

# Diseño e implementación del Sistema de Control y Supervisión de Puertas Aplicables al acceso a un Hangar

AT Ortega Camargo Leonardo<sup>3</sup>

## ABSTRACT

*Among the technological advances, the automation is a fundamental part for the organization. For the Air Force, the hangars are the operational ground center for developing the aircraft maintenance. From the academic program it is applied the different knowledge for solving or improving processes in the institution. This is the reason to present an intelligent hangar related to the control and supervision of entrances. The objective is to design and implement a control and monitoring system for two doors hangar type that permit the remote control operation.*

## KEYWORDS

*Automation, hangar, system.*

## RESUMEN

Dentro de los avances tecnológicos, la automatización hace parte fundamental de las organizaciones, para la Fuerza Aérea los hangares se convierten en el centro de operaciones en tierra para desarrollar el mantenimiento de sus aeronaves; desde el programa se pretende aplicar los conocimientos para solucionar o mejorar procesos en la institución, por ello se presentó la idea de

desarrollar un hangar inteligente, del cual este proyecto se dedica al sistema de control y supervisión de las puertas y tiene como objetivo Diseñar e implementar un sistema de control y monitoreo para dos puertas tipo hangar q permitan realizar operaciones a control remoto.

**PALABRAS CLAVES:** Automatización, hangar, sistema.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los avances tecnológicos, la automatización hace parte fundamental de las organizaciones, para la Fuerza Aérea los hangares se convierten en el centro de operaciones en tierra para desarrollar el mantenimiento de sus aeronaves; desde el programa se pretende aplicar los conocimientos para solucionar o mejorar procesos en la institución, por ello se presentó la idea de desarrollar un hangar inteligente, del cual este proyecto se dedica al sistema de control y supervisión de las puertas.



3. Aerotécnico Curso 79. Tecnología en Electrónica.

Después de haber realizado investigaciones bibliográficas, se determina como objetivo Diseñar e implementar un sistema de control y monitoreo para dos puertas tipo hangar que permitan realizar operaciones a control remoto.

La población a la cual va encaminada el proyecto la conforma todas aquellas personas que estén interesados en utilizarlo, como los suboficiales técnicos egresados de la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana “CT. Andrés M. Díaz” de Madrid, ya que esto en un futuro minimizaría el esfuerzo físico del operario y mejore la seguridad y confiabilidad en los trabajos dentro de las instalaciones del hangar.

Dentro del proceso metodológico utilizado para la realización del presente proyecto de grado es científico tecnológico, porque a partir de los principios teóricos de la electrónica y sistemas se desarrolla una aplicación tecnológica.

Gracias a este proceso para la realización de este proyecto el investigador pudo aplicar todos mis conocimientos adquiridos durante mi carrera en la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea, también aquellos que he recopilado durante mi carrera como suboficial y durante la elaboración de este proyecto; y así llevar a nuestra Fuerza Aérea a un nivel más alto de modernización en sus bases y a un alto grado de tecnología desarrollada en los futuros suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana.

Durante la realización de este proyecto se presentaron algunas dificultades como la falta de tiempo para dedicarle a este proceso y la falta de algunos conocimientos vitales como mecánica y programación ya que este proyecto se desarrolla en gran parte en

una estructura mecánica y componentes electrónicos programables.

El investigador agradece a la Escuela de Suboficiales de la fuerza aérea Colombiana por su formación académica recibida y a todas aquellas personas que una u otra manera aportaron sus conocimientos y experiencias al desarrollo del trabajo.

## FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Teniendo en cuenta la operatividad de apertura y cerrado de las puertas hoy en día en la FAC se hace necesario la implementación e innovación de nuevos sistemas que permitan facilitar los procesos operativos de desplazamiento de las puertas o el hangar, debido a su gran tamaño y peso estructural presentan un gran inconveniente a los operarios que las manejan en los hangares, generando perdida de tiempo y esfuerzo físico en este proceso; lo cual ha creado una cultura de trabajo a puertas abiertas, lo que genera que personal ajeno a esta dependencia interrumpa el trabajo que se desarrolla en las aeronaves que se encuentran en el hangar.

También es imperativo tener en cuenta que las condiciones climatológicas ocasionalmente generan una incomodidad al realizar el trabajo debido a que se tienen que suspender las actividades de inmediato para que entren varios operarios cierren la puerta para evitar daños a los equipos que se están inspeccionando en ese momento dentro del hangar, por el tamaño y peso de la puerta es imposible que pueda moverla un único operario; por las razones antes mencionadas se hace necesario asignar una persona encargada de operar este inadecuado sistema, creando así posibles inconvenientes en el momento en que este operario sea requerido, para prestar otros servicios.

En la Fuerza Aérea Colombiana al pasar del tiempo han surgido una serie de necesidades que hoy en día con los avances tecnológicos en todos los campos del conocimiento se puede tener una serie de soluciones a estos problemas.

Para realizar este proyecto se requiere la implementación de una maqueta que emule los movimientos de las puertas de un hangar, por lo tanto se debe diseñar e implementar la parte estructural, electrónica y de software que permitan realizar esta actividad.

## JUSTIFICACIÓN

El proyecto corresponde a una etapa del macroproyecto Hangar Inteligente, el cual busca incorporar y aplicar los conocimientos en las diferentes asignaturas que el alumno ha tomado en la Escuela como parte del programa, ofreciendo una propuesta de solución o mejora a las actividades técnicas que cumple el personal de Suboficiales Técnicos en las unidades de la Fuerza Aérea. El control y la supervisión de la operación de las puertas del hangar forman parte de los elementos que propenden por mejorar los niveles de seguridad del personal, los equipos y otros elementos que se encuentran normalmente en un hangar.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de control y monitoreo para dos puertas tipo hangar, que permitan realizar las operaciones a control remoto.

### Objetivos específicos

Diseñar e implementar una maqueta mecánica que emule las puertas de un hangar.

Diseñar e implementar un circuito actuador eléctrico y electrónico para realizar los movimientos de abrir y cerrar las puertas.

Diseñar e implementar un sistema de sensores para monitorear la posición de las puertas.

Diseñar e implementar una interfase entre el circuito actuador, el circuito sensor y el software de monitoreo y supervisión.

Diseñar e implementar un software para el control y supervisión del sistema emulador del control de las puertas de hangar.

## DISEÑO METODOLÓGICO

### Clase de investigación

#### Estudio de caso

El tipo de estudio de investigación utilizado para la realización del presente proyecto de grado es científico tecnológico, porque a partir de los principios teóricos de la electrónica y sistemas se desarrolla una aplicación tecnológica.

### Características

Este tipo de investigación tiene como características el estudio de situaciones, donde se pueden desarrollar procesos tecnológicos y aplicaciones científicas, teniendo en cuenta características y procesos que se viven actualmente en los hangares, que para nuestro caso se observo que se trabajo en este caso en una forma aplicada, analizando cada uno de los inconvenientes que se presentaban.

También se obtiene una información básica para plantear a que puntos específicos en la investigación; después de que haya arrojado resultados de importantes variables, las

cuales merecen ser investigadas mas extensamente.

### Etapas en la investigación

1. Enunciar los objetivos de la investigación. Iniciar cual es la unidad de estudio, el caso y que características, relaciones y procesos se van a observar.
2. Indicar como se relaciona el caso y que técnicas de observación van a ser utilizadas.
3. Recoger los datos.
4. organizar los datos en alguna forma coherente que reconstruya la unidad que se estudia.
5. Informar los resultados y discutir su significación en función de los objetivos propuestos al inicia el estudio.

### Recolección de información

Los pasos relacionados en la investigación fueron:

Se acudió a entrevistas personalizadas con operarios que habían tenido a su cargo el manejo de las puertas en los hangares del Comando Aéreo de Mantenimiento y los que actualmente se encuentran cumpliendo con esta función.

Adicionalmente se utilizó la observación directa dentro éstos hangares, para determinar las características del modelo que se debía desarrollar.

Se hizo uso de libros relacionados con el tema de circuitos, igualmente se investigó en bases de datos de Internet sobre este tema específico.

Una vez recopilada la información, se comenzó a hacer un análisis de esta y se procedió a clasificarla en orden de importan-

cia para posteriormente elaborar un cronograma de actividades.

Inicialmente se dio inicio a la elaboración del circuito electrónico con todos sus componentes, el paso siguiente fue diseñar la maqueta para comprobar la efectividad del circuito controlado desde un computador.

### ESTUDIO TÉCNICO

Para el desarrollo del proyecto de investigación es necesario hacer abordajes teóricos, en el caso particular, de los diferentes tipos de componentes electrónicos como los microcontroladores, actuadores, sensores y elementos o circuitos electrónicos asociados; además para el diseño mecánico, se requiere conocer acerca de los tipos de materiales y elementos para implementar físicamente la maqueta de las puertas del hangar.

### Componentes electrónicos

Para desarrollar los sistemas de supervisión y control de la emulación de las puertas del hangar, se realizaron abordajes teóricos de los siguientes componentes básicos:

- Microcontroladores
- Actuadores
- Sensores

**Microcontroladores.** Recibe el nombre de controlador el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos. Por ejemplo, el controlador que regula el funcionamiento de un horno dispone de un sensor que mide constantemente su temperatura interna y, cuando traspasa los límites prefijados, genera las señales adecuadas que accionan los efectores que intentan llevar el valor de la temperatura dentro del rango estipulado.<sup>4</sup>

4. Tomado de la página [www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml).



Aunque el concepto de controlador ha permanecido invariable a través del tiempo, su implementación física ha variado frecuentemente. Hace tres décadas, los controladores se construían exclusivamente con componentes de discreta, posteriormente se emplearon los microprocesadores, que se rodeaban con chips de memoria y E/S sobre una tarjeta de circuito impreso. En la actualidad, todos los elementos del controlador se han podido incluir en un chip, el cual recibe el nombre de microcontrolador.

Realmente consiste en un sencillo pero completo computador contenido en el corazón (chip) de un circuito integrado. Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador, dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesado o UCP (Unidad Central de Proceso)
- Memoria RAM para Contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/PROM/EPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.)
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

Las ventajas de utilizar un microcontrolador se pueden definir como:

- Mayor control sobre un determinado elemento.
- Aumento de la confiabilidad (menor número de componentes, fallas).
- Reducción tamaño del producto final.
- Mayor flexibilidad (solo se requiere cambiar el programa).

El microcontrolador es en definitiva un circuito integrado que incluye todos los componentes de un computador. Debido a su reducido tamaño es posible montar el controlador en el propio dispositivo al que gobierna. En este caso el controlador recibe el nombre de controlador empotrado (embedded controller).

El trabajo de un microcontrolador<sup>5</sup> es ejecutar las instrucciones programadas en su memoria. El tipo de instrucciones que puede realizar un micro depende de la marca, el modelo, la arquitectura y la aplicación a la que este destinado. Existen microprocesadores con potencias de cálculo muy elevadas para tratamiento de señales o modelos de 4 u 8 bits para controlar un pulsador o una luz. Actualmente podemos encontrar microcontroladores en la mayor parte de los aparatos electrónicos.

**Arquitecturas.** La arquitectura de un microcontrolador es la forma en que se organizan sus bloques internos principales. Existen gran variedad de configuraciones. Eligiendo cada fabricante la que más le conviene a la aplicación hacia la que orientan su merca-



5. Tomado de [www.disam.upm.es/cybertech/2005/tprocesadores.pdf](http://www.disam.upm.es/cybertech/2005/tprocesadores.pdf).

do. En los microcontroladores podemos encontrar dos arquitecturas típicas:

- **Harvard:** Esta arquitectura dispone de dos memorias independientes una, que contiene sólo instrucciones y otra, sólo datos. Ambas disponen de sus respectivos sistemas de buses de acceso y es posible realizar operaciones de acceso (lectura o escritura) simultáneamente en ambas memorias.
- **Von Newman:** Esta arquitectura se caracteriza por disponer de una sola memoria principal donde se almacenan datos e instrucciones de forma indistinta. A dicha memoria se accede a través de un sistema de buses único (direcciones, datos y control).

De igual forma los componentes básicos del microcontrolador son:

- **CPU:** La CPU es la unidad que controla el funcionamiento de la unidad. Contiene la lógica que procesa las instrucciones, maneja la entrada y salida de la memoria y los periféricos.
- **Registros:** los registros son posiciones de memoria reservadas. En estas posiciones de memoria realizan acciones concretas cuando leemos o escribimos. Por ejemplo escribir un número en cierto registro puede cambiar la tensión en las patillas exteriores. Estos registros controlan los periféricos las interrupciones e incluso el flujo del programa.
- **Alu:** unidad aritmético lógica es la lógica que interpreta las instrucciones y las computa.

**Instrucciones.** El juego de instrucciones de cada micro depende de la aplicación para la que este diseñado. Podemos dividirlos en

dos ramas los RISC y los CISC, aunque existe una tercera la SICS. Las instrucciones son números guardados en la memoria que tienen el significado de una operación. Este número se le pasa a la ALU para que ejecute la instrucción.

- **RISC:** Tanto la industria de los computadores comerciales como la de los microcontroladores están decantándose hacia la filosofía RISC (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido). En estos procesadores el repertorio de instrucciones máquina es muy reducido y las instrucciones son simples y, generalmente, se ejecutan en un ciclo. La sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador.
- **CISC:** Un gran número de procesadores usados en los microcontroladores están basados en la filosofía CISC (Computadores de Juego de Instrucciones Complejo). Disponen de más de 80 instrucciones máquina en su repertorio, algunas de las cuales son muy sofisticadas y potentes, requiriendo muchos ciclos para su ejecución. Una ventaja de los procesadores CISC es que ofrecen al programador instrucciones complejas que actúan como macros.
- **SISC:** En los microcontroladores destinados a aplicaciones muy concretas, el juego de instrucciones, además de ser reducido, es "específico", o sea, las instrucciones se adaptan a las necesidades de la aplicación prevista. Esta filosofía se ha bautizado con el nombre de SISC (Computadores de Juego de Instrucciones Específico).

**Interrupciones.** Las interrupciones son un sistema por el cual el micro puede variar el curso del programa ante un evento externo o interno. Una interrupción se puede dar en

cualquier punto del programa y obliga al micro a ejecutar una instrucción localizada en una posición de memoria determinada. Este mecanismo es muy útil para aprovechar mejor el tiempo de procesamiento al poder ejecutar código mientras esperas un evento sin tener que estar consultando su estado. También se usan en aplicaciones que requieren respuesta en tiempo real a eventos.

**Memorias.** En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM, y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil, y se destina a guardar las variables y los datos. La RAM en estos dispositivos es de poca capacidad pues sólo debe contener las variables y los cambios de información que se produzcan en el transcurso del programa. Por otra parte, como solo existe un programa activo, no se requiere guardar una copia del mismo en la RAM pues se ejecuta directamente desde la ROM. De acuerdo a la memoria ROM de cada microcontrolador, existen cinco tipos básicos de memorias:

- **ROM con mascara:** Es una memoria no volátil de sólo lectura cuyo contenido se graba durante la fabricación del chip.
- **OTP:** El microcontrolador contiene una memoria no volátil de sólo lectura "programable una sola vez" por el usuario. OTP (One Time Programmable). Es el usuario quien puede escribir el programa en el chip mediante un sencillo grabador controlado por un programa desde un PC.
- **EPROM:** Los microcontroladores que disponen de memoria EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) pue-

den borrarse y grabarse muchas veces. La grabación se realiza, como en el caso de los OTP, con un grabador gobernado desde un PC. Si, posteriormente, se desea borrar el contenido, disponen de una ventana de cristal en su superficie por la que se somete a la EPROM a rayos ultravioleta durante varios minutos.

- **EEPROM:** Se trata de memorias de sólo lectura, programables y borrables eléctricamente EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory). Tanto la programación como el borrado, se realizan eléctricamente desde el propio grabador y bajo el control programado de un PC.
- **FLASH:** Se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar. Funciona como una ROM y una RAM pero consume menos y es más pequeña. A diferencia de la ROM, la memoria FLASH es programable en el circuito. Es más rápida y de mayor densidad que la EEPROM. La alternativa FLASH esta recomendada frente a la EEPROM cuando se precisa gran cantidad de memoria de programa no volátil. Es más veloz y tolera más ciclos de escritura/borrado. Las memorias EEPROM y FLASH son muy útiles al permitir que los microcontroladores que las incorporan puedan ser reprogramados "en circuito", es decir, sin tener que sacar el circuito integrado de la tarjeta.

**Actuadores.** Recibe el nombre de actuador el componente electrónico o eléctrico, hidráulico, neumático o de otro tipo que realiza un trabajo específico para el cual fue diseñado e implementado. Para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta que es una emulación, se estudian los actuadores eléctricos, como lo son motores de corriente continua y motores paso a paso.

**Motor eléctrico.**<sup>6</sup> Un motor eléctrico es una máquina eléctrica rotativa que transforma energía eléctrica en energía mecánica. En diversas circunstancias presenta muchas ventajas respecto a los motores de combustión, como son:

- A igual potencia su tamaño y peso son más reducidos.
- Se pueden construir de cualquier tamaño.
- Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante.
- Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 80%, aumentando el mismo a medida que se incrementa la potencia de la máquina).
- La gran mayoría de los motores eléctricos son máquinas reversibles pudiendo operar como generadores, convirtiendo energía mecánica en eléctrica.

Los motores de corriente continua se clasifican según la forma como estén conectados, en:

- Motor serie
- Motor compound
- Motor shunt
- Motor eléctrico sin escobillas

Además de los anteriores, existen otros tipos que son utilizados en electrónica:

- Servomotor: Un servo, o servomotor, es un dispositivo electromecánico utilizado principalmente en robótica y en modelismo (aeromodelismo, automodelismo...) Tiene la capacidad de lograr y mantener una posición, que se le indica por medio de una señal de control. Posee únicamente tres líneas de entrada que son: tierra, vcc, y control. La línea de tierra, está conectada al negativo de la batería; la de

VOC positivo; y la línea de control espera recibir un pulso positivo cada 20 milisegundos. Dependiendo de la duración de dicho pulso, que puede variar desde 1ms hasta 1.75ms en la mayoría de los dispositivos, se determina la posición que el motor debe alcanzar y mantener. A diferencia de los motores paso a paso, los servos no consumen electricidad si se encuentran en la posición deseada, a menos que exista una fuerza externa que trate de cambiarla.<sup>7</sup>

- Motor paso a paso: El motor eléctrico paso a paso es un actuador conversor de tren de impulsos en movimiento angular giratorio. Existe para un motor eléctrico paso a paso un ángulo que define el desplazamiento mínimo que puede conseguirse.

La velocidad de rotación viene definida por la ecuación:

$$N = 60 * \frac{f}{n}$$

donde:

- f: frecuencia del tren de impulsos.
- n: n° de bobinas que forman el motor.

El motor paso a paso se comporta de la misma manera que un convertidor digital-analógico y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas lógicos. Presenta unas ventajas de precisión e insensibilidad a las variaciones de tensión y posicionamiento. Entre sus principales aplicaciones destacan como motor de frecuencia variable, motor de corriente continua sin escobillas, servomotores y motores mandados digitalmente.

**Sensores.** Recibe el nombre de sensor el dispositivo<sup>8</sup> que detecta, o sensa manifesta-

6. Tomado de <http://es.wikipedia.org>.

7. <http://es.wikipedia.org/>.

8. Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>.



ciones de cualidades o fenómenos físicos, como la energía, velocidad, aceleración, tamaño, cantidad, etc. Muchos de los sensores son eléctricos o electrónicos, aunque existen otros tipos. Un sensor es un tipo de transductor que transforma la magnitud que se quiere medir, en otra, que facilita su medida. Pueden ser de indicación directa (un termómetro de mercurio) o pueden estar conectados a un indicador (posiblemente a través de un convertidor analógico a digital, un computador y un indicador de modo que los valores sensados puedan ser leídos por un humano. Los sensores dependiendo de su aplicación pueden ser:

- Captadores de presencia
- Sensores electromecánicos
- Sensores magnéticos
- Sensores inductivos
- Sensores capacitivos
- Sensores ópticos
- Sensores ultrasonido
- Sensores neumáticos

**Transductores.** Recibe el nombre de transductor el elemento físico que convierte una señal física en eléctrica o viceversa, los transductores pueden ser actuadores o sensores, se dividen en análogos y digitales.

**Transductores análogos.** Los transductores analógicos proporcionan una señal analógica continua, por ejemplo voltaje o corriente eléctrica. Esta señal puede ser tomada como el valor de la variable física que se mide en la respectiva aplicación.

**Transductores digitales.** Los transductores digitales producen una señal de salida digital, en la forma de un conjunto de bits de estado en paralelo o formando una serie de pulsaciones que pueden ser contadas. En una u otra forma, las señales digitales representan el valor de la variable medida. Los

transductores digitales suelen ofrecer la ventaja de ser más compatibles con las computadoras digitales que los sensores analógicos en la automatización y en el control de procesos.

**Características de los Transductores.** Los transductores tienen una serie de características que son importantes de tener en cuenta a la hora de utilizar algún transductor en una aplicación, a continuación se muestran las características más representativas.

- **Exactitud:** La exactitud de la medición debe ser tan alta como fuese posible. Se entiende por exactitud que el valor verdadero de la variable se pueda detectar sin errores sistemáticos positivos o negativos en la medición. Sobre varias mediciones de la variable, el promedio de error entre el valor real y el valor detectado tenderá a ser cero.
- **Precisión:** La precisión de la medición debe ser tan alta como fuese posible. La precisión significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión en los valores de una serie de mediciones será mínima.
- **Rango de funcionamiento:** El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.
- **Velocidad de respuesta:** El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal sería una respuesta instantánea.
- **Calibración:** El sensor debe ser fácil de calibrar. El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso de calibración deben ser mínimos. Además, el sensor no debe necesitar una recalibración frecuente. El término desviación se aplica con frecuencia para indicar la

pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria su recalibración.

- **Fiabilidad:** El sensor debe tener una alta fiabilidad. No debe estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento.

### SOFTWARE VISUAL BASIC

Existen múltiples software a nivel comercial que permiten realizar el monitoreo y el control de los sistemas automatizados, para el desarrollo de este proyecto se basó en el lenguaje de programación de visual Basic, por la facilidad de programación, realizar pruebas e implementaciones de bajo nivel.

**Visual Basic.** Visual Basic es uno de los tantos lenguajes de programación que podemos encontrar hoy en día. Es un lenguaje de programación que se ha diseñado para facilitar el desarrollo de aplicaciones en un entorno gráfico (GUI-GRAPHICAL USER INTERFACE) Como Windows 98, Windows NT o superior. Dicho lenguaje nace del BASIC (Beginner’s All-purpose Symbolic Instruction Code) que fue creado en su versión original en el Dartmouth College, con el propósito de servir a aquellas personas que estaban interesadas en iniciarse en algún lenguaje de programación. Luego de sufrir varias modificaciones, en el año 1978 se estableció el BASIC estándar.

Primero fue GW-BASIC, luego se transformó en QuickBASIC y actualmente se lo conoce como Visual Basic y la versión más reciente es la 6 que se incluye en el paquete Visual Studio 6 de Microsoft. Esta versión combina la sencillez del BASIC con un poderoso lenguaje de programación Visual que juntos permiten desarrollar robustos programas de 32 bits para Windows. Esta fusión de sencillez y la estética permitió ampliar mucho más el monopolio de Microsoft, ya que el

lenguaje sólo es compatible con Windows, un sistema operativo de la misma empresa.

### CUERPO DE LOS RESULTADOS

El diseño del proyecto se basa en el siguiente diagrama en bloques, es cual estructura la forma de operar y administrar el sistema; este diagrama tiene cinco partes básicas, las cuales son el software (desarrollado en visual Basic), la interfase (comunica los sensores y actuadores con el software), los actuadores, los sensores y la estructura mecánica, además cuenta con una fuente DC, que permite alimentar los respectivos circuitos para los motores y la interfase.

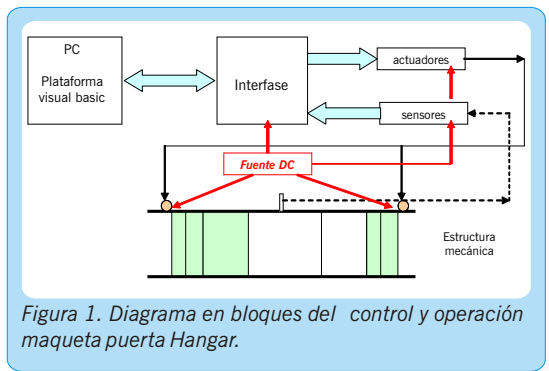


Figura 1. Diagrama en bloques del control y operación maqueta puerta Hangar.

### ESTRUCTURA MECÁNICA

La estructura mecánica se convierte en el eje fundamental del desarrollo del proyecto, toda vez que de su diseño depende la selección apropiada de los sensores y actuadores que se incorporan al proyecto, así mismo esta estruc-

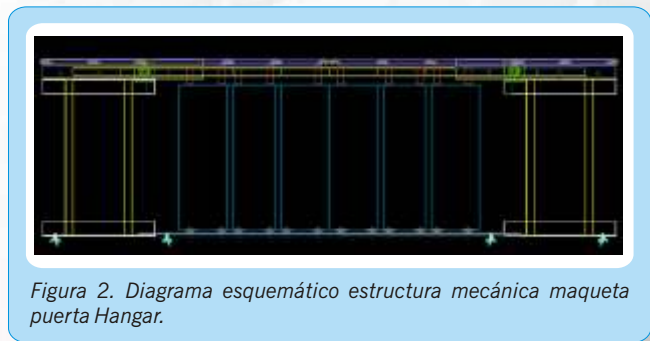
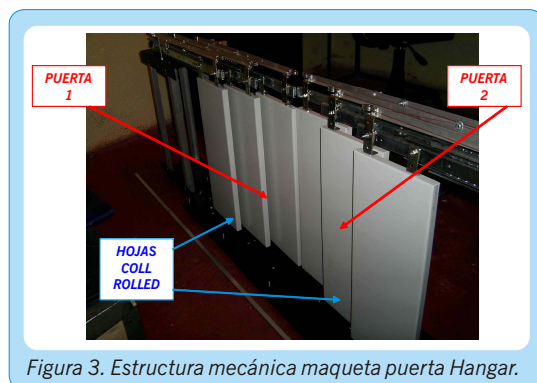


Figura 2. Diagrama esquemático estructura mecánica maqueta puerta Hangar.

tura es la que nos va a permitir emular las puertas del hangar, por lo tanto de la presentación de la estructura depende que la maqueta sea ideal para el proyecto propuesto.

La estructura mecánica está conformada por seis hojas de acero preformado (coll rolled), tres por cada puerta, como se ve a continuación.



Puertas de tipo telescópicas o tres velocidades, atadas y entrelazadas las hojas por poleas o hilo cáñamo, con sistema de deslizamiento inferior por ruedas de teflón; tracción de tipo cremallera dentada acoplada a un piñón sobre el eje del motor (en bronce); piso lámina perforada (coll rolled), con soportes y refuerzo estructural en ángulos de aluminio, como se muestran en la figuras 4.



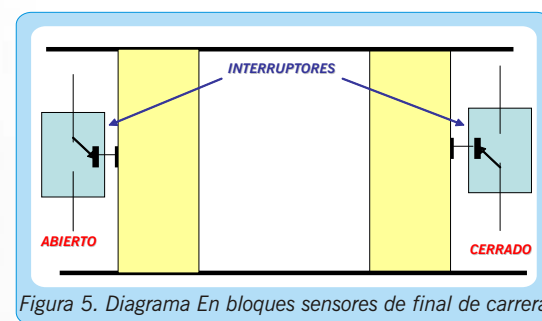
La maqueta tiene unas dimensiones de un metro con veinte de ancho por cuarenta de alto, dividido el ancho en dos secciones de sesenta centímetros, cada sección consta de tres puertas de veinte por cuarenta, estas secciones se recogen hacia los extremos

como si se adentraran en la pared, cada sección de tres puertas se maneja con un motor cuya función es la de recoger y abrir la puerta independientemente; la idea de realizar la maqueta de este tamaño tiene dos referentes básicos, el primero realizar un control con una maqueta a una escala ideal que permita observar los sistemas electrónicos en operación, de haberse diseñado más pequeña, no se podría evidenciar el trabajo electrónico; por otro lado el tamaño permite utilizarse como una maqueta de ayuda de instrucción.

## SENSORES Y ACTUADORES

Una vez diseñada la estructura mecánica, se procedió a diseñar el sistema de actuadores y sensores que se utilizarían; además se requería garantizar la alimentación del sistema activo, para lo cual se diseñó una fuente DC. A continuación se presentan los diferentes temas expuestos.

**Sensores.** Para el desarrollo del proyecto se requería contar con por lo menos dos tipos de sensor por cada puerta, uno que señalizara cuando la puerta se encontraba abierta y el otro cuando se encontrara cerrada. Para determinar la posición de la puerta se requiere adaptar sensores tanto de final de carrera como de posición, (para el caso se diseñó instalar cuatro sensores de final de carrera), los cuales determinan si la puerta está abierta o cerrada (dos por cada puerta), que le envían la señal al microcontrolador para que



la procese y si es del caso active o desactive el actuador correspondiente, así mismo un sistema de alarmas que permitan determinar si existe un problema o bloqueo de la puerta. Adicional se diseñó un circuito de alarma de movimiento que permite a través de una alarma sonora tipo buzzer, avisar cuando las puertas se encuentran en movimiento.

**Actuadores.** Una vez identificados los sensores y el sistema de alarmas, se procedió a identificar el tipo de componente que garantizara el movimiento de las puertas, que fuera de fácil operación y control, por lo tanto se seleccionó un motor DC tipo motorreductor. Para realizar el movimiento físico de la puerta del Hangar se hace necesario aplicar una fuerza que permita desarrollar movimiento en el diseño mecánico que tiene la misma, para el caso se determinó utilizar un motorreductor para cada puerta los cuales son sincronizados por el microcontrolador, a través de los diferentes sensores de posición con el fin de realizar el movimiento de apertura o cierre sincronizadamente. Además se diseñó en el circuito un control de reseteo que permite reiniciar los circuitos actuadores por algún tipo de falla que se presente. Los motores se accionan por medio de un circuito "H" implementado por relees de cinco voltios los cuales manejan la dirección del motor para que su giro sea bidireccional. El circuito "H" se activa por medio de un circuito de potencia que permite el correcto funcionamiento del circuito "H".

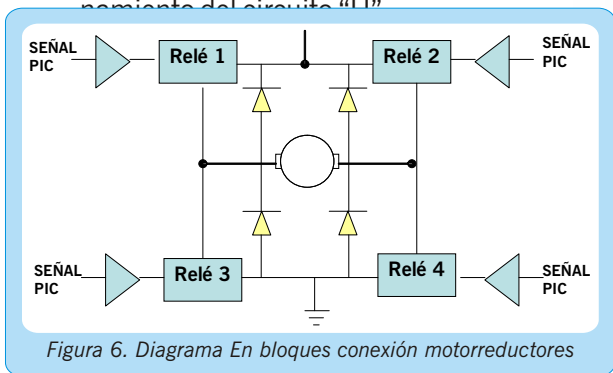


Figura 6. Diagrama En bloques conexión motorreductores

El circuito de potencia eleva el voltaje suministrado por el buffer de protección que se coloca a la salida del puerto, el voltaje del puerto no tiene la suficiente corriente para activar los relés por esto es indispensable colocar la etapa de potencia.

**Fuente.** Para garantizar la adecuada operación de los componentes del sistema, como la alimentación de los actuadores, se utilizan dos fuentes de corriente directa reguladas (12 VDC y 24 VDC), que permiten actuar los motores y los relevos, respectivamente, a continuación se muestra el diagrama en bloques de la fuente DC con tres salidas reguladas.

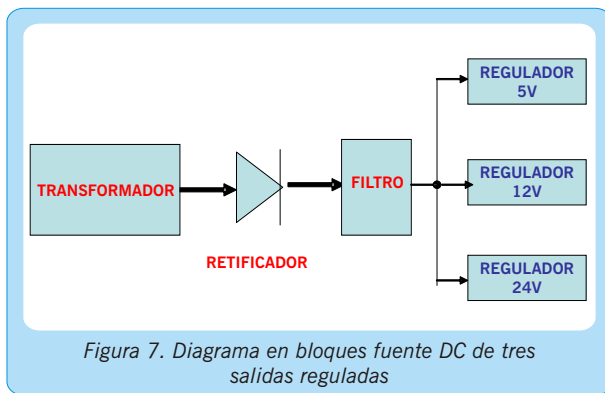


Figura 7. Diagrama en bloques fuente DC de tres salidas reguladas

### INTERFASE ELECTRÓNICA

Para realizar la comunicación entre el PC y los sensores se diseñó una tarjeta que está basada en el microcontrolador microchip 16F877-20, apoyado en circuitos integrados de lógica TTL, el cual ha sido programado para realizar una comunicación por el puerto paralelo del computador, se convierte así en el cerebro del sistema, toda vez que controla o supervisa los actuadores y sensores y a su vez a través de la comunicación serial, le informa al software la posición correspondiente de la puerta, para realizar el respectivo monitoreo. Para la alimentación de la tarjeta de interfase se utilizó una fuente regulada a 5 VDC.



**Características del proyecto:** se compone de una puerta que posee dos hojas de tres velocidades cada una, impulsadas o accionadas por motorreductores de 24 voltios de D.C., cada motorreductor es maniobrado a través de un puente H el cual se encarga de hacer la inversión de giro de los motores para el cierre o la apertura de la puerta. Todo esto es monitoreado y controlado por un microcontrolador PIC 16F877A el cual se encarga de hacer la interfase de comunicaciones entre la maqueta y la CPU del computador a través del puerto LPT1. Dicha comunicación se hace a través de 8 bits, distribuidos: cuatro bits de lectura y cuatro bits de escritura descritos de la siguiente forma:

| BIT | NOMBRE | FUNCIÓN                         | I / O |
|-----|--------|---------------------------------|-------|
| 0   | APD    | Abrir puerta derecha            | IN    |
| 1   | CPD    | Cerrar puerta derecha           | IN    |
| 2   | API    | Abrir puerta izquierda          | IN    |
| 3   | CPI    | Cerrar puerta izquierda         | IN    |
| 4   | LPDA   | Límite puerta derecha abierta   | OUT   |
| 5   | LPDC   | Límite puerta derecha cerrada   | OUT   |
| 6   | LPIA   | Límite puerta izquierda abierta | OUT   |
| 7   | LPIC   | Límite puerta izquierda cerrada | OUT   |

TABLA No. 1.- Distribución y Descripción de los bits utilizados en el microcontrolador.

**NOTA:** Esta tabla se debe interpretar como entradas (IN) al microcontrolador y salidas (OUT) desde el microcontrolador hacia el computador, puerto paralelo de la impresora (LPT1).

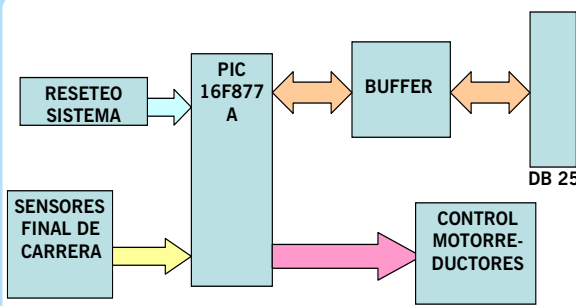


Figura 8. Diagrama en bloques interfase electrónica

## SOFTWARE CONTROL Y SUPERVISIÓN PUERTAS

Se diseñó basado en el programa visual Basic, el cual permite realizar una interfase con los sensores y actuadores a través del PIC Microchip 16F877-20. Se utilizó el software por que cualquier automatización debe ser controlada y monitoreada por un PC, la información a su vez puede llegar a supervisarse por redes que ampliarían su alcance. La comunicación se realiza a través del puerto paralelo del computador (LPT1) conector tipo DB25, como se muestra en la figura 9.



Figura 9. Presentación software de control y supervisión

Para el desarrollo del proyecto se requiere conocer las rutinas básicas de configuración del puerto, como escribir datos y dirección puerto paralelo, a continuación se mencionan dos de estas:

- Escribir datos puerto paralelo

```

#include <stdio.h>
#include <dos.h>
int puerto(int direcc);
int seleccion;
int main()
{
    unsigned int __far *puntero_a_direccion;
    int i, direccion[3]={0,0,0}, disponible[3]={0,0,0};

```

```

    puntero_a_direccion = (unsigned int
__far *)0x00000408;
printf("Seleccione el puerto:\n");
/* ¿Cuántos puertos existen? */
for (i=0; i<3; i++)
{
    if (*puntero_a_direccion == 0)
        printf("Puerto LPT%d.....no
disponible\n", i+1);
    else
    {
        disponible[i] = 1;
        direccion[i] = *puntero_a_direc-
cion;
        printf("Puerto
LPT%d.....%d\n", i+1, i+1);
    }
    puntero_a_direccion++;
}
printf("Salir del programa.....0\n");
scanf("%d", &seleccion);
do
{
    switch(seleccion)
    {
        case 0:/* Salir del programa */
            printf("Adios!!!\n");
            return 0;
            break;
        case 1:/* Puerto LPT1 */

```

```

        if(disponible[0]==1)
            puerto(direccion[0]);
        else
        {
            printf("ERROR: PUERTO NO
DISPONIBLE\n");
            return 0;
        }

```

## CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del proyecto se evidencian las necesidades de tener fundamentos en las asignaturas básicas, toda vez que cada problema en el diseño mecánico, como eléctrico, se convierte en un desafío para ser solucionado.

Los campos de aplicación de la Electrónica Aeronáutica, permitieron durante el desarrollo de este proyecto, elaborar una maqueta de una solución a problemas, tanto de seguridad industrial como física, de la realidad de lo que son los hangares en nuestra bases aéreas.

Se cumplieron los objetivos previstos, tanto el general, como los específicos.

La maqueta cumple con lo establecido y además se puede utilizar como ayuda de instrucción.

## BIBLIOGRAFÍA

SAVANT, Jr. MARTIN, Roder. Gordon, Carpenter. Diseño Electrónico, tercera edición, Prentice Hall, 1997.

MALVINO, Albert Paul. Principios de Electrónica, sexta edición, McGraw Hill, 1999.

### Paginas Web

[www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml](http://www.monografias.com/trabajos12/microco/microco.shtml)

[www.disam.upm.es/cybertech/2005/tprocesadores.pdf](http://www.disam.upm.es/cybertech/2005/tprocesadores.pdf)

<http://es.wikipedia.org>

<http://es.wikipedia.org/>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>