

Interfaz para Banco de Pruebas de Puertas de Trenes

Miguel Magos Rivera

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, San Pablo 180 Col. Reynosa. México D.F. México.
mrm@correo.azc.uam.mx

Oscar García Cruz

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, San Pablo 180 Col. Reynosa. México D.F. México.

RESUMEN

En este trabajo se presenta el desarrollo de un interfaz por computadora que permite a los operadores de un banco de pruebas para puertas de trenes, la programación de una serie de experimentos, mismos que se realizan en forma automática. El interfaz que se presenta, permite mediante una serie de ventanas, monitorear en tiempo real el comportamiento del equipo que se somete a prueba. Asimismo, la información relevante del experimento es almacenada en una computadora para su posterior análisis. Las características generales del sistema, así como los bloques que lo conforman son descritos en el artículo.

Palabras clave: Banco de pruebas, Control de procesos, Monitoreo de procesos, Controladores lógicos programables.

ABSTRACT

This paper describes a human machine interface developed to manage a test equipment for train doors. This application enables the operator to easily set a series of experiments to be performed on an automatic way. Through a set of windows, the system monitors in real time the behavior of the elements that are tested. The information generated during the test can be stored in the computer for further analysis. General specifications, as well as the blocks of the system are described in this paper.

Keywords: Test equipment, Process control, Process monitoring, Programmable Logic Controllers.

1. INTRODUCCIÓN

El Sistema de Transporte Colectivo (Metro) de la Ciudad de México fue inaugurado en septiembre de 1969 y desde entonces constituye la columna vertebral del transporte público en el área metropolitana de la capital del país. El promedio de pasajeros transportados al día en el año 2011 fue de más de 4 millones de personas, esto lo ubica entre los primeros en el mundo por el número de usuarios transportados.

En la actualidad el Metro cuenta con una longitud total de 201.3 km distribuidos en 11 líneas y 175 estaciones, siendo uno de los 10 sistemas más grandes del mundo. El servicio lo realizan 355 trenes en composiciones de 6 y 9 vagones. El total de vagones del sistema es de 3,042 considerando aquellos que se encuentran en operación y los que están de reserva o en mantenimiento, (STC, 2011).

Dada la cantidad de viajes realizados al día y de personas transportadas, es lógico que los dispositivos incorporados en los trenes sufran averías. La segunda causa de fallas y puesta fuera de operación de un tren es la relacionada con el funcionamiento del sistema de puertas, (STC, 2009).

El Sistema de Transporte Colectivo (Metro) de la Ciudad de México cuenta con diversos bancos de pruebas para los principales elementos que conforman el tren. Uno de estos bancos permite realizar pruebas de funcionamiento al sistema de puertas.

En la actualidad se trabaja en el remplazo del sistema de puertas basado en dispositivos neumáticos por otro conformado por motores eléctricos, (Gomez et al., 2011). La secuencia de funcionamiento del banco de pruebas para este nuevo sistema es controlada mediante un Controlador Lógico Programable; una de las mayores desventajas de este tipo de dispositivos es que no cuentan con recursos que les permitan registrar datos historiales del proceso que controlan, ni llevar en forma sencilla el monitoreo del mismo. Debido a lo anterior las pruebas que se realizan con este sistema requieren de la presencia de un operador para llevarse a cabo, así como para almacenar los resultados.

En este trabajo se describe el desarrollo de un interfaz por computadora que permite a los operadores del sistema, la programación de una serie de pruebas sobre el banco, mismas que se realizan en forma automática. El interfaz que se presenta, permite mediante una serie de ventanas, monitorear en tiempo real el comportamiento del equipo que se somete a prueba. Asimismo, la información relevante del experimento es almacenada en una computadora para su posterior análisis.

En la segunda sección del documento se presenta una descripción del sistema desarrollado, la información contenida en cada una de las ventanas del interfaz es presentada. La tercera sección presenta los bloques principales del sistema, así como una explicación de los mismos. El artículo finaliza con algunos comentarios y conclusiones del equipo desarrollado.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DESARROLLADO

El mecanismo del banco de pruebas se encuentra montado sobre una estructura metálica. En la parte superior de dicha estructura se encuentra un motor que proporciona el movimiento a las puertas de acuerdo a una serie de sensores que se activan para indicar si éstas están abiertas o cerradas, así como para señalar posiciones intermedias del recorrido. El motor se encuentra acoplado a un tornillo sin fin con cuerda encontrada. En este elemento se encuentran colocadas un par de tuercas de bolas las cuales se desplazan horizontalmente sobre el tornillo cuando éste gira. Cada tuerca de bola lleva acoplada una horquilla de arrastre en la cual está atornillada cada una de las hojas de las puertas. La tuerca de bolas sólo transmite el movimiento horizontal a las puertas, el soporte de las mismas se realiza mediante deslizaderas, las cuales se desplazan sobre rieles con balines a través de un riel liso, en la figura 1 se muestra una vista del banco de pruebas. En el costado de la estructura se encuentra un gabinete que contiene a los dispositivos encargados de realizar el control de la secuencia de apertura y cierre, (Bautista, 2011).

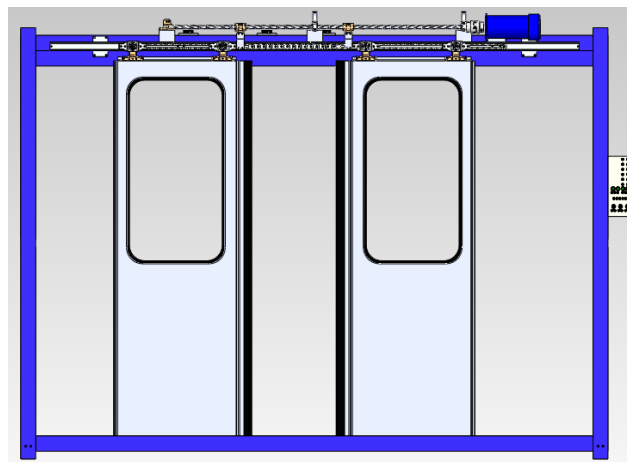


Figura 1: Vista del banco de pruebas

En la figura 2 se presenta un diagrama a bloques de los elementos que conforman el control del banco, el sistema está basado en un variador que controla la velocidad y dirección de giro del motor. Las acciones que debe realizar el variador son establecidas por un Controlador Lógico Programable, lo anterior a partir de un programa almacenado en su memoria y de las señales provenientes de una serie de sensores de límite colocados en el mecanismo.

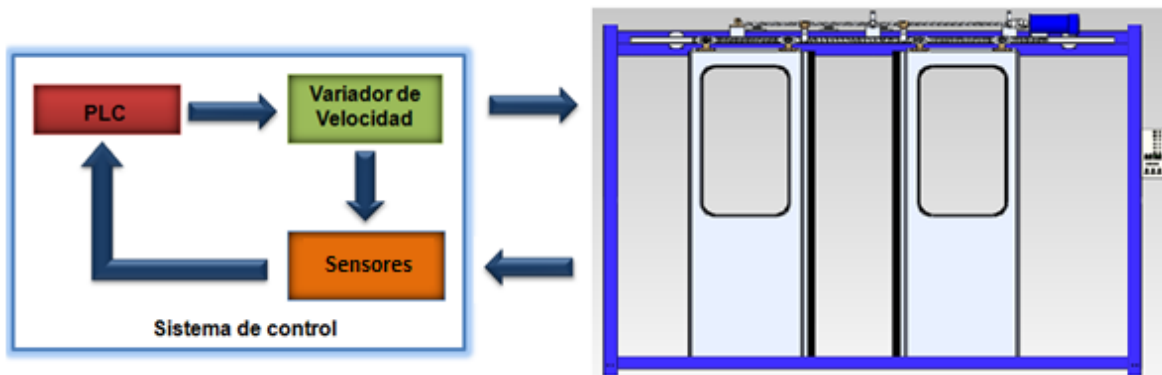


Figura 2: Diagrama de bloques del sistema de control del banco de pruebas

El interfaz desarrollado consta de cuatro pantallas en las cuales es posible configurar una prueba y/o monitorear la que se está llevando a cabo. En la figura 3 se muestra la imagen que corresponde a la ventana de inicio, en esta se encuentran tres botones que permiten abrir igual número de pantallas, adicionalmente se tiene el botón para salir de la aplicación.



Figura 3: Pantalla de bienvenida de la aplicación

Si el usuario selecciona en la ventana de bienvenida la opción: **Mecanismo principal**, se abre una nueva pantalla en la cual se tiene una vista del banco de pruebas. Estando en ejecución el programa, esta pantalla despliega el movimiento de apertura y cierre de las puertas en tiempo real. A partir de las señales que el sistema lee del controlador del banco, la aplicación muestra la secuencia de acciones que se está realizando. Esta pantalla cuenta a su vez con 3 botones que permiten el acceso a las demás ventanas que conforman el programa, figura 4.

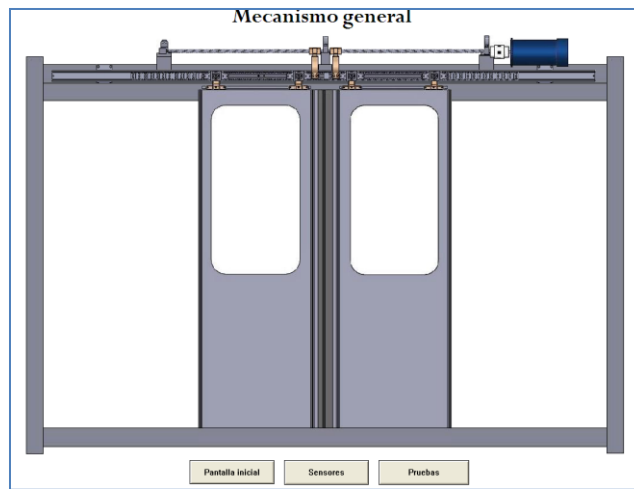


Figura 4: Pantalla del mecanismo principal

En la tercera pantalla se despliega el estado de los sensores colocados en el banco de pruebas. Estos elementos permiten detectar cuando las puertas están completamente abiertas o cerradas, así como dos posiciones intermedias necesarias para la acción de control. Como en las demás pantallas, en ésta también se incluye los botones para abrir las otras ventanas que conforman el programa, figura 5.

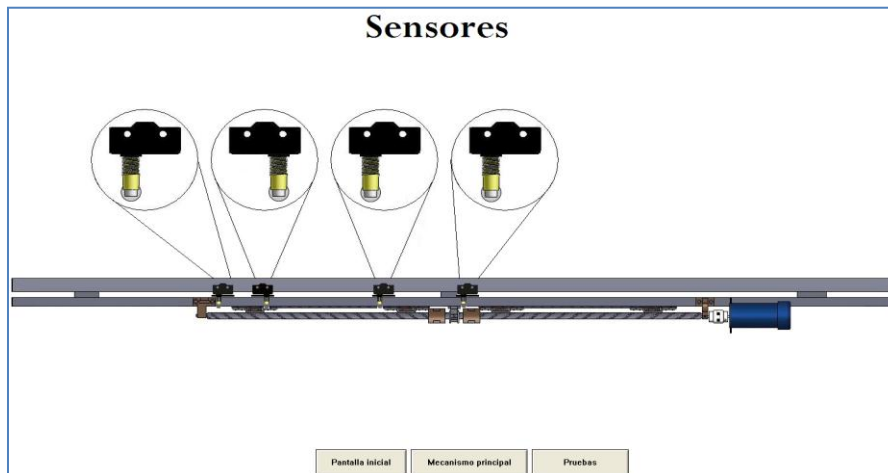


Figura 5: Pantalla de sensores

Por último se tiene la pantalla de pruebas, en la que es posible controlar la apertura y cierre de las puertas de forma manual y automática. También cuenta con indicadores que señalan la acción que se está realizando, el estado de los sensores de límite, los tiempos para realizar un ciclo apertura/cierre, el número de ciclos realizados, así como el número de ciclos a realizar. Al igual que las demás pantallas incluye los botones para cambiar de ventana, figura 6. Los elementos que conforman esta ventana se encuentran agrupados en 5 secciones, mismas que se describen a continuación.

Selección de mando. Aquí es posible seleccionar el modo de operación del banco de pruebas: Manual o Automático. En el primer modo, las puertas se manipulan directamente por el operador mediante un par de botones. En el modo automático, el operador puede señalar el número de ciclos que desea se efectúen sin intervención humana.

Manual. Contiene un botón que permite abrir manualmente las puertas y otro más para el cierre de las mismas.

Automático. Contiene dos controles que permiten especificar el número de ciclos a realizar en forma automática, así como el tiempo que debe permanecer detenido el sistema entre una operación de cierre y apertura. Cuenta también con un indicador de número de ciclos realizados y un botón de inicio.

Tiempos de apertura y cierre. Esta sección de la ventana contiene dos indicadores numéricos que señalan los tiempos invertidos por el sistema para realizar una operación de apertura y cierre.

Indicadores. Esta sección de la pantalla muestra, mediante indicadores luminosos, el estado de los sensores de límite, así como el proceso que se está realizando: apertura, cierre y/o atención a una obstrucción.

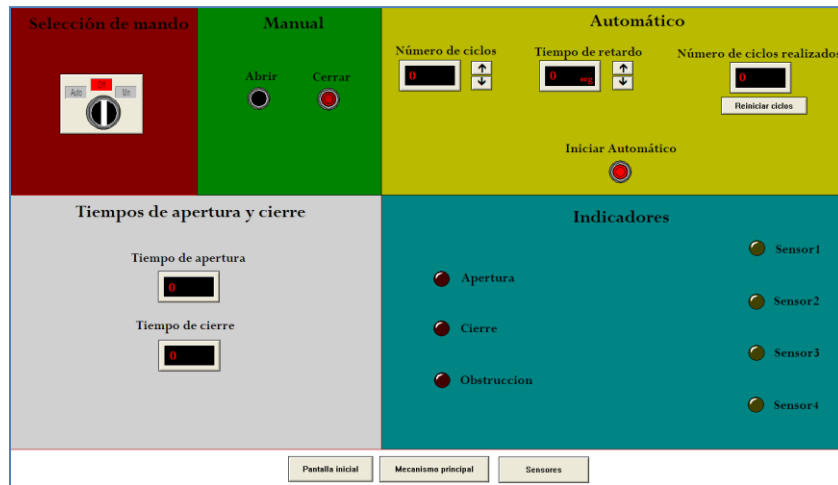


Figura 6: Pantalla de pruebas

3. BLOQUES DEL SISTEMA

El diagrama de bloques que se presenta en la figura 7, muestra las partes principales del sistema desarrollado.

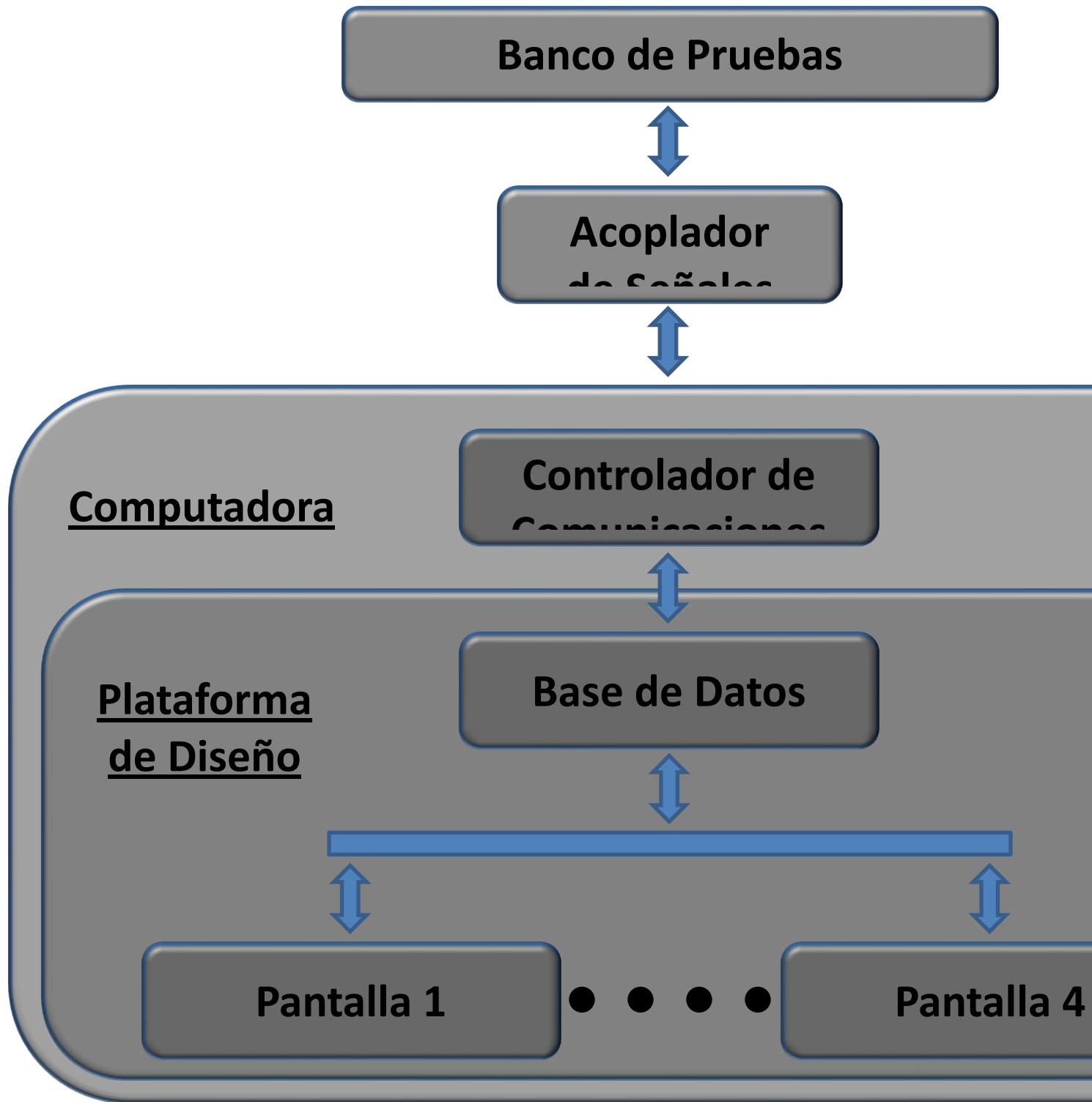


Figura 7: Diagrama de bloques del sistema completo

Acoplador de señales. La conexión que se realiza entre el Controlador Lógico Programable y la computadora requiere de un dispositivo que acople los niveles de voltaje del puerto serial de los dos equipos. El controlador maneja un protocolo de comunicación RS-485, mientras que la computadora emplea el puerto USB para recibir los datos. Se empleó para esta tarea un convertidor Moxa UPort 1130, (Moxa Inc., 2009).

Controlador de comunicaciones. Para lograr la comunicación entre el controlador y el paquete de cómputo en el cual se desarrolló la aplicación, es necesario utilizar un programa que se encargue de coordinar el flujo de la información. El software utilizado para realizar esta operación fue Top Server de la compañía Software Toolbox. Este programa de cómputo es capaz de comunicar una PC con el PLC vía el puerto serial de ambos aparatos. Top Server utiliza el estándar de comunicación industrial denominado OLE para Control de Procesos (OPC por sus siglas en inglés) el cual permite conocer el estado de las variables del controlador PLC. Una vez que tiene acceso a la información del controlador, Top Server puede intercambiar estos datos con otras aplicaciones mediante el protocolo de Intercambio Dinámico de Datos (DDE por sus siglas en inglés), (Software Toolbox, 2010).

Plataforma de diseño. Se empleó el paquete de cómputo Intouch de la compañía Worderware, el cual cuenta con librerías de objetos que pueden animarse a partir de valores obtenidos de un controlador, (Invensys, 2005). Con estos elementos es posible construir pantallas de monitoreo que muestran en tiempo real el estado del sistema controlado. Asimismo, las aplicaciones desarrolladas bajo este esquema permiten el envío, en forma sencilla, de parámetros de operación al controlador para indicarle alguna acción a realizar. Toda aplicación desarrollada en esta plataforma tiene como elemento central una base de datos en la cual el controlador de comunicaciones puede escribir información leída del controlador. Los objetos con los que se diseñan las ventanas se asocian a variables de la base de datos y de esta forma es posible desplegar información y/o animar acciones a partir de los valores de estas. A su vez es posible configurar que algunos objetos puedan modificar el valor de algunas de las variables de la base de datos, mismas que pueden ser enviadas por el controlador de comunicaciones al Controlador Lógico Programable.

A continuación se describe en forma resumida la elaboración de la pantalla correspondiente al Mecanismo Principal, el resto de las pantallas se construyó de forma similar. La figura 8 muestra los distintos objetos que conforman la pantalla en cuestión, la animación de estos elementos depende tanto de variables provenientes del PLC, como de otras definidas en InTouch.

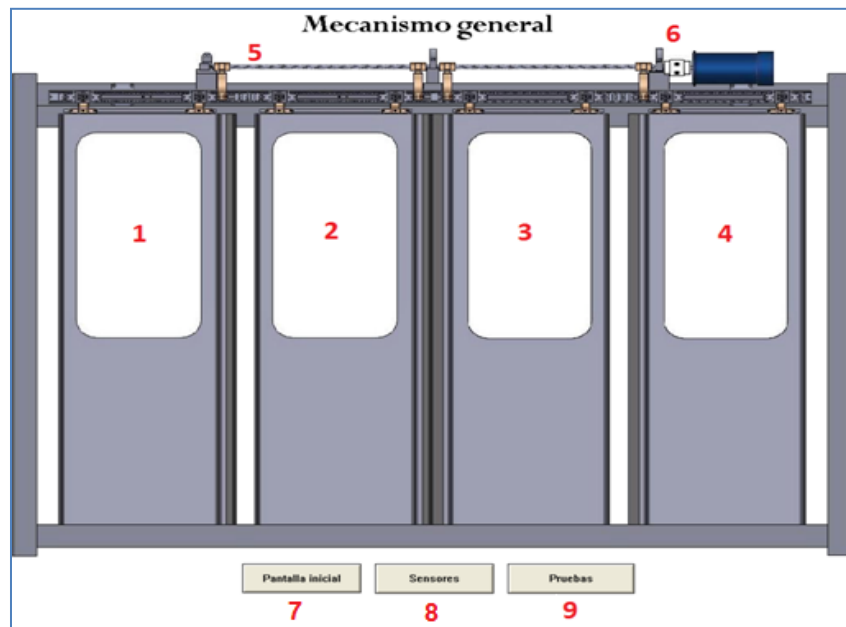


Figura 8: Objetos que conforman la pantalla del mecanismo principal

La animación en esta pantalla incluye objetos que representan los elementos que participan en el movimiento de las puertas como son: el giro del cople del motor y del tornillo sin fin, así como el desplazamiento de las puertas. Esta pantalla también incluye los botones que permiten desplazarse entre las demás ventanas que conforman la aplicación. Para realizar la animación de la apertura se tienen 2 objetos, uno que representa la puerta izquierda y otro la puerta derecha. Estos objetos se despliegan en la ventana cuando se recibe información desde el Controlador Lógico Programable indicando que se está abriendo la puerta. La variable correspondiente en

InTouch es identificada como Apertura, a su vez esta señal activa una variable interna de InTouch llamada Timer la cual se encarga de generar la animación que muestra la apertura de la puerta.

Para realizar la animación del cierre de las puertas se requiere de otros dos objetos los cuales aparecen en la ventana cuando la señal de apertura se desactiva. Los objetos de animación de cierre también requieren de una señal del controlador la cual InTouch reconoce como Cierre y de una variable interna llamada Timer1 para generar la animación de cierre de las puertas, estos objetos desaparecen cuando se encuentra activada la señal de apertura.

Los objetos asociados al tornillo sin fin y al cople del motor también requieren de las señales Apertura y Cierre del controlador. Para lograr el efecto de giro del tornillo sin fin, se tiene un objeto fijo y otro con un ligero desfase horizontal. Este objeto parpadea de manera constante mientras se encuentra activada la señal de apertura o de cierre dando un efecto de giro. Para el cople del motor se utilizó la misma técnica que para el tornillo sin fin.

4. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó el desarrollo de un interfaz por computadora que permite a los operadores de un banco de evaluación de puertas de trenes, la programación de una serie de pruebas, mismas que se realizan en forma automática. El interfaz que se presenta, permite mediante una serie de ventanas, monitorear en tiempo real el comportamiento del equipo que se somete a prueba. Asimismo, la información relevante del experimento es almacenada en la computadora para su posterior análisis.

El sistema desarrollado ha estado en operación durante 6 meses, tiempo en el cual se ha comportado correctamente. Los experimentos sobre el banco de pruebas se han simplificado bastante y los resultados que se han obtenido de las mismas son más confiables. El equipo ha resultado de gran utilidad para los diseñadores de nuevos mecanismos ya que han podido simular en forma simple la operación de una serie de ciclos de funcionamiento en poco tiempo y con captura de datos en forma automática.

Como trabajo a futuro se iniciará el desarrollo de una segunda versión del interfaz en la cual se incluirán más variables que permitirán una mejor evaluación del comportamiento de los elementos que conforman el sistema de apertura y cierre de puertas. Asimismo, la nueva versión del interfaz permitirá monitorear sistemas de apertura basados no sólo en motores de DC, como fue el caso de la primera versión, sino que tendrá la opción de controlar otros tipos de motores.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto *Diseño y Construcción de un Prototipo de un Nuevo Sistema de Puertas para el Metro de la Ciudad de México con Dispositivo Inhibidor de la Apertura de las Mismas del Lado Contrario*, apoyado por CONACYT-Gobierno del Distrito Federal con clave 120694.

REFERENCIAS

- STC. (2011). Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México, Datos de Operación 2011. <http://www.metro.df.gob.mx/operacion/cifrasoperacion.html#1>. (fecha de acceso: 10 de marzo 2012)
- STC. (2009). Sistema de Transporte Colectivo de la Ciudad de México, Reporte Interno de Actividades.
- Gómez, A., Velázquez, R., Magos, M., (2011). “Estudio de Viabilidad de un Nuevo Sistema de Puertas para el Sistema de Transporte Colectivo, Metro”, *VII Semana Nacional de Ingeniería Electrónica*, Tapachula, México.
- Bautista, M.A., (2011). “Control de Apertura y Cierre de Puertas Eléctricas”, *Proyecto Integral de Ingeniería Electrónica*. Universidad Autónoma Metropolitana, México.

Moxa Inc., (2009). “UPort 1100 Series User's Manual”, *Moxa Inc.*

Invensys Systems Inc., (2005). “Intouch User’s Guide”, *Invensys Systems Inc.*, Lake Forest, USA.

Software Toolbox, (2010). “OPC Quick Client User's Guide”. *Software Toolbox*, Matthews, USA.

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito