de pallets. Sus elementos son:

- Almacén de barras acrílicas rectangulares.
- Barras acrílicas rectangulares.



Figura. 2.6. Almacén de bases rectangulares

Tabla. 2.6. Cilindros y sensores

CILINDROS				
TIPO	DESCRIPCION	NUMERACION	LONGITUD (CM)	MARCA
Doble efecto	Coloca bloques plásticos en palet	14	12	HUMPHREY
SENSORES				
TIPO	ETIQUETA	DESCRIPCION		

Fin de carrera mecánico	LS/BATCH	Indica si existen bloques de plástico en el dispensador
-------------------------	----------	---

2.1.1.8 Alimentador de Material

El alimentador de material tiene un plano inclinado por el cual los cilindros de aluminio ruedan para ser llevados por un gripper hacia un palet. El plano esta dividido en dos secciones que pueden cargar hasta 10 cilindros cada uno.



Figura. 2.7. Alimentador de cilindros

Tabla. 2.7. Cilindros.

CILINDROS				
TIPO	DESCRIPCION	NUMERACION	LONGITUD (cm)	MARCA
Doble efecto	Mantiene cilindros listos para descarga	9	6	HUMPHREY
Simple efecto push	Evita que caiga más de un cilindro	10	3.8	HUMPHREY

Simple efecto push	Evita que caiga más de un cilindro	11	3.8	HUMPHREY
Doble efecto	Mantiene cilindros listos para descarga	12	6	HUMPHREY
Doble efecto	Coloca cilindros para el gripper	13	23.5	HUMPHREY

Tabla. 2.8. Sensores

SENSORES				
TIPO	ETIQUETA	DESCRIPCION	MARCA	CODIGO
elemento primario para gripper	LSG/MR	Indica si el gripper tiene una pieza	PHD	9800-01-0100
switch de proximidad inductivo	LS/S1	Indica si hay un cilindro de metal listo en S1	FOTEK	PS18-05P
switch de proximidad inductivo	LS/S2	Indica si hay cilindro de metal disponible en S2	FOTEK	PS18-05P
switch de proximidad inductivo	LS/CH	Indica si hay un cilindro de metal listo para el gripper	FOTEK	PS18-05P

2.1.1.9 Tablero

Está ubicado en la parte inferior frontal de la estación contiene las conexiones eléctricas del PLC, así como de las electro válvulas, además de la fuente de energía, y demás elementos eléctricos que conforman la estación PN-2800.

La fuente de energía eléctrica es de 24 Vdc y 3.2 Amp. de salida y alimenta a todos los elementos eléctricos de la unidad. Sus elementos son:

- Gabinete
- Racks de conexión
- Borneras
- Relés
- Breaker , protecciones y fusibles
- Fuente Eléctrica
- Cables
- Interruptor (switch)



Figura. 2.8. Panel de control

2.1.1.10 Unidad de mantenimiento y distribución neumática

En los sistemas neumáticos no es recomendable que el aire comprimido llegue a las válvulas de una manera directa puesto que este tiende a llegar con humedad y suciedad. Es por esto que la primera etapa de un sistema neumático debe tener una unidad de mantenimiento que posea filtro, lubricador y manómetro. Así, el aire que llega a las válvulas es de mejor calidad y aumentará su vida útil. Sus elementos son:

- Filtro de humedad
- Regulador de presión
- Manómetro: instrumento de medición que nos indican la presión que posee el aire que está pasando por el punto donde este ha sido instalado.
- Llave de paso

2.1.1.11 Fuente Neumática

La fuente neumática es el proveer de aire a presión a todos los dispositivos neumáticos del CIM. Sus elementos son:

- Compresor
- Motor
- Manómetro
- Filtro
- Distribuidor

- Tubería y mangueras



Figura. 2.9. Compresor

2.1.1.12 Cilindros

Los cilindros se encuentran ubicados alrededor de toda la estación neumática, estos son de simple y doble acción, además de ser de tipo swing para la rotación de los brazos neumáticos. Los cilindros de doble acción son los que están ubicados en la mayoría de las etapas pues se necesita controlar la salida y la entrada de los mismos; mientras que los cilindros de simple efecto son de tipo push (retorno resorte) y se utilizan en la distribución de cilindro de aluminio para evitar que más de uno baje a la siguiente etapa y por esto es necesario que la presión mecánica sea constante 75 PSI [12]

Tabla. 2.9. Descripción de los cilindros

TIPO	DESCRIPCION	NUMERACION	LONGITUD (cm)	MARCA
Doble	Eleva el robot de	1	11.5	KOGANEI

efecto	materia prima			
Rotatorio	Gira el robot de materia prima	2	-	KOGANEI
Doble efecto	Aleja el robot de materia prima	3	10	SOLTAM
Gripper	Coloca la materia prima en palet	4	-	PHD
Doble efecto	Eleva el robot de materia prima	5	9	KOGANEI
Rotatorio	Gira el robot de materia prima	6	-	KOGANEI
Doble efecto	Aleja el robot de materia prima	7	25	SOLTAM
Gripper	Coloca palet en conveyor	8	-	PHD
Doble efecto	Mantiene cilindros listos para descarga	9	6	HUMPHREY
Simple efecto push	Evita que caiga más de un cilindro	10	3.8	HUMPHREY
Simple efecto push	Evita que caiga más de un cilindro	11	3.8	HUMPHREY
Doble efecto	Mantiene cilindros listos para descarga	12	6	HUMPHREY

Doble efecto	Coloca cilindros para el gripper	13	23.5	HUMPHREY
Doble efecto	Coloca bloques plásticos en palet	14	12	HUMPHREY
Doble efecto	Coloca palets para trabajo	15	8.5	HUMPHREY

2.1.2 Normalización

Los elementos que forman parte de la estación, se encuentran normados en su mayoría para cumplir con requisitos que garanticen su funcionamiento o seguridad de funcionamiento frente a situaciones extremas o fuera de control.

Tabla. 2.10. Normas que cumplen los elementos

NORMAS	DESCRIPCION
DIN VDE 0641 EN 60 595	Capacidad de ruptura frente a alta corriente
DIN 40050 (IP 00)	Grado de protección
DIN VDE 03 04 parte 3	Grado de flamibilidad

2.2 FUJO DE MATERIALES

La estación neumática es usada para alimentar al sistema de manufactura, con una variedad de materias primas y pallets, de acuerdo con una orden que es preparada por el operador de la estación de control CIM-2000. Los materiales que la

estación neumática podrá proveer al sistema integrado de manufactura son los siguientes:

- Un pallet vacío
- Un pallet cargado con una barra cilíndrica de 26 mm. de diámetro
- Un pallet cargado con una barra cilíndrica de 20 mm. de diámetro
- Un pallet cargado con una base acrílica rectangular.

Como se puede observar todos los materiales proporcionados por la estación neumática serán una combinación de pallet y materia prima, o simplemente será un pallet. Esto se debe a la característica del conveyor, vagones y materias primas que necesitan un sistema de transporte que se ajuste a su diseño y limitaciones.

2.2.1.- Arquitectura

La estación neumática contiene 6 dispositivos principales:

2.2.1.1 Almacén de Pallets

Es un depósito de aluminio, con una capacidad máxima de 8 pallets, equipado con un cilindro de doble efecto para colocar los pallets en la zona de carga, y sensores de presencia de pallet para colocación. Las dimensiones de este almacén son: 29 x 10.5 x 10.5 (cm).

2.2.1.2 Almacén de Bases Rectangulares

Es un depósito de aluminio, puede contener hasta 13 bases; equipado con un cilindro de doble efecto para colocar las bases sobre el pallet que este en la zona de

carga, y switch de presencia de bases. Las dimensiones de este almacén son: 16 x 8.1 x 5.5 (cm).

2.2.1.3 Almacén de Cilindros

Este almacén es un plano inclinado de 16 grados, el cual consta de un alimentador de barras cilíndricas que incluye dos vías de alimentación, dos actuadores de verja, dos actuadores de freno, barra cargante y un actuador en cascada, posee también una riel y una rampa y una caja de reserva, la cual, es usada para recolectar las barras inapropiadas cargadas durante el proceso por el alimentador.

Los depósitos para barras cilíndricas, tienen cada uno capacidad para un máximo de 10 barras, con un carril y con un manipulador de carga, dispositivos sensores de presencia de barras cilíndricas.

2.2.1.4 Manipulador de Pallets

Un brazo neumático, utilizado para cargar pallets. El brazo está equipado con un gripper neumático el cual toma al pallet por la sección de agarre y lo lleva desde la zona de carga hacia el conveyor.

2.2.1.5 Manipulador de Cilindros

Un brazo neumático, utilizado para colocar las barras cilíndricas en el pallet de la zona de carga. El brazo está equipado con un gripper neumático el cual toma la barra cilíndrica, mide su diámetro y si no cumple lo requerido, la coloca en el depósito de materiales defectuosos.

2.2.1.6 Depósito de Material Defectuoso

Es una célula de aluminio para recolectar barras imperfectas que fueron removidas durante el proceso de alimentación, y cuya decisión es tomada por el gripper.

2.2.2 Distribución de los Elementos

En este caso, se debe verificar que las acciones tomadas por los elementos de la estación, no puedan interferir entre sí, ya que podrían darse golpes no deseados. Cabe destacar que la lógica de funcionamiento no permite ningún error de este tipo, pues más adelante se describe la condición de trabajo de cada elemento, lo cual demostrará que a pesar de que se pueda tener impedimento físicos, la interferencia en las acciones no es posible.

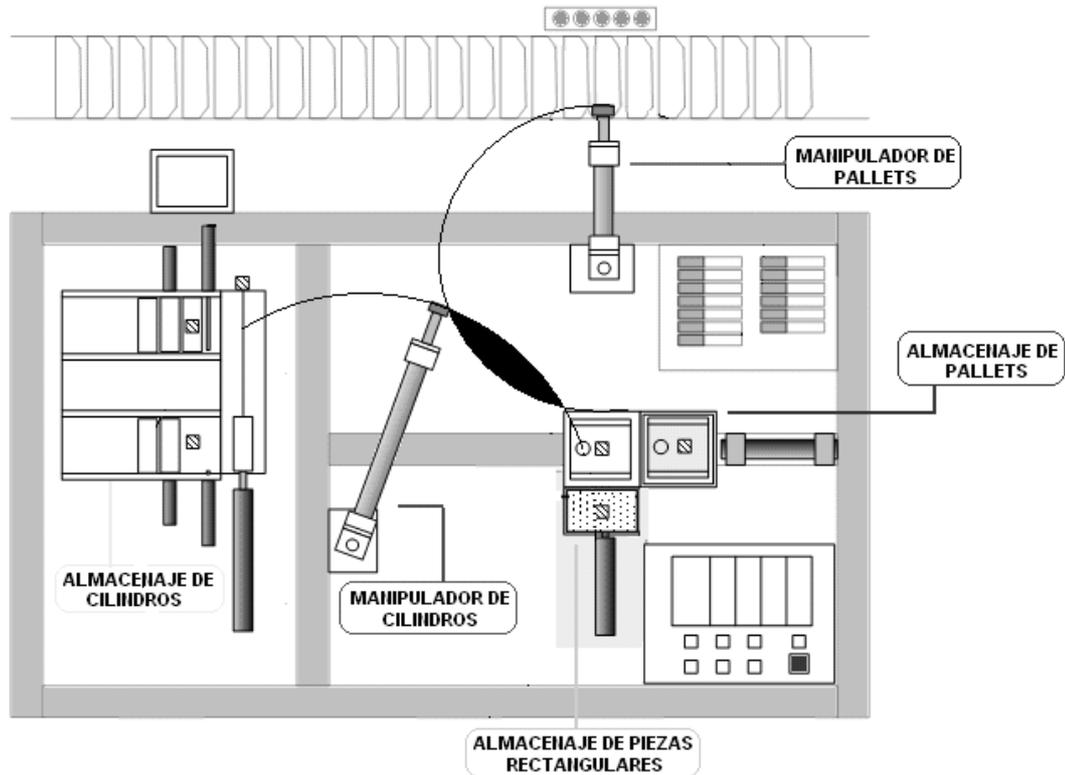


Figura. 2.10. Alcance de los robots neumáticos

En el área de trabajo de los brazos neumáticos se puede provocar una interferencia en sus acciones pues podría chocar. Pero en estas situaciones cada brazo tiene condiciones previas a sus acciones que hacen que operen de una manera tal, que el cruce de sus áreas de trabajo solo se da en la teoría más no en la práctica.

Tabla. 2.11. Partes de la estación PN-2800

Elementos	11. Manipulador de cilindros
1. Banda Transportadora	12. Lector identificador de Pallets
2. Depósito de cilindros defectuosas	13. Manipulador de Pallets
3. Compuerta de cilindros 1	14. Válvulas electro-

	neumáticas
4. Freno de cilindros 1	15. Área de carga
5. Alimentador de cilindros 1	16. Depósito de Pallets (máx. 8)
6. Canaleta	17. Manipulador de Pallets
7. Alimentador de cilindros 2	18. Depósito bases rectangulares
8. Freno de cilindros 2	19. PLC
9. Compuerta de cilindros 2	20. Panel de control
10. Actuador de canaleta	21. Manipulador bases rectangulares

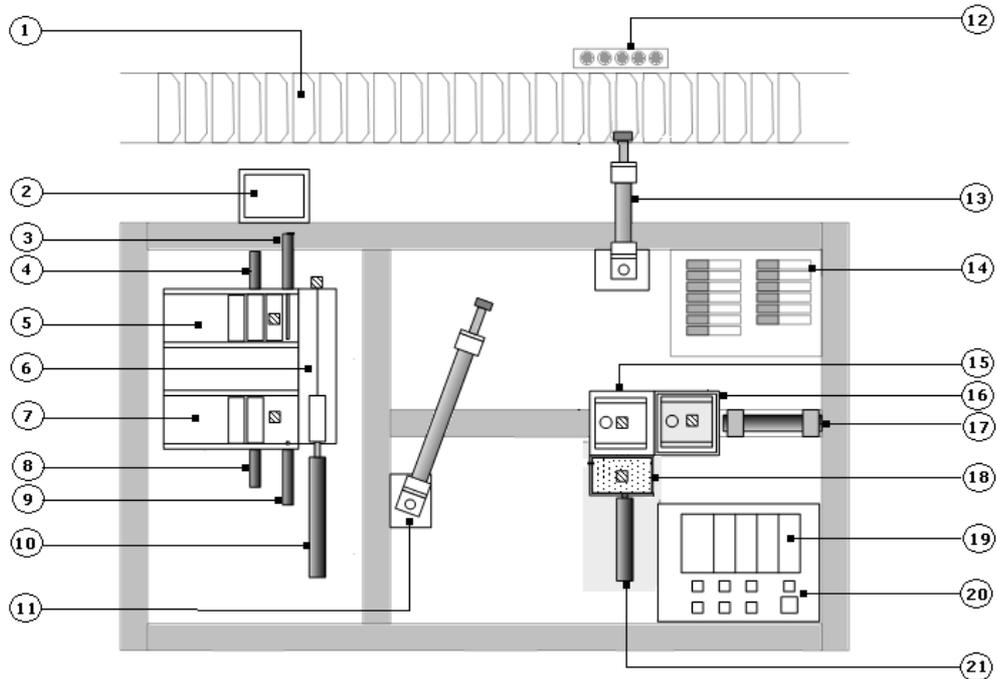


Figura. 2.11. Partes de la estación PN-2800

2.2.3 Acciones y relaciones

La estación neumática realiza varias verificaciones durante el ingreso de materiales al proceso de alimentación. Estas son:

2.2.3.1 Para los pallets.

La estación verifica si existen pallets en el área de carga. Esto se hace con un sensor de presión localizado en la parte inferior del depósito de los pallets, que indica si hay o no pallets disponibles en el mismo; y un sensor de proximidad que avisa si ya existe un pallet en la zona de carga. Las acciones que hacen colocarse al pallet se dan por un cilindro de doble efecto.

2.2.3.2 Para las bases rectangulares

Existe un sensor localizado en el almacén de las bases rectangulares, que indica hay o no bases disponibles en el depósito. Si la petición es de bases rectangulares, el cilindro de pallets actúa luego de verificar si existe un pallet en la zona de carga.

2.2.3.3 Para las barras cilíndricas

Existen sensores localizados en los dos depósitos de barras cilíndricas, que detectan si hay ó no barras disponibles en el depósito. Luego que una barra cilíndrica fue trasladada al carril de alimentación, un sensor de proximidad indica si el manipulador empujó la barra al lugar apropiado.

Esta sección realiza también una función de inspección de las barras cilíndricas, durante la entrada de las mismas: el gripper indica si fue cargada una barra de diámetro apropiado. En caso contrario, el robot removerá la barra defectuosa y la pondrá en el depósito para este fin.

2.2.3.4 Para el brazo manipulador de pallets

Se verifica que el pallet contenga una barra cilíndrica o una base rectangular, y que el brazo manipulador de barras cilíndricas haya regresado a su posición de *estado inicial*. Además para que este manipulador suba o baje, es necesario que haya llegado a unas de sus posiciones finales, es decir frente al conveyor o frente a la zona de carga.

2.2.3.5 Para el brazo manipulador de barras cilíndricas.

Se verifica que el pedido sea de barras cilíndricas. Entonces se verifica si existe una barra cilíndrica en el carril de alimentación para sujetarla y colocarla en la zona de carga previa la verificación de la existencia de un pallet en esta zona. Luego el brazo deposita el cilindro en el pallet y vuelve a su estado inicial para permitir a las demás secciones de la estación que realicen sus respectivas actividades, puesto que mientras el brazo está en acción, ningún otro elemento puede accionarse.

También el gripper del brazo indicará si la barra cilíndrica está acorde a la petición para continuar con el proceso, caso contrario, esta barra será desechada hacia el depósito pertinente.

a estación puede también entregar un pallet vacío, que probablemente es requerido por otra estación del sistema de fabricación; ó también descargar un pallet vacío de un vagón.

2.2.4 Flujo general de materiales

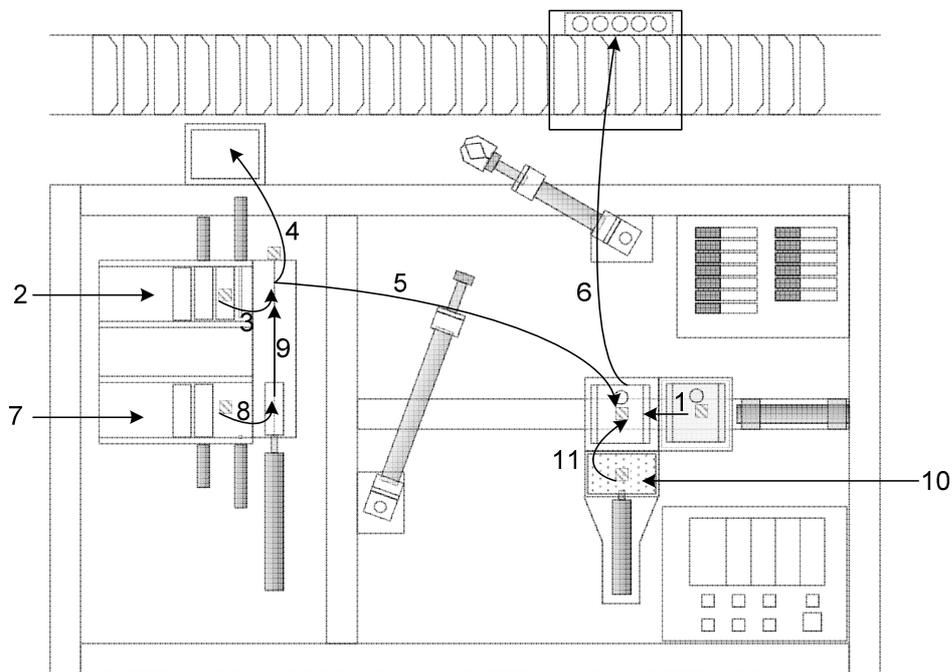


Figura. 2.12. Flujo de materiales en la estación neumática.

Flujo de un Cilindro 1

Flujo normal: 1 y 2 – 3 – 5 – 6

Flujo ante una detección de error en el diámetro: 1 y 2 – 3 – 4

Flujo de un Cilindro 2

Flujo normal: 1 y 7 – 8 – 9 – 5 – 6

Flujo ante una detección de error en el diámetro: 1 y 7 – 8 – 9 – 4

Flujo de una base rectangular

Flujo normal: 10 y 1 – 11 – 6

2.3 FLUJO DE INFORMACION

La estación neumática PN 2800 se encarga de proporcionar materia prima de acuerdo a una orden que es preparada por el operador de la estación central de control del CIM2000. La estación de control no es responsable por el control directo de la estación neumática. Esta es responsable de coordinar el comportamiento de otras estaciones del sistema. Para lograr esta tarea la estación de control envía peticiones adecuadas a la estación neumática. Después que la petición es enviada, la estación de control recibe señales del sensor del conveyor indicando que un vagón vacío está listo en el puerto de carga de la estación neumática. Desde el momento que la estación neumática ha recibido una petición, solamente la unidad de control de esta estación es responsable de su comportamiento.

Para realizar las tareas descritas, el CIM debe intercambiar información para lo cual se utiliza comunicación MODBUS y MODBUS PLUS.

Lista de datos

La lista de datos que componen la estación neumática son:

1. Estado ON-OFF
2. Estado del PLC
3. Presión de aire
4. Existencia de palet
5. Existencia de base rectangular
6. Existencia de cilindro de diámetro 1
7. Existencia de cilindro de diámetro 2
8. Diámetro del cilindro (1 y 2)
9. Posición del manipulador de cilindros
10. Posición del manipulador de palets

Candidatos o datos de mejora:

1. Flujo de aire o velocidad de los actuadores
2. Cantidad de Cilindros en el plano inclinado
3. Cantidad de palets en almacén
4. Cantidad de bases rectangulares en almacén

2.3.1 Definición de Datos

2.3.1.1 Estado del PLC

Este dato indica si el PLC se encuentra encendido o apagado. El tipo de dato es discreto de lectura.

2.3.1.2 Presión de Aire

Este dato es proporcionado por un sensor que indica si la presión es de por lo menos 70 PSI. El dato es discreto y de lectura.

2.3.1.3 Existencia de Palets

La existencia de al menos un palet es un dato necesario para que el sistema funcione, esta señal se obtiene de un sensor ubicado en la base del almacén. El tipo de dato es discreto de lectura.

2.3.1.4 Existencia de Bases Rectangulares

De acuerdo a la petición hecha por la estación de control, cuando el requerimiento incluya una base rectangular, es necesario determinar que por lo menos exista una antes de proceder. El tipo de dato es discreto de lectura.

2.3.1.5 Existencia de Cilindro de diámetro 1

Este dato es proporcionado por un sensor ubicado en el plano inclinado. El tipo de dato es discreto de lectura.

2.3.1.6 Existencia de Cilindro de diámetro 2

Este dato es proporcionado por un sensor ubicado en el plano inclinado. El tipo de dato es discreto de lectura.

2.3.1.7 Diámetro del cilindro (1 y 2)

La selección y control de calidad de la materia prima se realiza mediante la comparación de un valor determinado en los registros del PLC y el código que entrega el sensor del gripper de acuerdo al diámetro del cilindro. Mediante este dato se determina si el cilindro que se encuentra en ese momento en el gripper cumple con las características necesarias, o si es necesario desecharlo.

El dato obtenido es por tanto un valor entero de lectura.

2.3.1.8 Posición del manipulador de cilindros

Este manipulador permite mover los cilindros desde el plano inclinado hacia los palets, o en caso de ser necesario desechar un cilindro arrojándolo en el basurero de la estación. Los movimientos realizados por este actuador no tienen posiciones intermedias, simplemente sus movimientos tienen paradas fijas en sus límites de libertad, la posición se determina por sensores de proximidad.

El tipo de dato es discreto y de lectura.

2.3.1.9 Posición del manipulador de Pallets

Este brazo permite mover los palets vacíos o cargados con materia prima desde el almacén hasta el vagón que se encuentra en el conveyor. Los movimientos realizados por este actuador no tienen posiciones intermedias, simplemente sus movimientos tienen paradas fijas en sus límites de libertad, la posición se determina por sensores de proximidad. El tipo de dato es discreto de lectura.

2.3.2 Definición de candidatos

2.3.2.1 Flujo de aire o velocidad de los actuadores

Este tipo de dato permitiría conocer la velocidad a la que los actuadores funcionan, sobre todo los que conforman los manipuladores de cilindros y palets. El conocimiento de este dato permitiría al controlador determinar velocidades de funcionamiento con parámetros de seguridad, esto se debe a que una velocidad excesiva podría provocar fallas en la colocación de la materia prima, o caída de las mismas desde los gripper. El tipo de dato sería entero de lectura.

2.3.2.2 Cantidad de Cilindros en el plano inclinado

Los sensores actuales con que cuenta el plano inclinado solo permiten conocer la existencia o no de cilindros, pero no da información de la cantidad exacta de estos. La mejora consistiría en conocer al iniciar el proceso si el plano inclinado contaba o no con la cantidad máxima de cilindros que se podría colocar en el plano. La desventaja sería que una manipulación externa haría que el controlador falle y pierda la información sobre la cantidad exacta de cilindros que existe.

2.3.2.3 Cantidad de palets en Almacén

La limitación actual de la detección de palets está en que el sensor usado solo permite conocer la existencia o no de este. Una mejora requerida sería poder conocer la cantidad exacta de palets que se encuentra en el almacén, pero debido a las limitaciones físicas de construcción del almacén no sería posible determinar la cantidad de palets de manera continua, la única opción sería detectar si al iniciar el

funcionamiento de la estación existía o no la cantidad máxima de palets que se puede almacenar. Una vez que la estación empezó a funcionar no se debe permitir adicionar manualmente más palets al almacén ya que esta acción provocaría una falla en la información obtenida.

2.3.2.4 Cantidad de Bases Rectangulares en Almacén

La importancia de esta información es la misma que se describió para la detección de la cantidad de palets. El problema existente en este caso es el material de la base que no puede ser detectado con los sensores anteriormente usados, la solución adecuada sería usar un fin de carrera que se encuentre en la parte superior del almacén, de esta manera el controlador conocerá cuando el almacén de bases rectangulares está en su máxima capacidad, pero de igual manera se debe tomar en cuenta las perturbaciones externas que pueden provocar la pérdida de información.

CAPÍTULO 3

DISEÑO DE SOFTWARE

Este capítulo contiene los programas que son utilizados tanto para el diseño de la estación, así como también para el simulador, además el modelo matemático con sus ecuaciones para la obtención de valores de tiempo, los procedimientos del ingreso de los mismos en el software de animación y la implementación del simulador.

3.1 Criterios De Software seleccionado

Autocad es un software apropiado para la ingeniería debido a su fácil manejo, precisión en sus medidas, variedad de comandos y herramientas, para la elaboración de planos y elementos en dos o tres dimensiones, permitiendo así una mejor apreciación de los modelos realizados a escala, y su compatibilidad con otros programas para la animación de la estación virtual [6].

3d Studio Max permite un gran alcance para la animación de la estación virtual permitiendo acercarse a la realidad debido a su amplia gama de herramientas. Entre

sus herramientas se encuentran editores de curvas de tiempo, renderización para mayor realismo y compatibilidad con archivos de Autocad, para la importación de los elementos [7].

Macromedia Flash mejora la creatividad, proporcionando un mayor nivel de control y más capacidades de integración con un amplio conjunto de herramientas. Las características de Flash ayudan a crear rápidamente una amplia gama de contenido, el lenguaje de ActionScript que forma parte de Macromedia Flash Basic 8 y Macromedia Flash Professional 8 ofrece a los diseñadores y desarrolladores muchas ventajas. Con ActionScript se puede controlar la reproducción del documento en respuesta a eventos, como tiempo transcurrido y carga de datos; añadir interactividad a un documento en respuesta a acciones de los usuarios, como un clic en un botón; utilizar objetos incorporados, como un objeto de botón, con métodos, propiedades y eventos asociados incorporados; crear clases y objetos personalizados, y crear aplicaciones más compactas y eficientes que las que se podrían crear utilizando herramientas de la interfaz de usuario. Todo ello con código que se puede reutilizar [8].

ActionScript es un lenguaje de creación de scripts orientado a objetos que ofrece control sobre cómo se reproduce el contenido de Flash.

3.2 Modelo Matemático de los actuadores

Las variables y actuadores que influyen dentro del sistema de funcionamiento, son el Q_i (caudal que fluye desde la válvula reguladora de presión hacia la electroválvula) y Q_s (caudal que circula de la solenoide hacia el actuador, de tal manera, se obtiene las siguientes ecuaciones:

$$Q_i = A * v \text{ (Ecuación 1)}$$

$$Q_s = \frac{Vc}{t} \text{ (Ecuación 2)}$$

$$A * v = \frac{Vc}{t} \text{(Ecuación 3)}$$

$$v = \frac{Vc}{A*t} \text{(Ecuación 4)}$$

El sistema de control dinámico se establece de la siguiente manera

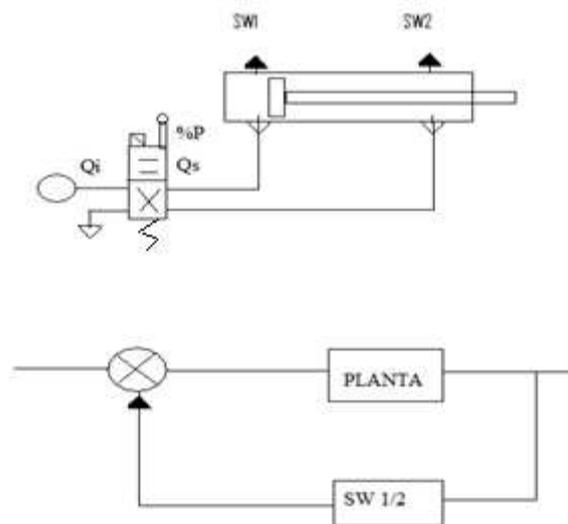


Figura. 3.1. Sistema de control dinámico ON/OFF de los actuadores

Sistema de control ON/OFF, de donde la distancia depende de los sensores de proximidad, permite calcular el tiempo y velocidad requerida de cada actuador para las distancias a recorrer de cada uno de los vástagos.

Se realiza la medición de caudal, para la electroválvula sin el actuador, y a continuación la medida de caudal de la electroválvula con actuador.

A continuación se muestra los cálculos realizados para cada uno de los actuadores:

Actuador Manipulador de Cilindros

Subir

$$Q = 78 \left(\frac{cm^3}{s} \right)$$

$$Q_s = \frac{Vc}{t}$$

$$t = \frac{Vc}{Q_i}$$

$$D_1 = 4(cm)$$

$$D_2 = 1,2(cm)$$

$$L=15 (cm)$$

$$t = \frac{188,5(cm^3)}{78(cm^3/s)} = 2,40(s) \text{ Ecuacion (5)}$$

$$v_s = \frac{78(cm^3/s)}{2^2 * \pi} = 6,2(cm/s)$$

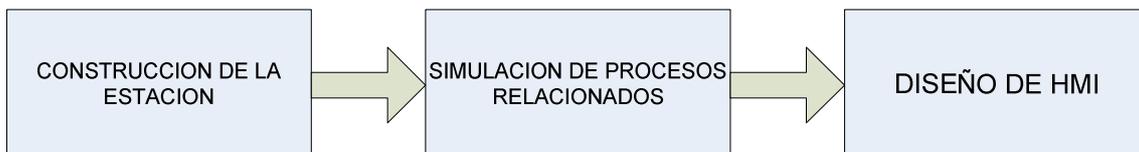
Tabla. 3.1. Valores obtenidos y margen de error

Actuador	Volumen	Caudal	Tiempo	Velocidad	Tiempo Real	Error
Manipulador de Cilindros						
Subir	188,50	81	2,33	6,20	2,48	6,16%
Bajar	171,50	63	2,72	5,24	2,90	6,13%
Giro	180,00	60	3,00	2,50	3,10	3,23%
Estira	152,70	40	3,82	6,37	3,50	-9,07%
Encoge	146,59	30	4,89	6,20	4,73	-3,31%
Manipulador de Pallets						
Subir	94,30	67	1,41	5,33	1,50	6,17%
Bajar	85,70	35	2,45	3,60	2,60	5,82%
Giro	180,00	60	3,00	2,50	3,18	5,66%
Estira	50,00	35	1,43	6,08	1,40	-2,04%
Encoge	48,00	35	1,37	5,90	1,34	-2,35%

Una vez analizados estos valores, se comprueba con la estación física, y se determina que su aproximación es bastante alta, existe un error de apenas un +5%, debido que el sistema de control diseñado es ideal, y no se toma en cuenta gravedad, ni fricción, ni factores de impurezas.

3.3 ELABORACION DEL SIMULADOR

La elaboración está enfocada en tres bloques para poder realizar de una manera adecuada la implementación total, estos bloques se encuentran establecidos de la siguiente manera:

**Figura. 3.2. Diagrama de bloques de elaboración de un simulador**

3.3.1 Construcción de la estación

Para el diseño y ensamblaje de la estación, se utiliza el software Autocad, tomando en cuenta su escala de 1:10, como se muestra en la figura siguiente.

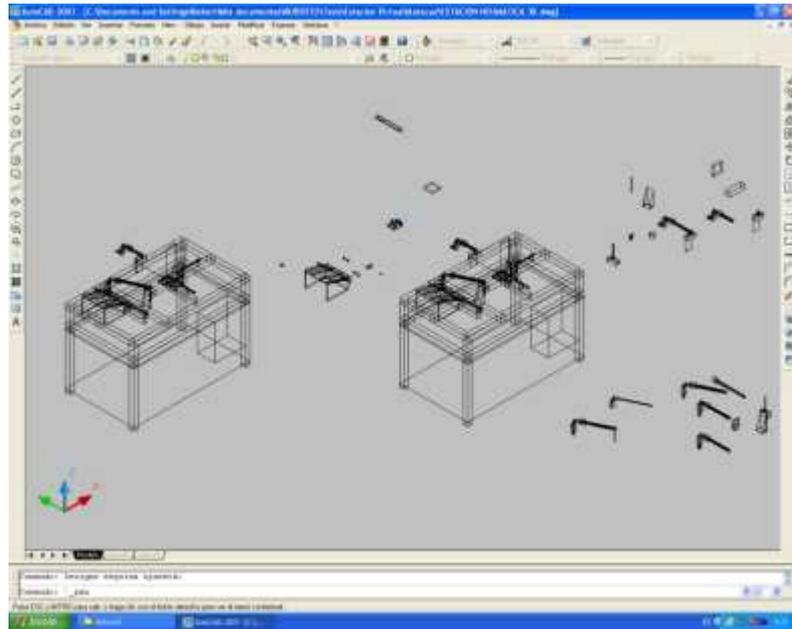


Figura. 3.3. Diseño de la estación en Software Autocad 3D

Cada uno de sus elementos, fue realizado de forma individual, para poder manipularlos en el software de animación, y nombrar cada una de las partes, de tal manera que se pueda exportar uno a uno de los elementos.

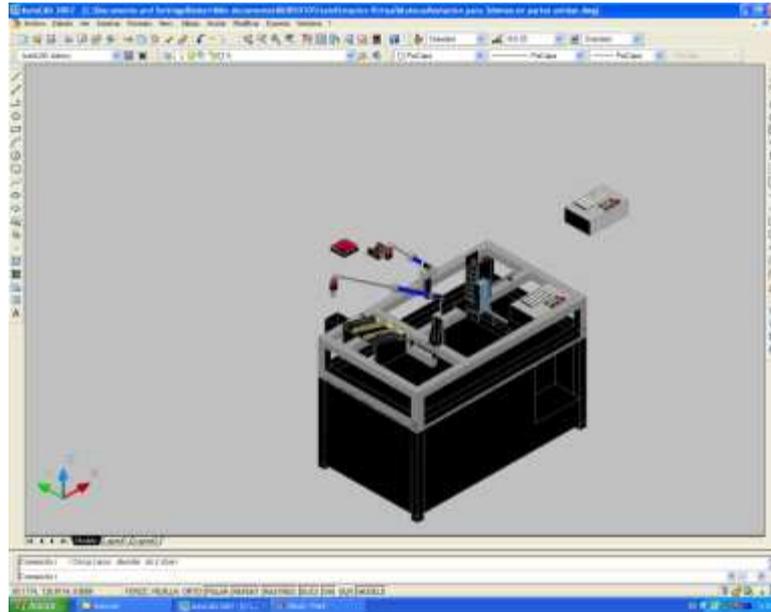


Figura. 3.4. Estación ensamblada y con textura

3.3.2 Simulación de procesos relacionados de la estación

Una vez terminada la estación en forma sólida se realiza la exportación al software 3dsMax, para su respectiva animación, Para realizar la importación de los elementos, cada uno deberá estar identificado, de tal manera que cuando se necesite animar un actuador y un elemento de materia prima, se asigna la animación a los sólidos determinados.

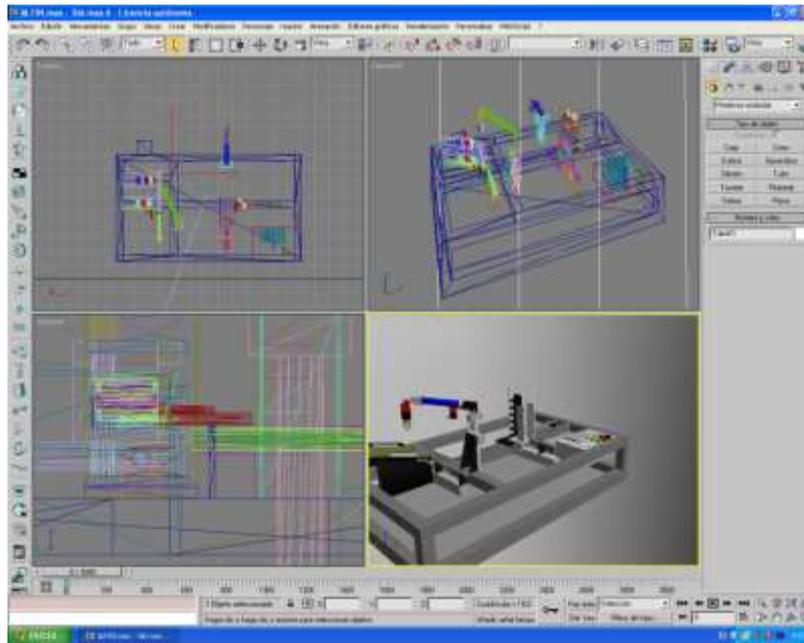


Figura. 3.5. Estacion Importada en 3dsMax

3.3.2.1 Desarrollo de proceso de simulación

En 3dsMax se carga los tiempos determinados en las ecuaciones 1, 2, 3, 4, 5 y la Tabla 3.1, estos valores permitirán realizar la simulación de cada uno de los actuadores en cada uno de los modos de operación, ya que dispone de un editor de trayectorias y tiempos, que permiten modificar los tiempos de animación de cada sólido, estos son ingresados en una lista de modificadores que permiten hacer ajustes de acuerdo a la petición del elemento a ser animado, además que se realiza una secuencia para mantener el orden de operación de cada sólido. En la casilla Tiempo se ingresa los valores de cada uno de los actuadores determinados anteriormente.



Figura. 3.6. Ingreso de tiempos y tipo de trayectoria

Dentro de animación se ingresa el tipo de trayectoria, ya sea de tipo rotación o posición, con sus respectivos tiempos de duración para cumplir su trayectoria, como indica en la figura anterior, una vez, ingresado el tiempo, se debe tomar en cuenta la secuencia en que sucede cada evento, ya sea que opera el manipulador de cilindros, pero solo si existe un cilindro en el puerto de cilindros, además estos tiempos están tomados en cuenta para una secuencia de imágenes para 30 fps, que brinda una alta calidad de video y un espacio pequeño de memoria.

3.3.2.2 Simulación de la estación

Para mantener el realismo de la estación se renderiza cada uno de los modos de operación tomando en cuenta la mejor vista, ya que sus archivos serán importados en el software principal de simulación. Para implementar la simulación de la interfaz HMI, no hay que olvidar que el nivel de compresión determina la velocidad de reproducción, mientras la compresión sea más compacta y tomando en cuenta el tipo de formato que se va comprimir, por lo que se realiza una secuencia de imágenes tipo JPEG, de alta calidad tipo diapositiva con una definición de 1024x678, y con secuencia de video MOV, que permitirá realizar la importación de una forma más ligera al realizar la conversión de MOV a FLV, para la integración total, La cámara debe determinarse aun punto central de la estación, y la iluminación es de tipo avanzada con foco central en el punto medio en las coordenadas de las XY, y una altura $Z = 2$ metros desde la base de la estación.

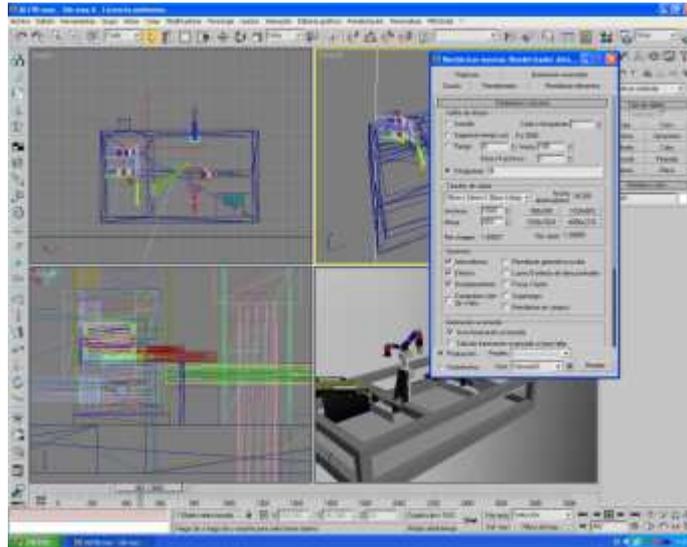


Figura. 3.7. Modificación para render de estación

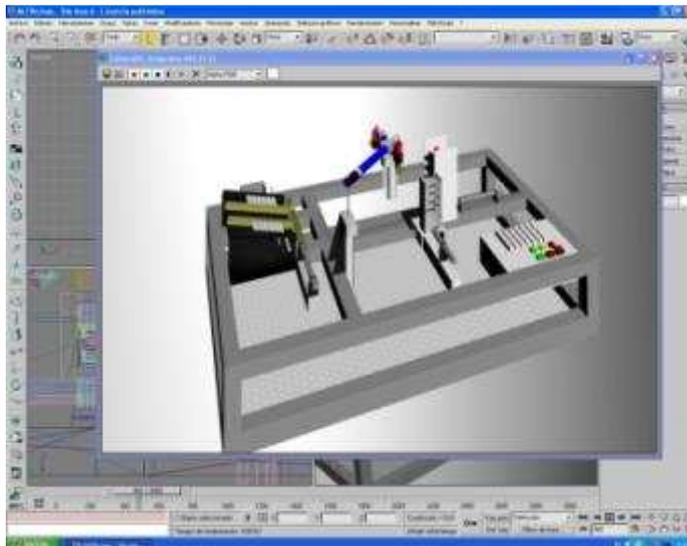


Figura. 3.8. Imagen de estación final renderizada

3.4 Desarrollo de simulador de interfaz HMI

3.4.1 Variables

Para la colección de datos se toma en cuenta las variables a ser utilizadas que permiten realizar los diagramas de flujo para la correcta realización del código de programación en sus diferentes modos de operación.

```
auto=0;           //modo automático

manual=0;        //modo manual

semiauto=0;     //modo semiautomático

mc_d=0; //manipulador de cilindros abajo

mc_g=0; //manipulador de cilindros gripper

mc_l=0; //manipulador de cilindros izquierda

mc_r=0; //manipulador de cilindros derecha

mc_u=0; //manipulador de cilindros arriba

mp_d=0; //manipulador de pallets abajo

mp_g=0; //manipulador de pallets gripper

mp_l=0; //manipulador de pallets izquierda

mp_r=0; //manipulador de pallets derecha

mp_u=0; //manipulador de pallets abajo

pal_alma=0;      //pallet desde almacén

pal_cicom=0;    //pallet ciclo completo

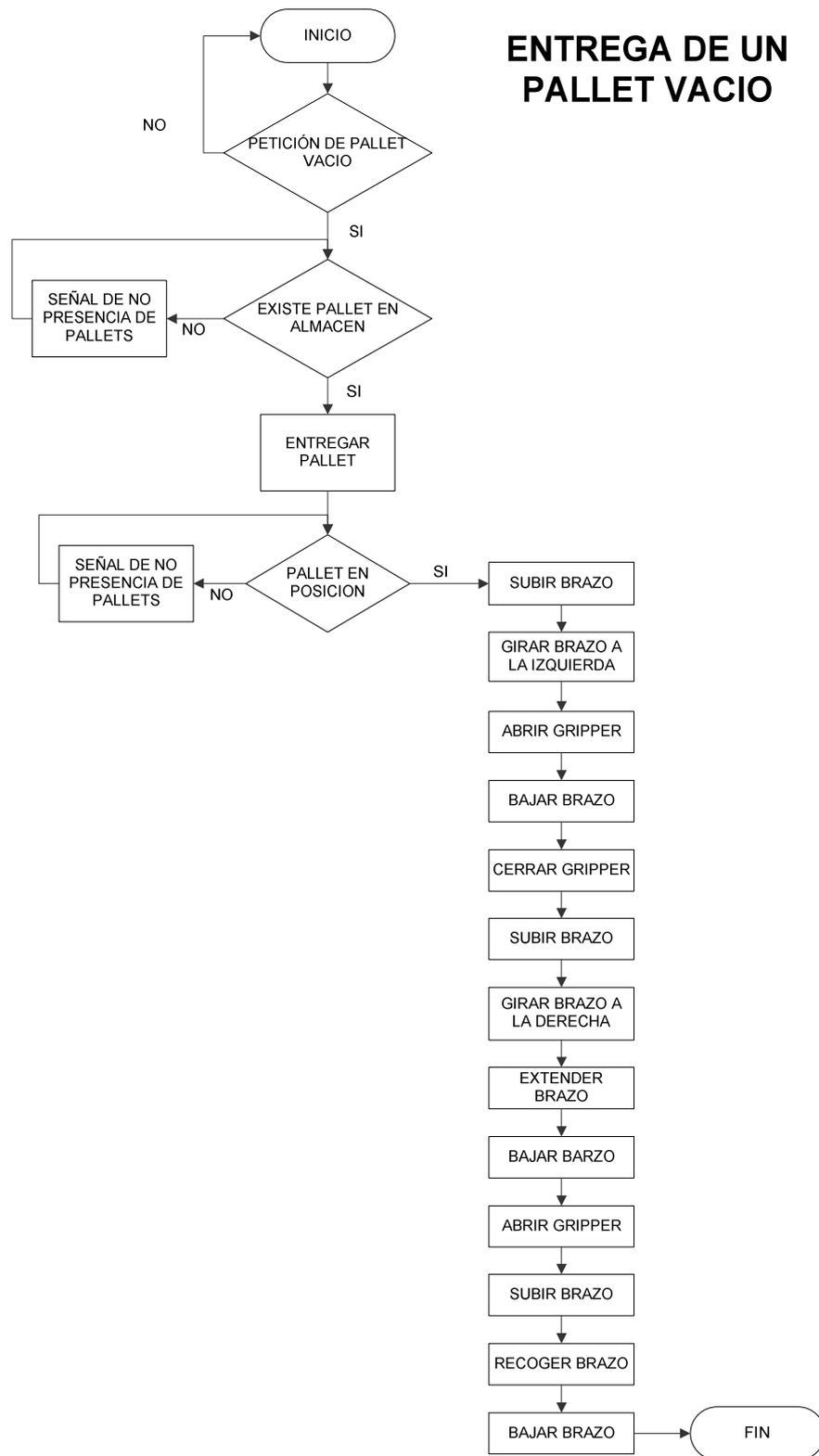
pal_dispen=0;   //pallet desde dispensador

cil1_cicom=0;   //cilindro 1 ciclo completo
```

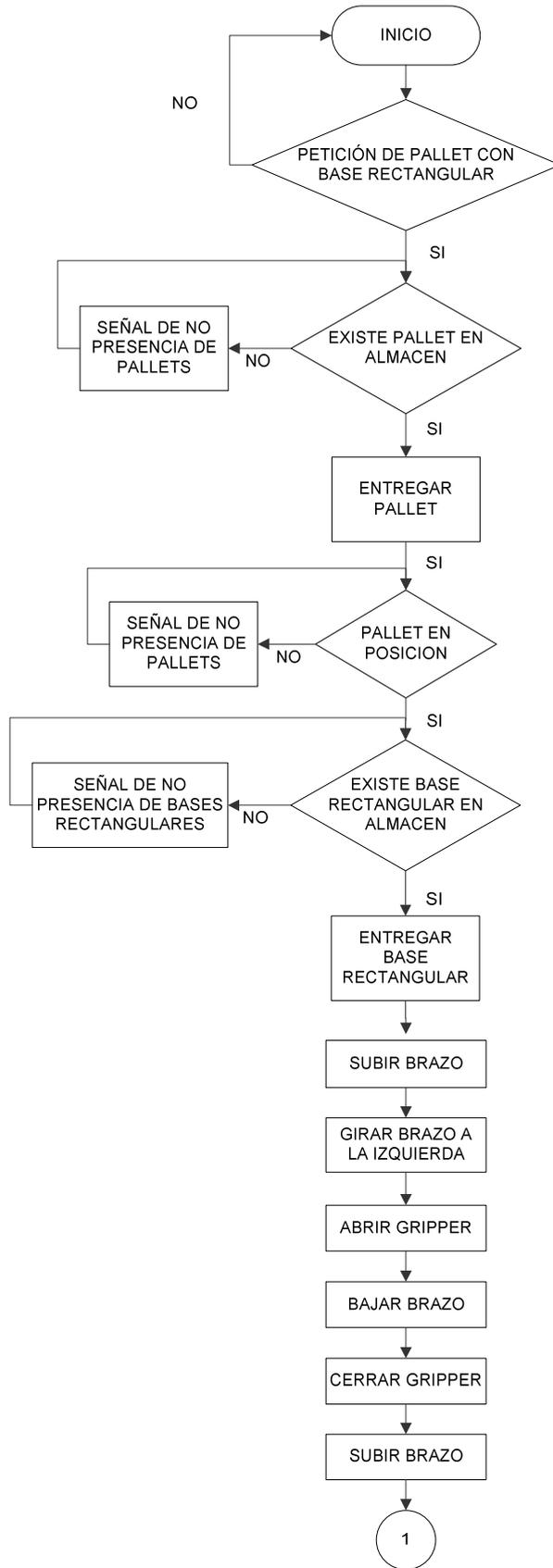
```
cil2_cicom=0; //cilindro2 ciclo completo  
  
solo=0; //cilindro1 desde carril 1 a dispensador  
  
cil2_solo=0 //cilindro2 desde carril 2 a dispensador  
  
base_cicom=0 //base ciclo completo  
  
base_alma=0 //base desde almacén a dispensador  
  
off_plc=0; //apagado de PLC  
  
on_plc=0; // encendido de PLC  
  
reset_plc=0; //Reset PLC
```

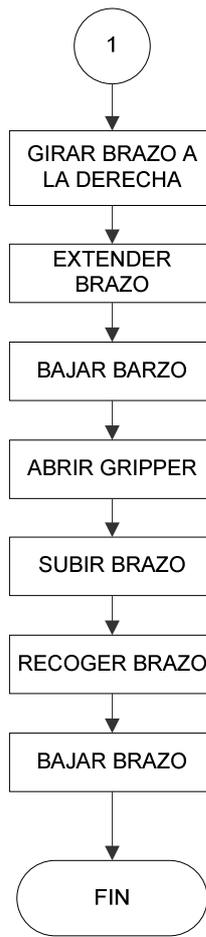
Una vez determinadas las variables a utilizarse, se procede a realizar el diagrama de flujo para mantener el orden de ejecución de las sentencias.

3.4.2 Diagramas De Flujo

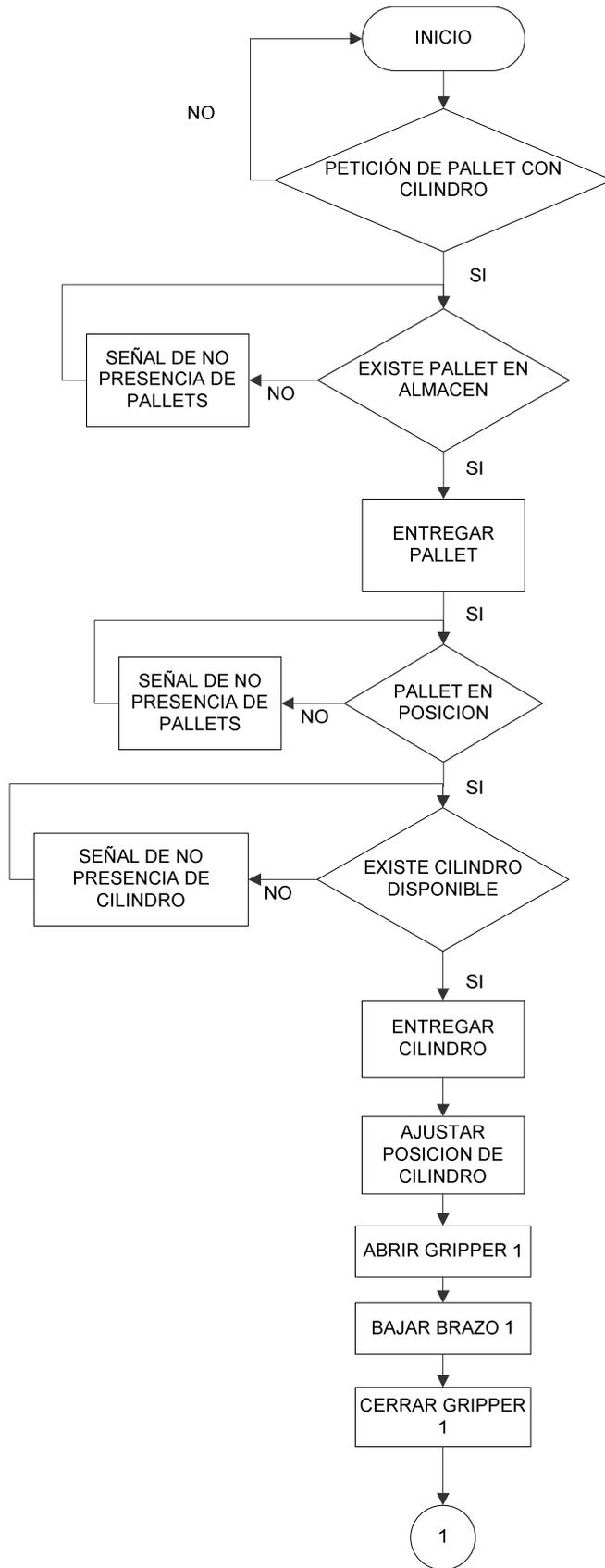


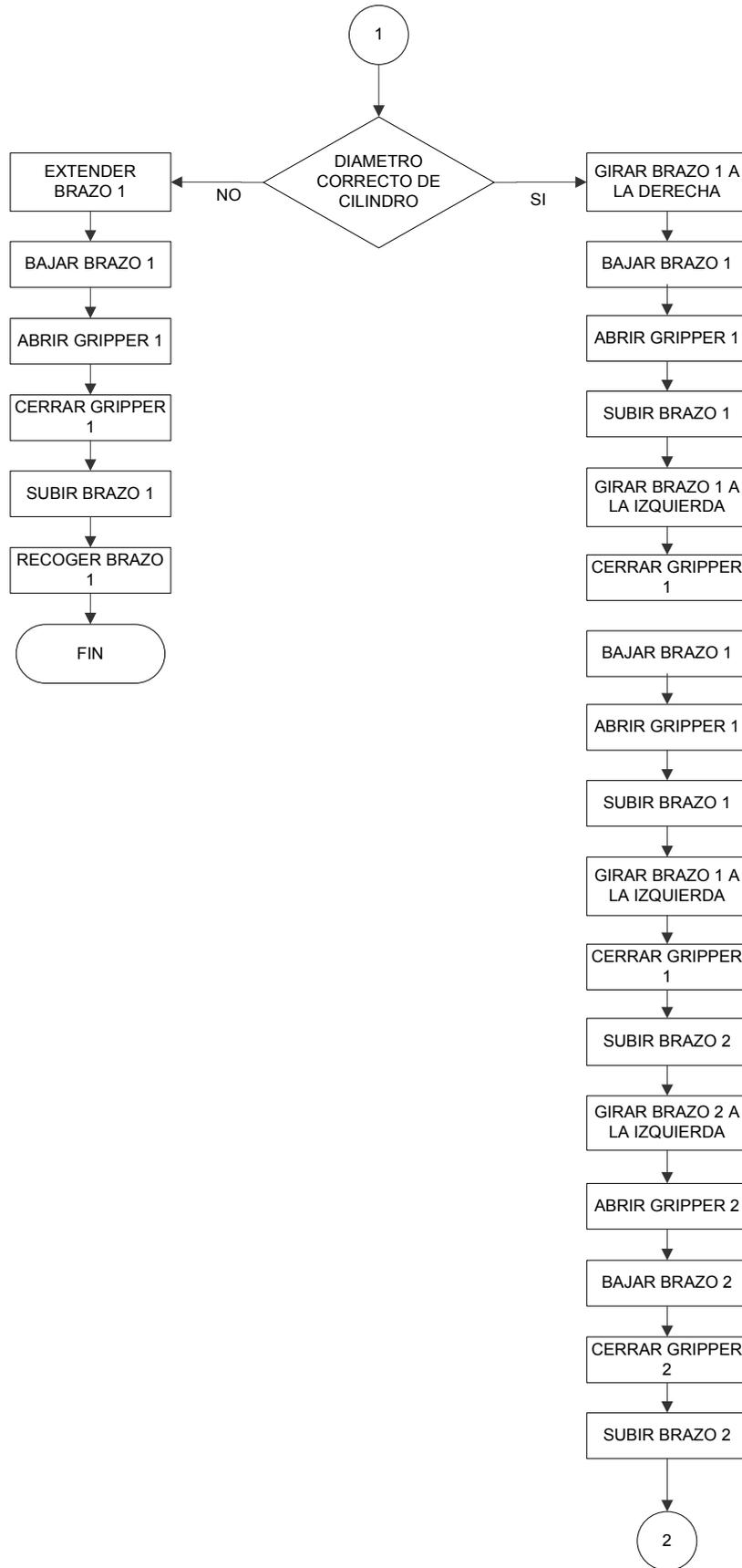
ENTREGA DE UN PALLET CON BASE RECTANGULAR





ENTREGA DE UN PALLET CON CILINDRO







3.4.2 IMPLEMENTACION DEL MODELO EN EL SOFTWARE

Para la elaboración del simulador se utiliza lenguaje ActionScript 2.0 de Macromedia Flash 8, y otra amplia gama de herramientas para la realización de las ventanas de la interfaz HMI simulada, la interfaz simulada fue desarrollada para un ambiente con resolución de 1024x768, de alta densidad.

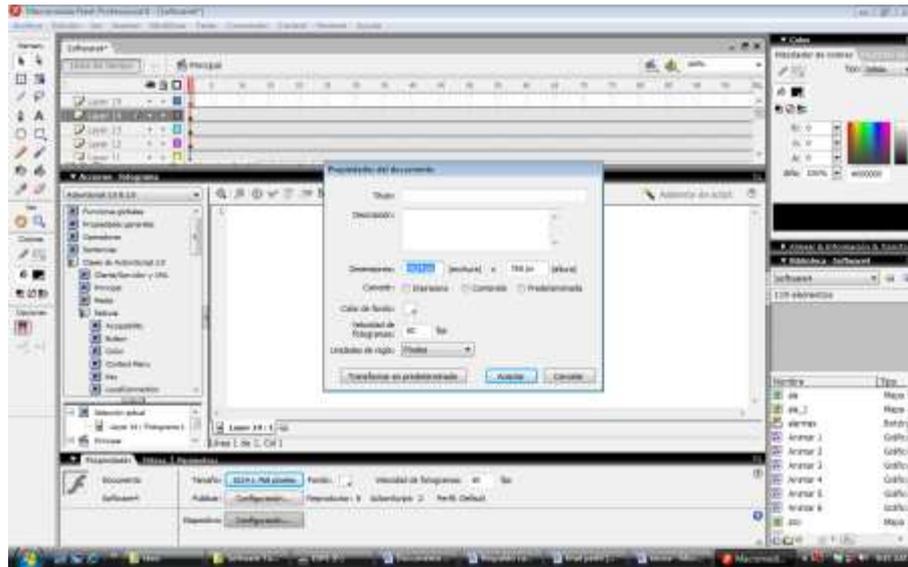


Figura. 3.9. Propiedades de documento

Para la creación de botones y variables se lo realiza directamente a cada botón presionado, ya que de estos depende la ejecución a realizarse. Pero es importante tomar en cuenta que las animaciones de cada botón, se encuentra en cuatro estados de los cuales se utilizaron tres, para mostrar una realidad de ejecución de un botón.

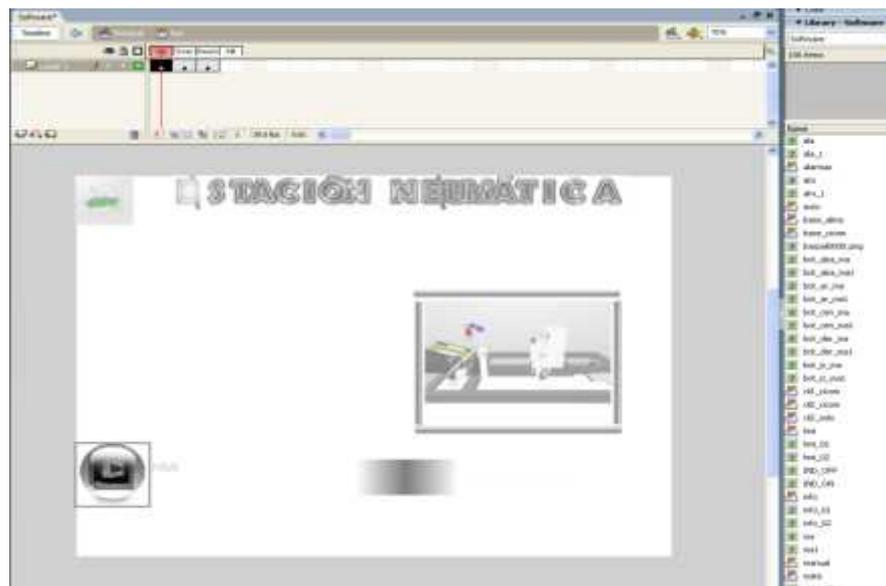


Figura. 3.10. Estado Reposo de botón

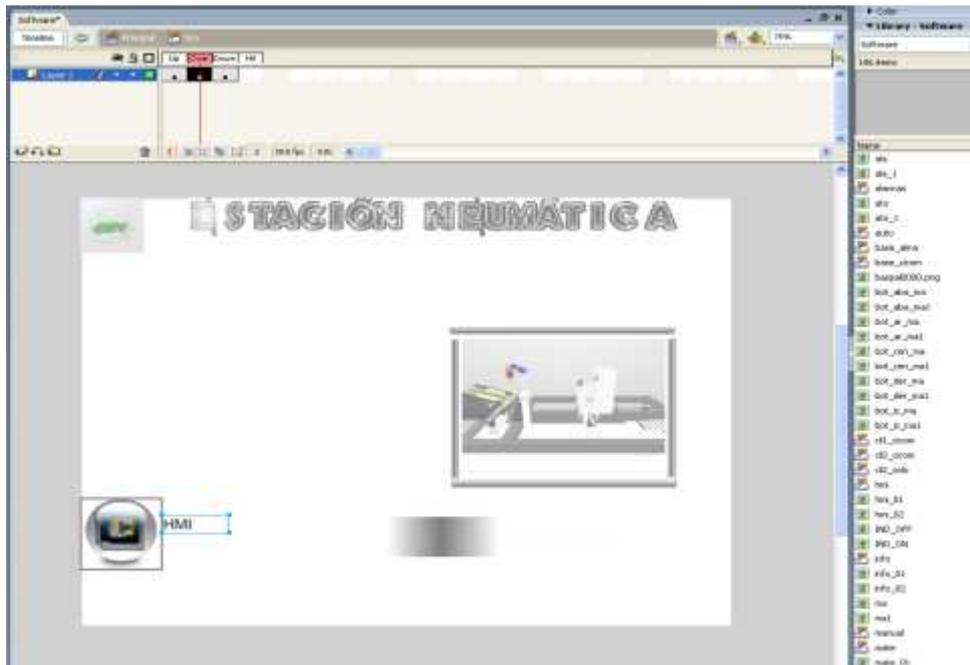


Figura. 3.11. Estado Sobre de botón



Figura. 3.12. Estado Presionado de botón

Para el ingreso de Acciones de cada uno de los botones y asignación de valores para la validación de sentencias se ingresa en el panel acciones como muestra la figura 3.13.

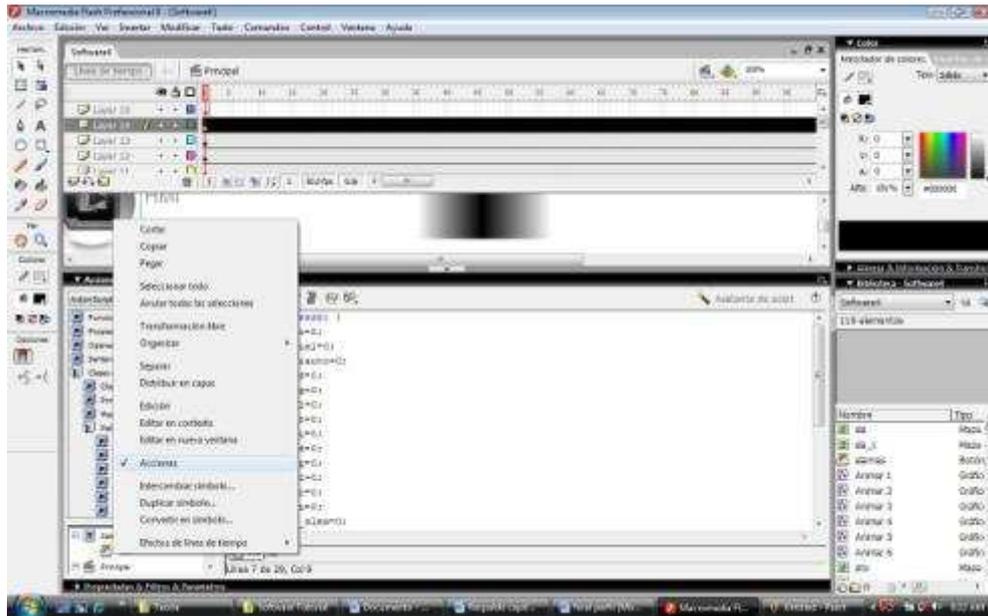


Figura. 3.13. Opción Acciones para ingreso de código

Para la importación de los videos y transformación de video de extensión MOV a FLV, se realiza en la opción Archivo, opción Importar, opción Importar Video, opción Examinar, se escoge la ubicación del video a ser importado, opción siguiente y se selecciona transformación FLV y finalmente la opción aceptar.

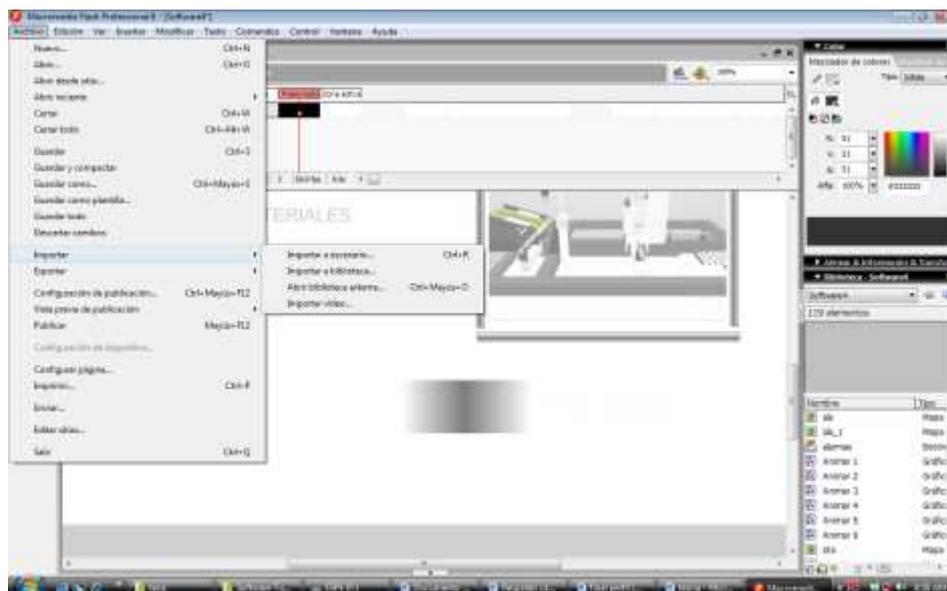


Figura. 3.14. Importar Video

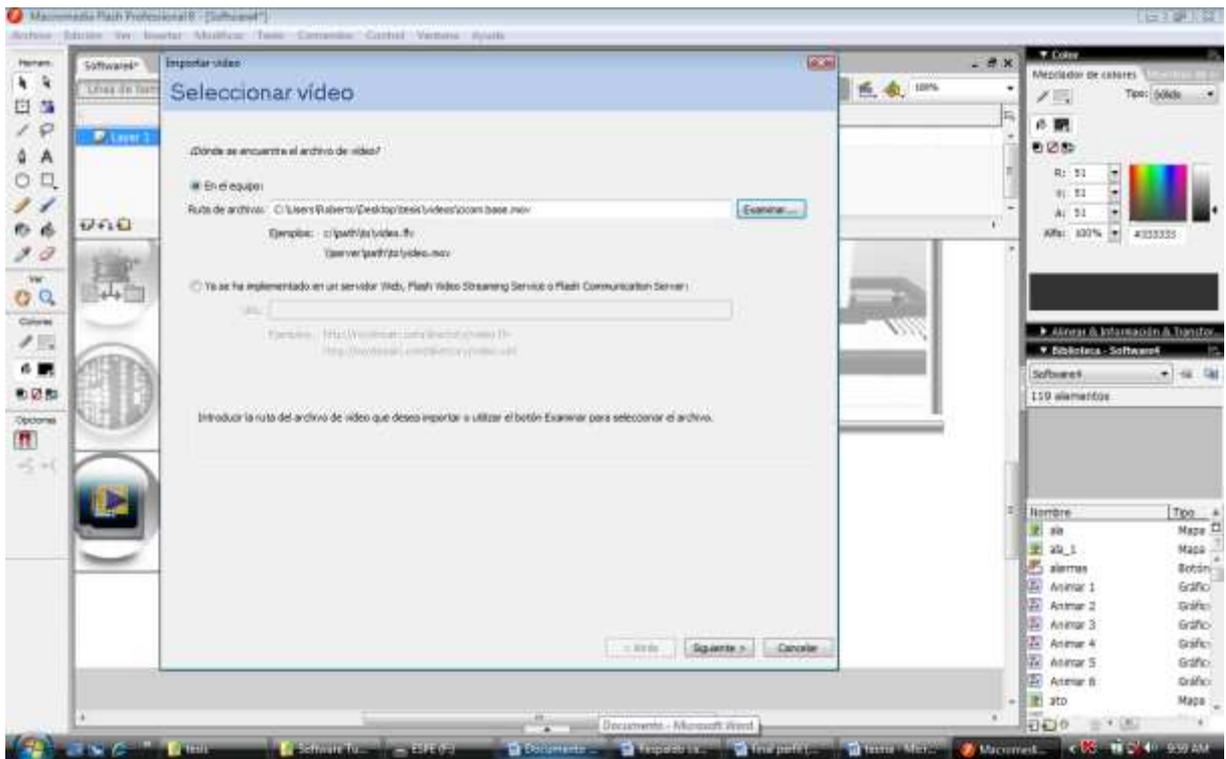


Figura. 3.15. Seleccionar Video

Es importante crear diferentes escenas para la importación de los videos, y acceder a ellas para que el video que se desea realizar la importación sea ingresar en dicha escena en la línea de tiempo.

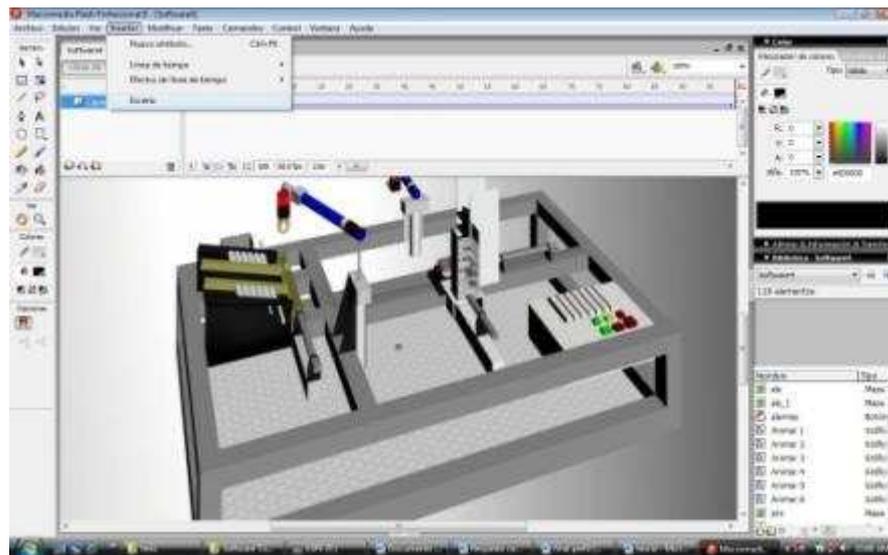


Figura. 3.16. Creación de una escena

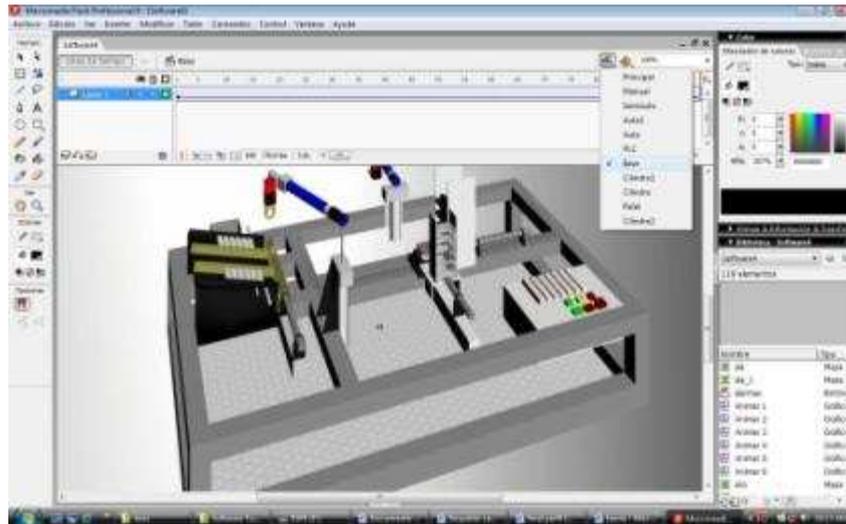


Figura. 3.17. Acceso a otra Escena

En los botones se utiliza la sentencia `on (release)` que permite ejecutar la acción del botón presionado mientras que para la ejecución de cada una de las escenas se realiza un enlace mediante el código de Action Script con la sentencia `gotoAnPlay()`, determinando la escena a ser animada y el frame asignado para el inicio de ejecución de la línea de tiempo, este código es ingresado en el panel acciones como se indico anteriormente.

Una vez ejecutada la escena, se verifica en la línea de tiempo que tipo de ejecución se realizó, determinando en que modo de operación se encuentra, que opción fue solicitada, y que opción se va a realizar dependiendo de cada orden asignada, todo ello se realiza mediante sentencias de comparación `if()`, para lo cual en el panel acciones, se verifica la orden sentenciada y la escena a la que debe dirigirse.

Para ver código de programación total diríjase al ANEXO 1

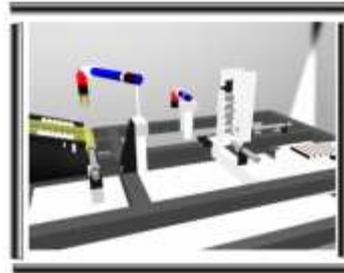
CAPÍTULO 4

ENTORNO DE SIMULACIÓN DE APRENDIZAJE

Este capítulo contiene las prácticas del simulador, de cada uno de los diferentes modos de operación de la estación simulada, así como una explicación de cada uno de los componentes que contiene el software para su fácil aplicación.



ESTACION NEUMÁTICA



PN - 2800

Figura. 4.1 Ventana Principal

Para poder visualizar las diferentes opciones existe una sentencia de condición que para mantener un orden en sus diferentes operaciones de simulación, esta sentencia una vez ejecutada, permite tener acceso a cada uno de los modos de operación.

HMI._ Accede a simulador de estación.

Si se presiona la opción HMI se accede a la siguiente ventana:

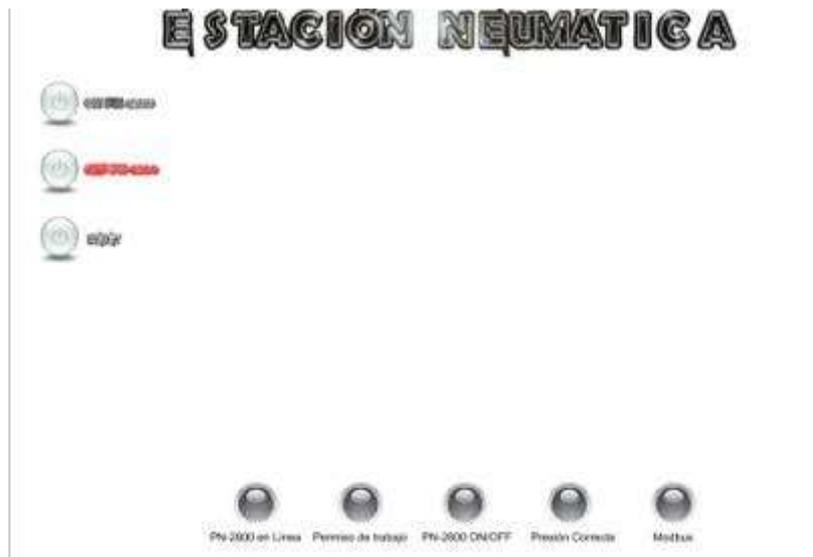


Figura. 4.2. Ventana para encender PLC

En esta ventana se muestra los indicadores de presión de aire, permiso de trabajo, comunicación MODBUS, estación en línea, los cuales solamente se encenderán siempre y cuando se presione el botón ON PN-2800, y vuelve al mismo estado cuando se presione OFF PN-2800, y el botón RESET, simula reinicio de PLC.

Se mantiene una secuencia debido a que es importante que los usuarios tanto del software, como de la estación real, mantengan este orden para poder realizar posibles modificaciones en otros PLCs además de una exitosa ejecución y entendimiento de funcionamiento.

4.1 MODO MANUAL

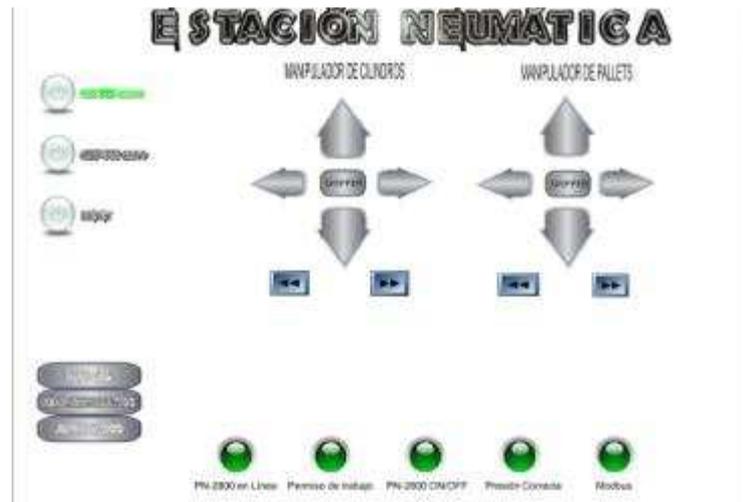


Figura. 4.3. Ventana Modo Manual

MANIPULADOR PALLETS

Indicador de las operaciones que puede realizar el brazo robótico encargado de manipular los pallets dentro de la estación neumática.

FLECHA ARRIBA

Acción mediante la cual se ordena al brazo robótico desplazarse a lo largo del eje vertical, en sentido hacia arriba.

FLECHA ABAJO

Acción mediante la cual se ordena al brazo robótico desplazarse a lo largo del eje vertical, en sentido hacia abajo.

FLECHA DERECHA

Acción mediante la cual se ordena al brazo robótico desplazarse en el plano horizontal, en el sentido de las manecillas del reloj.

FLECHA IZQUIERDA

Acción mediante la cual se ordena al brazo robótico desplazarse en el plano horizontal, en el sentido opuesto al de las manecillas del reloj.

GRIPPER

Control del cierre o apertura del gripper del brazo robótico.

FLECHA AVANZAR

Control de la salida del vástago del cilindro que conforma el brazo robótico.

FLECHA RETROCEDER

Control de la entrada del vástago del cilindro que conforma el brazo robótico.

MANIPULADOR CILINDROS

Indicador de las operaciones que puede realizar el brazo robótico encargado de manipular los cilindros dentro de la estación neumática.

FLECHA ARRIBA

Acción mediante la cual se ordena al brazo robótico desplazarse a lo largo del eje vertical, en sentido hacia arriba.

FLECHA ABAJO

Acción mediante la cual se ordena al brazo robótico desplazarse a lo largo del eje vertical, en sentido hacia abajo.

FLECHA DERECHA

Acción mediante la cual se ordena al brazo robótico desplazarse en el plano horizontal, en el sentido de las manecillas del reloj.

FLECHA IZQUIERDA

Acción mediante la cual se ordena al brazo robótico desplazarse en el plano horizontal, en el sentido opuesto al de las manecillas del reloj.

ABRIR

Control del cierre o apertura del gripper del brazo robótico.

FLECHA AVANZAR

Control de la salida del vástago del cilindro que conforma el brazo robótico.

FLECHA RETROCEDER

Control de la entrada del vástago del cilindro que conforma el brazo robótico.

INDICADORES

Señales luminosas que informan sobre la activación de funciones de la estación neumática.

PN-2800 en Línea

Indicador de que a la estación neumática se le ha concedido acceso al CIM-2000.

Permiso de trabajo

Indicador de la activación de permiso de trabajo.

PN-2800 ON/OFF

Encendido o apagado del PLC de la estación neumática.

Presión Correcta

Indicador de una adecuada regulación de presión de aire en la estación neumática.

MODBUS

Indicador de activación del registro STATUS para una comunicación correcta a través de este protocolo.

4.2 MODO SEMIAUTOMÁTICO

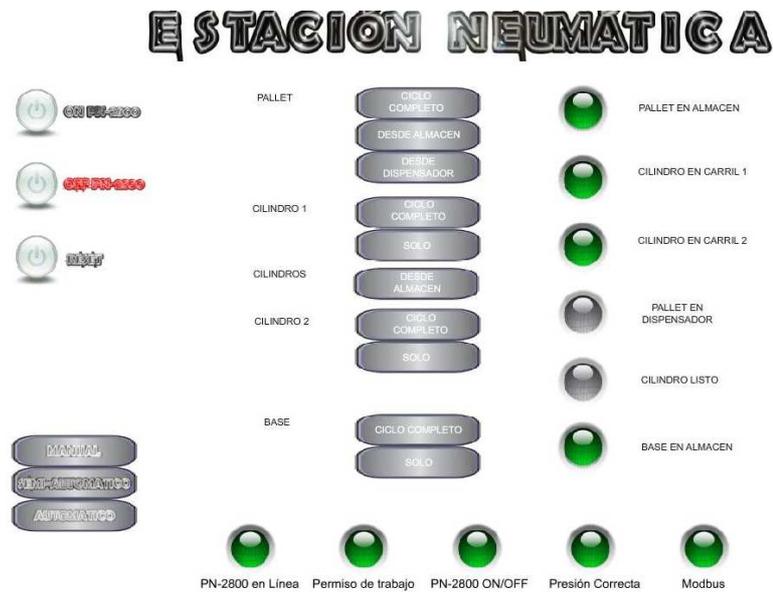


Figura. 5.4. Ventana Modo Semiautomático

PALLET

CICLO COMPLETO

Operación mediante la cual, desde el correspondiente almacén, es ubicado un pallet vacío en un vagón situado en el conveyor.

DESDE ALMACEN

Operación mediante la cual se entrega un pallet hacia el dispensador.

DESDE DISPENSADOR

Operación mediante la cual el manipulador de pallets entrega un pallet desde el dispensador hacia el conveyor.

CILINDRO 1

Indicador de las operaciones que pueden ejecutarse con el cilindro # 1.

CICLO COMPLETO

Operación mediante la cual se entrega un cilindro desde el carril #1 hacia el conveyor.

SOLO

Operación mediante la cual se entrega un cilindro desde el carril #1 hacia el dispensador de cilindros.

CILINDROS

Indicador de las operaciones que pueden ejecutarse con el cilindro #2.

DESDE ALMACEN

Operación mediante la cual se entrega un cilindro desde el dispensador de cilindros.

CILINDRO 2

Indicador de las operaciones que pueden ejecutarse con el cilindro # 2.

CICLO COMPLETO

Operación mediante la cual se entrega un cilindro desde el carril #2 hacia el conveyor.

SOLO

Operación mediante la cual se entrega un cilindro desde el carril #2 hacia el dispensador de cilindros.

BASES

Indicador de las operaciones que pueden ejecutarse con las bases acrílicas rectangulares.

DESDE ALMACEN

Operación mediante la cual se entrega una base rectangular acrílica hacia el dispensador del almacén.

CICLO COMPLETO

Operación mediante la cual, desde el correspondiente almacén, es ubicada una base rectangular acrílica en el conveyor.

INDICADORES

Mensajes que proporcionan información sobre la situación en la que se encuentran los sensores inductivos ubicados en la estación neumática.

PALLET EN ALMACEN

Señal del sensor que indica la existencia (color verde) o escasez (color gris) de un pallet en el correspondiente almacén de la estación neumática.

CILINDRO EN CARRIL1

Señal del sensor que indica la existencia (color verde) o escasez (color gris) de un cilindro en el carril #1 de la estación neumática.

CILINDRO EN CARRIL2

Señal del sensor que indica la existencia (color verde) o escasez (color gris) de un cilindro en el carril #2 de la estación neumática.

PALLET DISPENSADOR

Señal del sensor que informa sobre la ausencia (color gris) de un pallet en el dispensador del almacén.

LISTO EL CILINDRO

Señal del sensor que informa sobre la ausencia (color gris) de un cilindro en el carril de la estación neumática.

BASE EN ALMACEN

Señal del sensor que indica la existencia (color verde) o escasez (color gris) de una base acrílica en el correspondiente almacén de la estación neumática.

INDICADORES

Señales luminosas que informan sobre la activación de funciones de la estación neumática.

PN-2800 en Línea

Indicador de que a la estación neumática se le ha concedido acceso al CIM-2000.

Permiso de trabajo

Indicador de la activación de permiso de trabajo.

PN-2800 ON/OFF

Encendido o apagado del PLC de la estación neumática.

Presión Correcta

Indicador de una adecuada regulación de presión de aire en la estación neumática.

MODBUS

Indicador de activación del registro STATUS para una comunicación correcta a través de este protocolo.

4.3 MODO AUTOMÁTICO

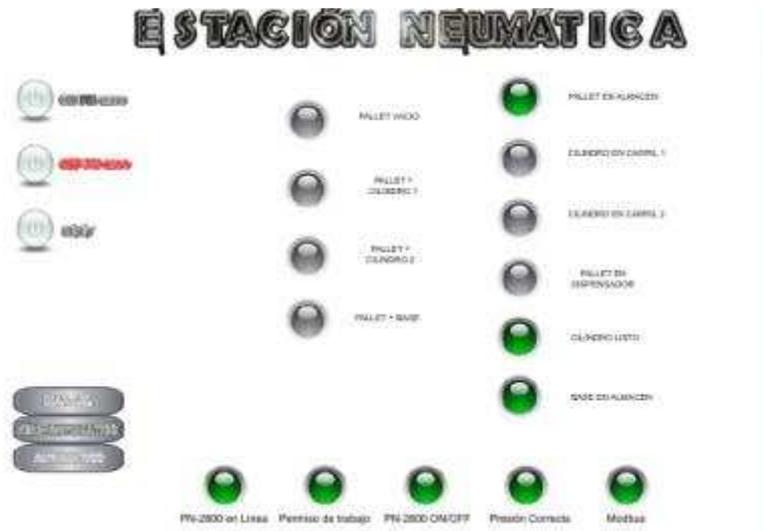


Figura. 5.5. Ventana Modo Automático

PALLET VACIO

Acción que permite obtener un pallet sin materiales en un vagón que se traslada en el conveyor.

PALLET + CILINDRO1

Acción que permite obtener un pallet con un cilindro de diámetro #1 en un vagón que se traslada en el conveyor.

PALLET + CILINDRO2

Acción que permite obtener un pallet con un cilindro de diámetro #2 en un vagón que se traslada en el conveyor.

PALLET + BASE

Acción que permite obtener un pallet con una base rectangular acrílica en un vagón que se traslada en el conveyor.

INDICADORES

Mensajes que proporcionan información sobre la situación en la que se encuentran los sensores inductivos ubicados en la estación neumática.

PALLET EN ALMACEN

Señal del sensor que indica la existencia (color verde) o escasez (color gris) de un pallet en el correspondiente almacén de la estación neumática.

CILINDRO EN CARRIL1

Señal del sensor que indica la existencia (color verde) o escasez (color gris) de un cilindro en el carril #1 de la estación neumática.

CILINDRO EN CARRIL2

Señal del sensor que indica la existencia (color verde) o escasez (color gris) de un cilindro en el carril #2 de la estación neumática.

PALLET DISPENSADOR

Señal del sensor que informa sobre la ausencia (color gris) de un pallet en el dispensador del almacén.

LISTO EL CILINDRO

Señal del sensor que informa sobre la ausencia (color gris) de un cilindro en el carril de la estación neumática.

BASE EN ALMACEN

Señal del sensor que indica la existencia (color verde) o escasez (color gris) de una base acrílica en el correspondiente almacén de la estación neumática.

INDICADORES

Señales luminosas que informan sobre la activación de funciones de la estación neumática.

PN-2800 en Línea

Indicador de que a la estación neumática se le ha concedido acceso al CIM-2000.

Permiso de trabajo

Indicador de la activación de permiso de trabajo.

PN-2800 ON/OFF

Encendido o apagado del PLC de la estación neumática.

Presión Correcta

Indicador de una adecuada regulación de presión de aire en la estación neumática.

MODBUS

Indicador de activación del registro STATUS para una comunicación correcta a través de este protocolo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La simulación tiene un papel relevante en el desarrollo de procesos, por lo que es muy útil para futuros problemas, además que permite conocer las propiedades físicas, ya sea para interpretar su comportamiento de cada uno de los actuadores y el aporte novedoso a los estudios que se realizan en la simulación.
- Este trabajo proporciona una introducción básica a los principios y los métodos utilizados en la elaboración de un proyecto de simulación, En particular este proyecto define la simulación y presenta los objetivos generales de un estudio de simulación. Además se manifiesta un enfoque práctico para la construcción, la verificación, validación, a simulación y la comunicación de las soluciones a problemas del mundo real.
- El resultado final del proyecto marca una pauta importante en los diseños de simuladores para manufactura, que permiten realizar integraciones, y brindando un papel importante para el aporte a estudiantes, profesores, ingenieros, y personas interesadas en dichos procesos.
- Para conocer el grado de precisión de las simulaciones, es necesario comparar sus resultados con datos experimentales obtenidos. En el capítulo 3 de este proyecto de grado se han comparado la magnitud física del tiempo, cuyos resultados obtenidos de la simulación con los correspondientes valores experimentales difieren en un margen de error entre 2% al 6%, tomando en cuenta que el sistema dinámico utilizado es ideal y no se tomaron en cuenta algunos parámetros que influyen dentro del sistema.
- Se han reproducido los perfiles de los actuadores neumáticos, y todos los procesos relacionados, tomando en cuenta los modos de operación manual,

semiautomático y automático, este simulador virtual tiene un enfoque de vital importancia ya que su manejo es práctico sencillo y de gran utilidad, además de ser un prototipo para el sistema del CIM 2000.

- La realización de un modelo matemático simple permite obtener valores de gran aproximación real, por lo que no es necesario realizar modelos muy complejos.
- La estación neumática tiene un sistema de control on/off, por lo que la simulación depende de tiempos establecidos dependiendo del caudal y de puntos de distancia determinados por sensores.
- Es importante en el momento de renderizar tomar en cuenta el espacio de memoria que se va a utilizar y configurar de manera adecuada las herramientas de render, debido a que las imágenes ya sea en video o en secuencia ocupan gran espacio de memoria.
- La correcta programación en lenguaje de Action Script depende mucho de un buen diagrama de flujo que permita establecer una cadena correcta de variables útiles permitiendo así compactar el espacio de memoria utilizado.
- La interfaz HMI simulada permite claramente tener una idea clara de cual es la funcionalidad de la estación neumática dentro del sistema CIM.
- Conocer bien la funcionalidad de esta estación permitirá implementar nuevos sistemas, además de un entendimiento rápido de sus aplicaciones.

- Esto permitirá mantener la vida útil de la estación sin riesgos a daños, y conocer sus aplicaciones sin necesidad de tener presente a la estación misma.
- Es importante tomar en cuenta que si el archivo ocupa mucho espacio de memoria, no podrá ejecutarse de una manera eficiente y tendrá problemas de retardo o puede no ejecutarse.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.inmersio.com/areas-de-negocio/simulacion>, Simulación
- [2] <http://www.inmersio.com/areas-de-negocio/areas-de-negocio/simulacion/caracteristicas-de-los-simuladores>, Simulación
- [3] <http://www.bloginformatico.com/concepto-y-tipos-de-software.php>, Simulación
- [4] SOLÉ, Antonio, Simulación y control de procesos por ordenador, Segunda Edición, Marcombo, México.
- [5] OGATA, katsuhiko, ***Ingeniería de Control Moderna***, Tercera Edición, Pearson, Mexico.
- [6] OGATA, katsuhiko, ***Ingeniería de Control Moderna***, Tercera Edición, Pearson, Mexico.
- [7] MAESTRI, George, Modelado y animación con 3ds Max, Primera Edición, Anaya Multimedia, México.
- [8] BLEYLE, Jody, BURDEKIN, JuLee, BURGER, Mary, CRAWFORD, Dale, TAYLOR, Marcelle, Macromedia Flash MX, Primera Edición, Macromedia, Inc., Estados Unidos.

ANEXOS

Anexo1

```
on (release) {  
    auto=0;  
    manual=0;  
    semiauto=0;  
    mc_d=0;  
    mc_g=0;  
    mc_l=0;  
    mc_r=0;  
    mc_u=0;  
    mp_d=0;  
    mp_g=0;  
    mp_l=0;  
    mp_r=0;  
    mp_u=0;  
    pal_alma=0;  
    pal_cicom=1;  
    pal_dispen=0;  
    cil1_cicom=1;  
    cil2_cicom=1;  
    solo=0;  
    cil2_solo=0;  
    base_cicom=1;  
    base_alma=0;  
    off_plc=0;
```

```
    on_plc=0;

    reset_plc=0;

    gotoAndPlay("Manual",1);

}

on (release) {

    if (Number(on_plc) == 0) {

        off_plc=0;

        reset_plc=0;

        on_plc=1;

        gotoAndPlay("PLC",1);

    }

    else {

        on_plc=1;

    }

}

on (release) {

    if (Number(off_plc) == 0) {

        off_plc=1;

        on_plc=0;

        gotoAndPlay("PLC",21);

    }

    else {

        off_plc=1;

    }

}
```

```
}  
  
on (release) {  
  
    if (Number(reset_plc) == 0) {  
  
        reset_plc=1;  
  
        on_plc=0;  
  
        off_plc=0;  
  
    }  
  
    else {  
  
        reset_plc=1;  
  
    }  
  
}
```

Manipulador de Cilindros

Arriba

```
on (release) {  
  
    if (Number(mc_u) == 1){  
  
        mc_u=0;  
  
        mc_r=1;  
  
        mc_f=1;  
  
        gotoAndPlay("Cilindro1",467);  
  
    }  
  
    if (Number(mc_u) == 2){  
  
        mc_u=0;  
  
        mc_g=4;  
  
        gotoAndPlay("Cilindro1",857);  
  
    }  
  
    if (Number(mc_u) == 3){
```

```
    mc_u=0;

    mc_b=1;

    gotoAndPlay("cil_dispen",220);

}

if (Number(mc_u) == 21){

    mc_u=0;

    mc_r=21;

    gotoAndPlay("Cilindro2",625);

}

if (Number(mc_u) == 22){

    mc_u=0;

    mc_g=24;

    gotoAndPlay("Cilindro2",1017);

}

}
```

Abajo

```
on (release) {

    if (Number(mc_d) == 1){

        mc_d=0;

        mc_g=2;

        gotoAndPlay("Cilindro1",382);

    }

    if (Number(mc_d) == 2){

        mc_d=0;

        mc_g=3;
```

```
        gotoAndPlay("Cilindro1",775);
    }
    if (Number(mc_d) == 3){
        mc_d=0;
        mc_g=5;
        gotoAndPlay("cil_desp",100);
    }
    if (Number(mc_d) == 21){
        mc_d=0;
        mc_g=22;
        gotoAndPlay("Cilindro2",540);
    }

    if (Number(mc_d) == 22){
        mc_d=0;
        mc_g=23;
        gotoAndPlay("Cilindro2",930);
    }
}

Derecha

on (release) {
    if (Number(mc_r) == 1){
        mc_r=0;
        mc_d=2;
        gotoAndPlay("Cilindro1",591);
    }
}
```

```
    if (Number(mc_r) == 21){  
        mc_r=0;  
        mc_d=22;  
        gotoAndPlay("Cilindro2",750);  
    }  
}
```

Izquierda

```
on (release) {  
    if (Number(mc_l) == 1){  
        mc_l=0;  
        mp_u=31;  
        gotoAndPlay("Cilindro1",975);  
    }  
    if (Number(mc_l) == 21){  
        mc_l=0;  
        mp_u=31;  
        gotoAndPlay("Cilindro2",1135);  
    }  
}
```

Frente

```
on (release){  
if(Number(mc_f==1)){  
    mc_f=0;  
    mc_r=0;  
    mc_d=3;  
    gotoAndPlay("cil_desp",1);
```

```
    }  
}
```

Atras

```
on (release){  
    if (Number(mc_b) == 1){  
        mc_b=0;  
        gotoAndPlay("cil_desp",293);  
    }  
}
```

Manipulador de Palets

Arriba

```
on (release) {  
  
    if (Number(mp_u) == 1){  
        mp_u=0;  
        mp_l=1;  
        gotoAndPlay("Palet",126);  
    }  
  
    if (Number(mp_u) == 2){  
        mp_u=0;  
        mp_r=1;  
        gotoAndPlay("Palet",380);  
    }  
  
    if (Number(mp_u) == 3){
```

```
mp_u=0;

mp_g=4;

gotoAndPlay("Palet",756);

}
```

```
if (Number(mp_u) == 21){

    mp_u=0;

    mp_l=21;

    gotoAndPlay("Base",175);

}
```

```
if (Number(mp_u) == 22){

    mp_u=0;

    mp_r=21;

    gotoAndPlay("Base",430);

}
```

```
if (Number(mp_u) == 23){

    mp_u=0;

    mp_g=24;

    gotoAndPlay("Base",805);

}
```

```
if (Number(mp_u) == 31){

    mp_u=0;

    mp_l=31;

    gotoAndPlay("Cilindro",1);

}
```

```
if (Number(mp_u) == 32){  
    mp_u=0;  
    mp_r=31;  
    gotoAndPlay("Cilindro",253);  
}
```

```
if (Number(mp_u) == 33){  
    mp_u=0;  
    mp_g=34;  
    gotoAndPlay("Cilindro",629);  
}
```

```
}
```

Abajo

```
on (release) {
```

```
if (Number(mp_d) == 1){  
    mp_d=0;  
    mp_g=2;  
    gotoAndPlay("Palet",282);  
}
```

```
if (Number(mp_d) == 2){  
    mp_d=0;  
    mp_g=3;  
    gotoAndPlay("Palet",665);
```

```
    }  
    if (Number(mp_d) == 3){  
        mp_d=0;  
        gotoAndPlay("Palet",910);  
    }  
    if (Number(mp_d) == 21){  
        mp_d=0;  
        mp_g=22;  
        gotoAndPlay("Base",332);  
    }  
    if (Number(mp_d) == 22){  
        mp_d=0;  
        mp_g=23;  
        gotoAndPlay("Base",720);  
    }  
    if (Number(mp_d) == 23){  
        mp_d=0;  
        gotoAndPlay("Base",962);  
    }  
    if (Number(mp_d) == 31){  
        mp_d=0;  
        mp_g=32;  
        gotoAndPlay("Cilindro",156);  
    }  
    if (Number(mp_d) == 32){  
        mp_d=0;
```

```
        mp_g=33;
        gotoAndPlay("Cilindro",538);
    }
    if (Number(mp_d) == 33){
        mp_d=0;
        gotoAndPlay("Cilindro",783);
    }
}
```

Derecha

on (release) {

```
    if (Number(mp_r) == 1){
        mp_r=0;
        mp_f=1;
        gotoAndPlay("Palet",475);
    }
```

```
    if (Number(mp_r) == 21){
        mp_r=0;
        mp_f=21;
        gotoAndPlay("Base",523);
    }
```

```
    if (Number(mp_r) == 31){
        mp_r=0;
```

```
mp_f=31;
gotoAndPlay("Cilindro",349);
}
```

```
}
```

Izquierda

```
on (release) {
```

```
if (Number(mp_l) == 1){
    mp_l=0;
    mp_g=1;
    gotoAndPlay("Palet",161);
}
```

```
if (Number(mp_l) == 21){
    mp_l=0;
    mp_g=21;
    gotoAndPlay("Base",215);
}
```

```
if (Number(mp_l) == 31){
    mp_l=0;
    mp_g=31;
    gotoAndPlay("Cilindro",36);
}
```

```
}
```

Frente

```
on (release) {
```

```
    if (Number(mp_f) == 1){
```

```
        mp_f=0;
```

```
        mp_d=2;
```

```
        gotoAndPlay("Palet",615);
```

```
    }
```

```
    if (Number(mp_f) == 21){
```

```
        mp_f=0;
```

```
        mp_d=22;
```

```
        gotoAndPlay("Base",670);
```

```
    }
```

```
    if (Number(mp_f) == 31){
```

```
        mp_f=0;
```

```
        mp_d=32;
```

```
        gotoAndPlay("Cilindro",488);
```

```
    }
```

```
}
```

Atrás

```
on (release) {
```

```
    if (Number(mp_b) == 1){  
        mp_b=0;  
        mp_d=3;  
        gotoAndPlay("Palet",828);  
    }
```

```
    if (Number(mp_b) == 21){  
        mp_b=0;  
        mp_d=23;  
        gotoAndPlay("Base",880);  
    }
```

```
    if (Number(mp_b) == 31){  
        mp_b=0;  
        mp_d=33;  
        gotoAndPlay("Cilindro",701);  
    }
```

```
}
```

```
on (release) {
```

```
    if (Number(pal_cicom==1)) {  
        cil1_cicom=0;  
        cil2_cicom=0;  
        base_cicom=0;
```

```
    pal_alma=0;
    gotoAndPlay("Palet",1);
}
}
```

```
on (release) {
    if (Number(pal_alma==1)) {
        pal_cicom=0;
        cil1_cicom=0;
        cil2_cicom=0;
        base_cicom=0;
        cil_alma=0;
        solo=1;
        cil2_solo=1;
        pal_dispen=1;
        base_alma=1;
        mp_u=1;
        gotoAndPlay("Palet",1);
    }
}
```

```
on (release) {
    if (Number(pal_dispen==1)) {
        gotoAndPlay("Palet",127);
    }
    if (Number(pal_dispen==3)) {
```

```
        mc_g=0
        gotoAndPlay("Cilindro",1);
    }
    if (Number(pal_dispen==2)) {
        gotoAndPlay("Base",101);
    }
}
```

```
on (release) {
    if (Number(cil1_cicom==1)) {
        cil2_cicom=0;
        pal_cicom=0;
        base_cicom=0;
        pal_alma=0;
        gotoAndPlay("Palet",1);
    }
}
```

```
on (release) {
    if (Number(solo==1)) {
        base_alma=0;
        pal_alma=0;
        cil2_solo=0;
        pal_dispen=0;
        cil_alma=1;
        mc_g=1;
    }
}
```

```
        gotoAndPlay("Cilindro1",1);
    }
}

on (release) {
    if (Number(cil_alma==1)) {
        mp_u=31;
        pal_dispen=3;
        gotoAndPlay("Cilindro1",243);
    }

    if (Number(cil_alma==2)) {
        cil_alma=2;
        mp_u=31;
        pal_dispen=3;
        gotoAndPlay("Cilindro1",402);
    }
}

on (release) {
    if (Number(cil2_cicom==1)) {
        cil1_cicom=0;
        pal_cicom=0;
        base_cicom=0;
        pal_alma=0;
        gotoAndPlay("Palet",1);
    }
}
```

```
}
```

```
on (release) {
```

```
    if (Number(cil2_solo==1)) {
```

```
        solo=0;
```

```
        base_alma=0;
```

```
        pal_alma=0;
```

```
        cil_alma=2;
```

```
        pal_dispen=0;
```

```
        mc_g=21;
```

```
        gotoAndPlay("Cilindro2",126);
```

```
    }
```

```
}
```

```
on (release) {
```

```
    if (Number(base_cicom==1)) {
```

```
        pal_cicom=0;
```

```
        cil1_cicom=0;
```

```
        cil2_cicom=0;
```

```
        pal_alma=0;
```

```
        gotoAndPlay("Palet",1);
```

```
    }
```

```
}
```

```
on (release) {
```

```
    if (Number(base_alma==1)) {
```

```
solo=0;

base_alma=0;

pal_alma=0;

cil2_solo=0;

cil_alma=0;

mp_u=21;

pal_dispen=2;

gotoAndPlay("Base",1);

}

}
```

```
on (release) {

    if (Number>manual== 0)) {

        manual=1;

        semiauto=0;

        auto=0;

        gotoAndPlay("Manual",3);

    }

}
```

```
on (release) {

    if (Number(semiauto==0)) {

        semiauto=1;

        pal_alma=1;

        pal_cicom=1;
```

```
        cil1_cicom=1;

        cil2_cicom=1;

        base_cicom=1;

        manual=0;

        auto=0;

        gotoAndPlay("Semiauto",1);
    }
}

on (release) {

    if (Number(semiauto==0)) {

        semiauto=0;

        manual=0;

        auto=1;

        gotoAndPlay("Auto1",1);

    }

}
```

INDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1. Controlador lógico programable	14
Figura. 2.2. Sensores de proximidad	16
Figura. 2.3. Válvulas Solenoide	18
Figura. 2.4. Desktop PC	20
Figura. 2.5. Almacén de pallets y pallet	21
Figura. 2.6. Almacén de bases rectangulares	22
Figura. 2.7. Alimentador de cilindros	23
Figura. 2.8. Panel de control	25
Figura. 2.10. Alcance de los robots neumáticos	33
Figura. 2.11. Partes de la estación PN-2800	34
Figura. 2.12. Flujo de materiales en la estación neumática.	37
Figura. 3.1. Sistema de control dinamico ON/OFF de los actuadores	46
Figura. 3.2. Diseño de la estación en Software Autocad 3D	49
Figura. 3.3. Estación ensamblada y con textura	50
Figura. 3.4. Estacion Importada en 3dsMax	51
Figura. 3.5. Ingreso de tiempos y tipo de trayectoria	52
Figura. 3.6. Modificación para render de estación	54
Figura. 3.7. Imagen de estación final renderizada	54
Figura. 3.8. Propiedades de documento	63
Figura. 3.9. Estado Reposo de botón	63
Figura. 3.10. Estado Sobre de botón	64
Figura. 3.11. Estado Presionado de botón	64
Figura. 3.12. Opción Acciones para ingreso de código	65
Figura. 3.13. Importar Video	65

Figura. 3.14. Seleccionar Video	66
Figura. 3.15. Creación de una escena	66
Figura. 3.16. Acceso a otra Escena	67
Figura. 4.1 Ventana Principal	69
Figura. 4.2. Ventana para encender PLC	70
Figura. 4.3. Ventana Modo Manual	71
Figura. 5.4. Ventana Modo Semiautomático	74
Figura. 5.5. Ventana Modo Automático	78

INDICE DE TABLAS

Tabla.2.1. Elementos del PLC	14
Tabla. 2.2. Brazos neumáticos y elementos	15
Tabla. 2.3. Elementos Discretos	16
Tabla. 2.4. Tipo de válvulas solenoides	18
Tabla. 2.5. Cilindros y sensores	21
Tabla. 2.6. Cilindros y sensores	22
Tabla. 2.7. Cilindros.	23
Tabla. 2.8. Sensores	24
Tabla. 2.9. Descripción de los cilindros	27
Tabla. 2.10. Normas que cumplen los elementos	29
Tabla. 2.11. Partes de la estación PN-2800	33
Tabla. 3.1. Valores obtenidos y margen de error	48

GLOSARIO

Actuador: Dispositivo que produce algún tipo de movimiento a partir de una orden proveniente de la interfaz. Ejemplos de actuadores son los motores eléctricos, los electroimanes, etc..

Grado de libertad: Término técnico que describe las direcciones en que puede moverse el brazo de un robot. En general, a más articulaciones, más grados de libertad.

Interfaz: Es el "puente" entre el ordenador y el sistema a controlar. Su función es transformar las débiles señales eléctricas que provienen de la computadora en señales capaces de mover los mecanismos conectados. También envía información a la computadora acerca de lo que ocurre en el sistema físico que se está controlando.

Programa de control: Secuencia de instrucciones que residen en la computadora de control y que determinan el comportamiento del sistema de robótica. Estas instrucciones están escritas en algún lenguaje, como por ejemplo Visual Basic, LOGO, Minibloques, Pascal, etc.. Algunos lenguajes fáciles de utilizar permiten programar por medio de íconos el comportamiento del sistema robótico.

Puerto: "Enchufe" de la computadora donde se pueden conectar diferentes dispositivos, como ser una impresora, un mouse, etc. Las interfaces de Robótica Educativa se conectan generalmente en el puerto de impresora (puerto paralelo) o en el de mouse (puerto serie, también llamado RS-232).

Robot: Término derivado del vocablo checo robota (trabajo, prestación personal). Máquina que puede programarse para que ejecute diferentes trabajos. No hay acuerdo generalizado sobre su definición precisa.

Sensor: Dispositivo que proporciona información a la computadora (por medio de la interfaz) sobre lo que ocurre en el entorno físico o en el robot que se está controlando. Hay muchos tipos de sensores, dependiendo de la magnitud física que se desee sensar (por ejemplo temperatura, luz, magnetismo, aceleración, posición, distancia entre objetos, sonido, etc.).

Caudal: Volumen del gas o líquido que circula por una sección determinada en unidad de tiempo.

Válvula: Es el elemento encargado de abrir y cerrar las canalizaciones por donde entra el aire de admisión (válvulas de admisión) y por donde salen los gases de escape (válvulas de escape) del cilindro. Por lo general están hechas de acero. En algunos casos, las de escape van huecas y rellenas de sodio para mejorar la refrigeración, ya que pueden llegar a alcanzar temperaturas de hasta 800°C. Las válvulas de admisión son siempre más grandes que las de escape, porque es más difícil introducir el aire en el cilindro que sacar los gases quemados.

Virtual: que tiene existencia en el contexto de una simulación;. por ejemplo, una página Web puede contar con botones virtuales (que se hunden al ser tocados con el ratón y activan enlaces).

Modbus: El protocolo de comunicaciones Modbus permite el control de una red de dispositivos, (sistemas de medida de eléctrica, humedad...etc), y comunicar los resultados a un PC. Modbus también se usa para la conexión de un PC de supervisión con una unidad remota (RTU) en sistemas de supervisión adquisición de datos

El siguiente Proyecto de Grado fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica, reposando en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí,

Roberto Mora
Autor

Ing. Víctor Proaño
Director de Carrera