

REGENERACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL SISTEMA DE PASIVACIÓN DE ARMARIOS DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

¹M.C. Violeta Martínez Ramírez, ²Ing. Iván Martínez López, ³Ing. Oscar Uriel Morales Olguín,
Ing. Josué Romero Teodoro, M. I. Alejandro Gil Vázquez

¹Instituto Tecnológico de Puebla
Tecnológico Nacional de México
Departamento de Sistemas y Computación
Av. Tecnológico # 420 Col. Maravillas Puebla Puebla CP 72220 México
violetmartinezz@gmail.com

²Instituto Tecnológico de Tláhuac
Tecnológico Nacional de México
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Av. Estanislao Ramírez # 301 Colonia Ampliación Selene C.P. 13430 Tláhuac CDMX

³Instituto Tecnológico de Tláhuac
Tecnológico Nacional de México
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Av. Estanislao Ramírez # 301 Colonia Ampliación Selene C.P. 13430 Tláhuac CDMX
uriel.warlike@gmail.com

⁴Instituto Tecnológico de Tláhuac
Tecnológico Nacional de México
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
Av. Estanislao Ramírez # 301 Colonia Ampliación Selene C.P. 13430 Tláhuac CDMX
josue.romero.teo@outlook.com

⁵Instituto Tecnológico de Tláhuac
Tecnológico Nacional de México
Departamento de Sistemas y Computación
Av. Estanislao Ramírez # 301 Colonia Ampliación Selene C.P. 13430 Tláhuac CDMX
ing.gil@ittlahuac.edu.mx

RESUMEN

El presente trabajo de investigación y desarrollo tiene como objetivo implementar una interfaz gráfica para el usuario (GUI, por sus siglas en inglés Graphics User Interface) utilizando el lenguaje de programación java, para proporcionar el control continuo de la marcha de los trenes, de la Línea A del Sistema de Transporte Colectivo (STC), en el modo de Conducción Automática o Manual Controlada, permitiendo la circulación de

los trenes con distancias de separación cortas, y con plena seguridad.

El desarrollo del sistema se hizo considerando las condiciones de seguridad, las cuales están garantizadas por medio de un dispositivo de control y verificación permanente, que genera una transmisión continua (vía – tren) de información con el fin de evitar bajo cualquier circunstancia que el tren se encuentre en situaciones peligrosas o cercanas a ellas.

Este desarrollo además de ser de bajo costo, cuenta con los candados de seguridad necesarios para que un Armario no pueda ser rearmado si no se encuentra en estado pasivo y si el personal no cuenta con las credenciales necesarias para realizar este procedimiento. La solución obtenida en el presente trabajo se encuentra integrada en la interface diseñada en java del Sistema de Transporte Colectivo permitiendo el acceso al sistema en tiempo real desde cualquier punto donde haya una computadora conectada con el programa diseñado.

Palabras clave: *Pilotaje Automático, SACEM, Sistema de Transporte Colectivo*

INTRODUCCIÓN

El Metro de la Ciudad de México es un sistema de transporte público tipo tren metropolitano que sirve a extensas áreas de la Ciudad de México y parte del Estado de México. Su operación y explotación está a cargo del organismo público descentralizado denominado Sistema de Transporte Colectivo.

La Línea A es la novena línea construida de la red del sistema de transporte colectivo que recorre parte de la Ciudad de México y del Estado de México de norte a sur. Posee solo 10 estaciones y una longitud de 17.19 km, de los cuales 14.89 km se usan para servicio de pasajeros y el restante para maniobras y mantenimiento. Se distingue del resto de las líneas por tener trenes de 6 carros de rodadura férrea alimentados por catenaria. Por ese motivo también se le conoce como Metro Férreo o Metro Ligero.

Antecedentes

El SACEM (Sistema Automático de Conducción, Exploración, al Mantenimiento) es de diseño y fabricación francesa por INTERELEC en 1983. Puesto en marcha en México en los trenes de las líneas A, B y 8 (entre 1990 y 2000) [8].

Constituido de un sistema de cómputo empotrado (basado en FPGAs y microprocesadores) y provisto de un sistema de diagnóstico llamado SPY el cual se ejecuta en una computadora portátil Intel 486, con sistema operativo MS-DOS de 16 bits [7].

Según [7], SPY genera información en tiempo real sobre el estado de operación del sistema, la cual es usada por un técnico capacitado para determinar el origen de una falla, analizar el procedimiento que conduzca a la corrección de la misma; así mismo, para agendar el mantenimiento preventivo correspondiente. El software se comunica con el SACEM por un medio guiado, un puerto y protocolo especializados para diagnóstico. SPY almacena y muestra en pantalla 74 parámetros tales como: tipo de marcha, marchas disponibles, velocidad del tren, defectos de frenado, localización, vibradores, permiso de apertura de puertas, entre otros.

En 2010 se actualiza SPY, a diferencia del original, corre sobre Windows XP y Vista, cuenta con una interfaz gráfica basada en LabView, puede comunicarse de forma inalámbrica con el SACEM y realiza diagnósticos de fallos básicos. Surge también la necesidad de tener facilidades similares para el mantenimiento de los sistemas PA 135 (Chopper y JH).

Detección y diagnóstico de fallas

Los primeros esquemas formales para la detección de fallas se remontan a los 70's (metodologías documentadas por Alan S. Willsky en 1976[7]). La detección de fallas es determinar si el sistema se encuentra funcionando en estado correcto o incorrecto.

El diagnóstico de fallas significa que una vez detectada la presencia de una falla, se procede a especificar qué tipo de falla es y cómo repararla.

Estado actual del tema

El modo de conducción P. A. es en el que normalmente deben circular los trenes para garantizar el confort de los viajeros durante el servicio. Cualquier degradación del modo de conducción debe ser autorizada por el P. C. C. o P. C. L. según sea el caso.

La condición de Pasivación en un armario de Pilotaje Automático SACEM de Línea A se puede ocasionar por alguna de las siguientes causas:

1. Por corte de energía intempestivo (micro-corte).
2. Por degradación de software.
3. Falla en la fuente de alimentación.
4. Falla de alguna tarjeta electrónica de los módulos ATP o ATO.

Cuando surge la condición de Pasivación se informa al personal de mantenimiento para su oportuna intervención.

Problemas que resolver

Se realizó el inventario e inspección de los equipos activos dentro del esquema de funcionamiento dentro de la Línea A del STC, lo cual permitió listar las dificultades que se deben resolver con la construcción del programa de monitoreo:

- Reducir el tiempo de afectación al servicio debido a la ausencia de información de Pilotaje Automático proveniente de un armario pasivo.
- Agilizar la intervención del personal de mantenimiento en el rearme de los armarios del equipo de Pilotaje Automático SACEM.
- Informar respecto de las fallas en las fuentes que alimentan al equipo electrónico del armario, para que personal de mantenimiento solucione el problema.

Objetivo general

Regenerar el procedimiento de adquisición de datos del sistema de pasivación de armarios del sistema de transporte colectivo mediante la implementación de una interfaz gráfica para proporcionar el control continuo de la marcha de los trenes, de la Línea A.

Justificación

La creciente interrupción de las Fuentes de pilotaje automático SACEM ha ocasionado múltiples problemas en la conducción y mantenimiento de armarios. Obligando la implementación de un diseño de monitoreo constante y rearme automático. Para ello, se desarrollará un circuito

electrónico para recepción de señales y una interfaz visual de monitoreo y rápida respuesta al rearme de armario o mantenimiento de fuentes que dirigen el pilotaje automático SACEM beneficiando al STC.

DESARROLLO

Metodología

Programación Orientada a Objetos (POO).

La POO se basa en la idea natural de la existencia de una realidad llena de objetos y que la resolución de los problemas se realiza en términos de objetos. En la POO se definen los programas en términos de clases de objetos, objetos que son entidades que combinan estado, comportamiento e identidad. La POO expresa un programa como un conjunto de estos objetos, que colaboran entre ellos para realizar tareas (interacción, comunicación objetos a través de mensajes).

Las principales *características* de la POO son:

- *Abstracción.* Selecciona características relevantes dentro de un conjunto e identifica comportamientos comunes para definir nuevos tipos de entidades en el mundo real. La abstracción es clave en el proceso de análisis y diseño orientado a objetos.
- *Encapsulamiento.* Mecanismo para ocultar los detalles internos de un objeto de los demás objetos.
- *Polimorfismo.* Capacidad de que un método se comporte de distinta forma de acuerdo con la clase que lo implementa.
- *Herencia.* Crea jerarquías en objetos de un programa. Permite heredar el conjunto de métodos y atributos de una clase sin tener que reescribir el código de dicha clase.

Las *ventajas* de la POO:

- *Reutilización y extensión del código.* Un programa de POO consta de módulos independientes, que se pueden reutilizar en distintos programas e incluso extender el código, ahorrando tiempo de desarrollo.

- *Mantenimiento*. Un programa basado en la POO que está sujeto a cambios en las condiciones externas (como la definición de una nueva variable) implicará pocas modificaciones del programa.

- *Creación de sistemas complejos*. Permite crear sistemas más complejos capaces de relacionar un sistema con el mundo real, así como la generación de ambientes gráficos y construcción de prototipos con mayor rapidez y sencillez.

La POO también tiene algunos *inconvenientes*:

- *Rendimiento*. Los lenguajes que utilizan el paradigma de la POO tienen un rendimiento menor en comparación con otros lenguajes estructurados.

- *Curvas de aprendizaje largas*. Al hacer la transición hacia un paradigma orientado a objetos la mayoría de los programadores deben aprender a resolver problemas en términos de objetos.

- *Determinación de las clases*. Una clase es un molde que se utiliza para crear nuevos objetos. En caso de que las clases que se establecieron no sean posibles de desarrollar será necesario reestructurar la jerarquía de clases (Francisco Duran, 2006).

Plataforma Java EE.

La tecnología Java es tanto un lenguaje de programación como una plataforma. El lenguaje de programación es de alto nivel orientado a objetos que tiene una sintaxis y estilo particular. Una plataforma Java es un ambiente particular en el cual las aplicaciones Java se ejecutan. (Francisco Duran, 2006).

¿Qué es Java Netbeans?

NetBeans es un entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java. Es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso. Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio de 2000 y es el patrocinador principal de los proyectos.

El NetBeans IDE soporta el desarrollo de todos los tipos de aplicación Java (J2SE, web, EJB y

aplicaciones móviles). Entre sus características se encuentra un sistema de proyectos basado en *Ant*, *control de versiones* y *refactoring*.

Modularidad. Todas las funciones del IDE son provistas por módulos. Cada módulo provee una función bien definida, tales como el soporte de Java, edición, o soporte para el sistema de control de versiones.

Controlador de Interfaz Periférico (PIC).

Los PIC son una familia de microcontroladores desarrollados y fabricados por la empresa Microchip Technologies Inc., los cuales cuentan con una tecnología tipo RISC y poseen en su arquitectura interna características especiales que varían según el modelo de PIC. Estos dispositivos se asemejan a una computadora, ya que cuentan con recursos similares: poseen memoria de programa, memoria RAM, memoria de datos, puertos de entrada o salida, temporizadores y en algunos casos cuentan con recursos adicionales como convertidores A/D, comparadores, USART, comunicación serie I2C, entre otros.

El diseño de programas para microcontroladores PIC se acompaña con un previo estudio del diseño del hardware que permitirá el funcionamiento del proyecto. Es importante elegir convenientemente el modelo de microcontrolador a se utilizará, debido a la amplia gama de modelos que pueden ser adaptados a necesidades específicas de diseño. (Benchinol, 2011).

Microcontrolador PIC16F877.

Este microcontrolador pertenece a la familia PIC16F87X, la nueva familia de microcontroladores de rango medio de Microchip. Posee un encapsulado de 40 pines del tipo DIP (Dual In-Line Package) y la disposición de sus pines se visualiza en la Figura 1. (Benchinol, 2011).

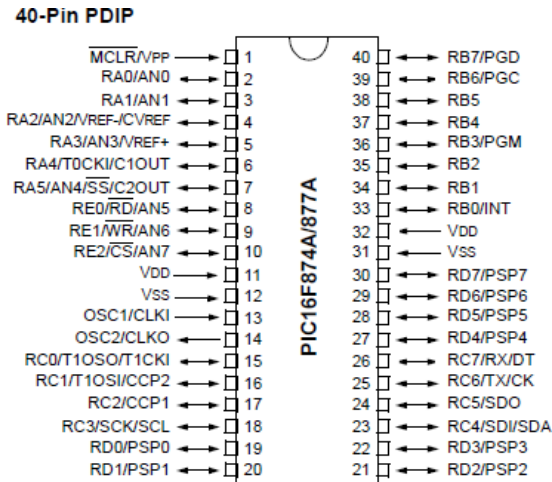


Figura 1. Disposición de pines del PIC16F877.

Características de PIC16F877.

CPU:

- Tecnología RISC de 35 instrucciones.
- Todas las instrucciones se ejecutan en un ciclo de instrucción, excepto las instrucciones de salto que se ejecutan en dos.
- Frecuencia de operación de hasta 20MHz.

Memoria:

- 8 K x 14 bits de memoria flash de programa.
- 368 bytes de memoria RAM de datos.
- 256 bytes de memoria EEPROM para datos.
- Lectura/escritura de la CPU a la memoria flash.
- Stack de hardware de 8 niveles.

Otros:

- Modo SLEEP de bajo consumo de energía.
- Rango de voltaje de operación de 2 a 5,5 volts.
- Rangos de temperatura: comercial, industrial y extendido.
- Conversor A/D de 10 bits de resolución.
- 2 Timers de 8 bits y 1 de 16 bits.
- 35 Pines de entrada/salida digital.
- Oscilador interno de gran precisión.

Circuito de alimentación

El microcontrolador PIC16F877 se alimenta con 5V, que deben provenir de una fuente que mantenga una alimentación estable y confiable.

Los pines de alimentación para VDD se encuentran en la posición 11 y 32 y para VSS los pines 12 y 31. Es importante colocar un capacitor de desacople de 0,1 uF entre los pines de VDD y VSS para evitar que los transitorios generados por un componente no ingresen a la fuente, afectando a otros dispositivos.

Oscilador.

El PIC16F877 permite hasta 8 diferentes modos para el oscilador. El usuario puede seleccionar alguno de estos 8 modos modificando un registro especial de configuración. Este registro se localiza en la dirección 2007H de la memoria de programa y se lo utiliza para configurar los recursos de PIC.

Los modos de operación para el oscilador son:

- RC: Resistencia / Capacitor externos.
- LP: Cristal para baja frecuencia.
- XP: Cristal para frecuencias intermedias.
- HS: Cristal para altas frecuencias.

Oscilador Interno.

El PIC16F877 posee dos osciladores internos independientes que puede ser controlado por medio de registros internos. Uno de los osciladores trabaja a bajas frecuencias y el otro en altas frecuencias. Este último está calibrado de fábrica en 8 MHz y su frecuencia puede ser alterada por software.

Oscilador Externo.

También es posible conectar una señal de reloj generada mediante un oscilador externo a la conexión OSC1 del PIC. Para ello el PIC deberá estar en uno de los tres modos que admiten cristal (LP, XT o HS).

Norma RS232.

RS232 es el nombre del interfaz de comunicación serie más utilizado del mundo. La norma serie está disponible en prácticamente el 99% de los ordenadores. Originalmente diseñada para conectar terminales de datos con dispositivos de

comunicación como módems. Los usos de la RS232 en el entorno doméstico son muchos y ampliamente conocidos. Desde la conexión del ratón, el módem/fax, agendas electrónicas de bolsillo, impresoras serie, grabadores de memoria tipo EPROM, digitalizadores de vídeo, radios de AM/FM, etc. (Guillermo herrero, 2015).

¿Qué es un circuito?

Un circuito es una red eléctrica (interconexión de dos o más componentes, tales como resistencias, inductores, condensadores, fuentes, interruptores y semiconductores) que contiene al menos una trayectoria cerrada. Estas redes son generalmente no lineales y requieren diseños y herramientas de análisis mucho más complejos. (Robert L,2009).

Circuito mixto.

El circuito mixto está compuesto por asociación de resistencias conectadas en serie o en paralelo, y éstas, a su vez, se encuentran conectadas con otras asociaciones en serie o en paralelo (Robert L, 2009).

Funcionamiento.

Un circuito mixto se compone de circuitos elementales serie y paralelo acoplados entre sí. Ninguno de los valores parciales de tensión, intensidad y potencia podrá ser mayores que los correspondientes valores totales. Si varía la tensión en los extremos de un receptor, varía, en la misma proporción, la potencia que consume y la corriente que lo atraviesa. (Robert L, 2009).

Puente Rectificador de diodos.

Un puente rectificador de diodos es un dispositivo formado por cuatro diodos ensamblados de forma que una corriente alterna (AC) conectada a dos de los diodos produce una corriente continua (DC) de salida en los dos diodos restantes. Es un componente eléctrico utilizado en muchos aparatos, por ejemplo, en los cargadores de los teléfonos móviles (Mohan,1995).

Resistencias.

Una resistencia es la oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuado o frenado el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Normalmente los electrones tratan de circular por el circuito eléctrico de una forma organizada, de acuerdo con la resistencia que encuentren a su paso. Mientras menor sea esa resistencia, mayor será el orden existente en el micro mundo de los electrones; pero cuando la resistencia es elevada, comienzan a chocar unos con otros y a liberar energía en forma de calor. (Juan andrez,2006).

Divisor de Voltaje.

Es un circuito simple que reparte la tensión de una fuente entre una o más impedancias conectadas. Con sólo dos resistencias en serie y un voltaje de entrada, se puede obtener un voltaje de salida equivalente a una fracción del de entrada. Los divisores de voltaje son uno de los circuitos más fundamentales en la electrónica. (JuanAndrez,2006).

Optoacoplador.

El acoplador optico esta basado en la detección de luz emitida. La entrada del acoplador esta conectada a un emisor de luz (LED) y la salida es un fotodetector. Al encapsular un emisor y detector óptico, la relacion optica siempre esta establecia y esto hace que la naturaleza de uso sea totalmente electrónica (JuanAndrez, 2006).

TTL A USB

El conversor CP2102 permite que un microcontrolador y una PC se comuniquen utilizando el protocolo USB de forma sencilla. Además puede funcionar como "programador" del Arduino Mini Pro, pues incluye el pin DTR o RESET necesario para cargar fácilmente el sketch al Arduino Mini Pro. Al utilizar el conversor USB se facilita la integración de proyectos con

programas de PC como Matlab, Labview, Processing.

- Especificación USB 2.0 velocidad completa 12 Mbps
- Conector USB: USB tipo A
- Pines salida (TTL): +3.3V, RST, TXD, RXD, GND y +5V
- Transceiver USB integrado, no requiere de resistencias externas
- Cristal oscilador integrado
- Regulador de voltaje de 3.3V interno
- Buffer de recepción de 576 Bytes
- Buffer de transmisión de 640 Bytes
- Temperatura de trabajo: -40° a 80°C
- Dimensiones: 21 mm x 16 mm

Placa PCB.

Una placa de circuito impreso (PCB) es una plancha de material rígido aislante, cubierta por unas pistas de cobre en una de sus caras o en ambas, para servir como conductor o de interconexión eléctrica entre los distintos componentes que se montarán sobre ella.

Interfaz

Diseñada para ser ejecutada bajo una resolución 800 x 600. Formada por:

- Inicio de usuario (Figura 2).
- Menú principal.



Figura 2. Pantalla de Acceso al Sistema.

Estructura de menú principal

En la pantalla de monitoreo (Figura 3) los accesos de las 11 estaciones monitoreadas están vinculados al estado completo de las fuentes que requiere el buen funcionamiento del Sistema de Pilotaje Automático.

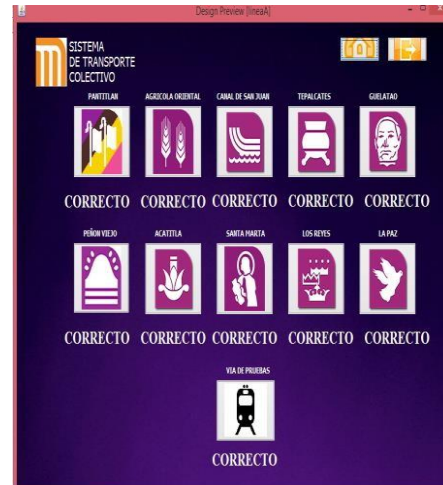


Figura 3. Pantalla del Menú Principal.

Operación de sistema de equipos de monitoreo.

Los puestos centrales de monitoreo son básicamente computadoras que tienen la función de realizar el monitoreo, la consulta y el rearme a distancia de los Armarios SACEM. Estos puestos están instalados en las Permanencias de Mantenimiento de Pilotaje Automático SACEM de la Línea "A". Hay 11 Armarios en toda la Línea; representados por el icono de la estación en el Equipo de Monitoreo. El monitoreo se realiza ingresando a cada Estación a través de los accesos. En la interfaz se observan los parámetros de las señales obtenidos de los Armario y que ayudan al personal de Mantenimiento a diagnosticar el problema con el Armario cuando está en falla. En Línea A se monitorean 11 señales de operación del Armario. El estado de operación de las señales se representa mediante '1's y '0's. Un '1' significa que la señal se encuentra activa y el número '0' significa que la señal se encuentra inactiva.

Estructura de sección de monitoreo de las fuentes de pilotaje automático SACEM.

En la pantalla Fuentes de voltaje por estación (Figura 4) se observa el Estado normal de Operación del Armario, cualquier cambio en el estado de la señal se considera como anormal. La Tabla 1 relaciona las fuentes de voltaje con su identificador.

Tabla 1. Fuentes de Voltaje.

Fuentes de voltaje de pilotaje automático SACEM	
Fuentes	Voltajes
Fuente de 24 Volts DC	24VI
Fuente de 24 Volts DC VE	24VE
Fuente de 24 Volts DC DAM	24DAM
Fuente convertidor 1	CONV1
Fuente convertidor 2	CONV2
Fuente voltaje balizas	24VBAL
Señal pasivación	SPAS
Señal MSTC	24MSTC
Señal MSTD	24MSTD
Fuente de 72 Volts DC VTC	72VTC
Fuente de 72 Volts DC S	72VS
Alimentación 110 VAC	110VAC
Alimentación 220 VAC	220VAC

La Figura 4 muestra la pantalla con la relación de las Fuentes de voltaje de P. A. SACEM de la Tabla 1.



Figura 4. Pantalla Fuente de Voltaje por estación

Etapas de potencia: Fuente de 24 Volts.

En esta etapa se construyeron distintos modelos de placas diseñadas en software Altium Designer para fuentes de 24V (11 fuentes), 72V (3 fuentes), 110V (2 fuentes), 220V (2 fuentes), para el sistema de pasivación de armario, la Figura 5 muestra el modelo para una placa de 24V.

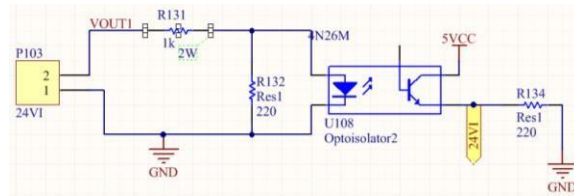


Figura 5. Circuito de etapa de potencia fuentes 24V

Cálculos para divisores de voltaje.

La Tabla 2 contiene las fórmulas aplicadas en los cálculos matemáticos para determinar los divisores de voltaje en cada una de las fuentes según su voltaje.

Tabla 2. Fórmulas para Divisor de Voltaje de 24V, 72V, 110V, 220V.

FORMULAS PARA DIVISORES	
Formula	DESCRIPCION
$I = V/R$	I=Intensidad. V=Voltaje. R=Resistencia.
$P = V^2/R$	P=Potencia. V=Voltaje. R=resistencia.
$V_x=(R_n/R_t)*VT$	V_x =Divisor de Voltaje. R_n =Resistencia de Interés. R_t =Resistencia Total. VT=Voltaje Total.

La Tabla 3 muestra los cálculos realizados para obtener el divisor de voltaje para 24 volts de VDD.

Tabla 3. Divisor de voltaje para 24 Volts.

Divisor de voltaje para 24 Volt VCD	
Datos	Desarrollo
$V_t = 24\text{ V}$	$I = \frac{24V}{1220\Omega} = 19.67\text{ mA}$
$R_1 = 1K\Omega$	$VR_1 = \left(\frac{1K\Omega}{1.22K\Omega}\right) 24 = 19.67\text{ Volts}$
$R_2 = 220\Omega$	$V_t - VR_1 = 24 - 19.67 = 4.33\text{ Volts}$
$R_t = 1.22K\Omega$	$PR_1 = \frac{24^2}{1000\Omega} = 3.86\text{ Watt}$
	$PR_2 = \frac{4.33^2}{220\Omega} = 0.085\text{ Watt}$

En la Figura 6 se aprecia el diseño final de la PCB, generado en Altium Designer, el cual se ocupará para el montaje del material electrónico del proyecto.

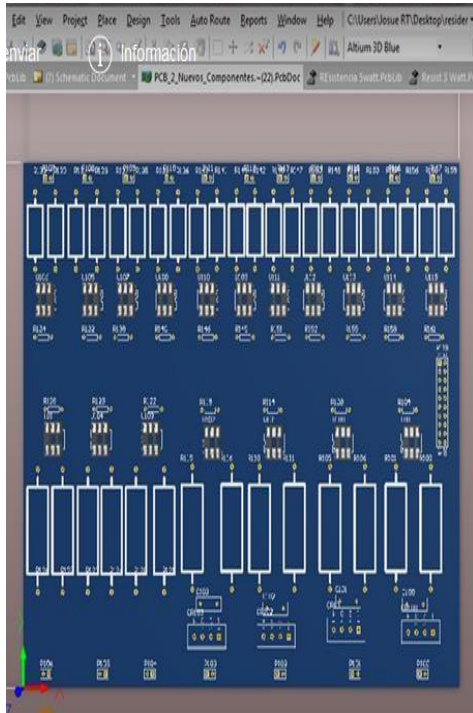


Figura 6. Diseño final de PCB.

Pruebas

La Figura 7 ilustra el producto (objeto de este proyecto) terminado y conectado el equipo de cómputo con la interfaz visual instalada para las pruebas necesarias.

Las pruebas realizadas sobre la interfaz visual y el dispositivo electrónico resultante del presente trabajo de investigación y desarrollo fueron varias y de distinto tipo.

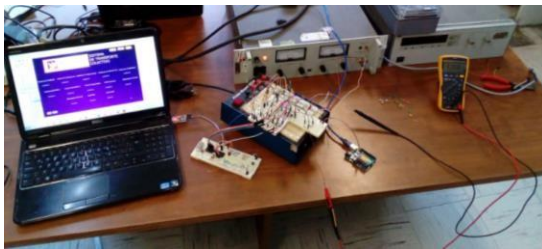


Figura 7. Dispositivo e interfaz visual conectados.

Del Acceso/Seguridad a la interfaz visual:

Se implementó un archivo con nombres de usuario y contraseñas del personal autorizado para ingresar a la interfaz visual. Se probó con cada par de valores para validar el acceso del usuario y garantizar con ello la seguridad de la

interfaz.

De la comunicación por el puerto serie:

Inicialmente para verificar la comunicación por el puerto serie se enviaron datos básicos de prueba que permitieron por medio de una señal a través del encendido/apagado de un LED comprobar que la comunicación por el puerto era correcta. Posteriormente con el dispositivo electrónico terminado se probó simulando con las estaciones de la Línea A propias de la interfaz.

De la conectividad de los componentes del dispositivo electrónico:

En esta etapa de prueba se utilizó como herramienta de apoyo el multímetro por medio del cual se verificó la conectividad de la PCB con cada componente que se integró a la misma. Verificada la prueba: se ensambló cada componente en su espacio correspondiente con la garantía de su correcto funcionamiento.

Del enlace de la interfaz visual con el dispositivo electrónico:

Se comprobó cada uno de los accesos del menú principal de la interfaz visual con su respectiva fuente de voltaje según la Estación elegida. Finalmente, solo las pruebas de la última etapa se mantuvieron de forma periódica con la intención de realizar actualizaciones y mejoras en el desempeño de la misma (Figura 8).

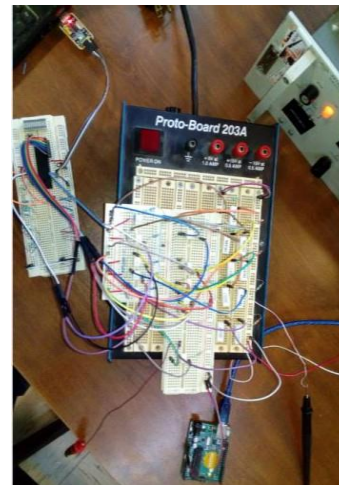


Figura 8. Dispositivo e interfaz visual conectados.

Conclusiones y Recomendaciones

Este sistema ha reducido los tiempos de intervención cuando ocurre alguna falla o una pasivación en los Armarios de Pilotaje Automático SACEM, ahorrando en promedio 2 horas hombre del personal de Mantenimiento cuando ocurre alguna avería, además de que reduce el impacto directo al servicio y garantiza la seguridad en la marcha de los trenes.

La implementación de este prototipo está basada en dos disciplinas importantes dentro de la Ingeniería, la Electrónica y la Informática; el desarrollo electrónico ha permitido implementar un sistema de adquisición de datos de bajo costo, que permite realizar el monitoreo de las señales de los Armarios de Pilotaje Automático, mientras que la Informática ha permitido diseñar un software a la medida del “cliente”, realizando consulta de los armarios de toda la Línea A en tiempo real, realizando rearmes de forma automática y a distancia cada vez que el Armario se encuentre en estado pasivo.

La solución se encuentra integrada en la interface diseñada en java del Sistema de Transporte Colectivo permitiendo el acceso al sistema en tiempo real desde cualquier punto donde haya una computadora conectada con el programa diseñado. Este desarrollo además de ser de bajo costo, cuenta con los candados de seguridad necesarios para que un Armario no pueda ser rearmado si no se encuentra en estado pasivo y si el personal no cuenta con las credenciales necesarias para realizar este procedimiento.

Referencias

- [1] Clases abstractas e interfaces en java
<http://elvex.ugr.es/decsai/java/pdf/ACinterfaces.pdf>
- [2] Deitel “Java como programar”. Novena Edición. PEARSON, 2012. Archivo de la categoría puerto serial JAVA
<https://upscodigojava.wordpress.com/category/programacion-2/puerto-serial/puerto-serial-libreria-rxtx/>

- [4] Bodington Esteva, “Basic para microcontroladores PIC.”

<http://www.unrobotica.com/manuales/basic.pdf>

[Consulta: Noviembre 2017].

- [5]A. H Picerno, “Electronica Basica.”

http://paginas.fisica.uson.mx/horacio.munguia/aula_virtual/Cursos/Topicos%20de%20Ee/Capacitores.PDF

[Consulta: Noviembre 2017].

- [6]. Garcia Breijo, “Compilador C CCS y Simulador PROTEUS para Microcontroladores PIC”

<https://tecnologialsb.files.wordpress.com/2017/05/compilador-c-ccs-y-simulador-proteus-para-microcontroladores-pic.pdf>

[Consulta: Octubre 2017].

- [7] Ignacio Arroyo Fernández, “Evaluación de dos técnicas de Reconocimiento de patrones para su Implementación en el simulador de Pilotaje automático (pa-135, nm-79 Chopper) de taller del STC metro de la Cd. de México”, Tesis Maestría, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Noviembre 2013.

- [8] SIEMENS Transportation Systems, “SACEM, Driver Operated Trains: Mexico City - Line A, Line 8, Line B”, A High performance ATC Brouchure, 50 Rue Barb`es - BP 531, 92532 Montrouge Cedex, France,

<http://www.siemens.fr/transportation>.



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.