

## Fixture de Prueba DATEC Inalámbrico

Reporte de proyecto

M.C. Héctor Arellano Rangel<sup>1</sup>, Ing. Carlos Gustavo Díaz de León Gutiérrez<sup>2</sup>, Ing. Antonio Velasco Vargas<sup>2</sup>.

(1) Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

(2) Sensata Technologies

Instituto Tecnológico de Aguascalientes. Av. López Mateos No. 1801 Ote. Fracc. Bona Gens., Aguascalientes, Ags.

Tel: (014) – 9-10-50-02, Fax (014)-9-70-04-23

e-mail: [harellanor@hotmail.com](mailto:harellanor@hotmail.com)

### Resumen

En este reporte se presenta el diseño del prototipo para el sistema de comunicación, que permitirá la transferencia de datos en forma inalámbrica, entre el fixture y un sistema de control de prueba DATEC (prueba funcional del producto), la cual es parte fundamental del sistema de producción de moto protectores.

Para el diseño del prototipo se utilizan microcontroladores, circuitos digitales y dispositivos fotosensibles.

Con el desarrollo del prototipo se incrementa en un 100% la confiabilidad de la información transmitida que a su vez permite un ahorro de 1920 dólares mensuales en los costos de producción.

Por lo anterior el prototipo resulta ser una herramienta fundamental, para mejorar los parámetros de operación del sistema de producción de moto protectores.

### Palabras clave

Fixture, Prueba DATEC, Moto protectores.

### Abstract

This report shows the communication system prototype design process, which allows wireless information transference between the fixture and the test control system DATEC test (functional test), which is an important item in the motors protector production system.

To design the prototype were used microcontrollers, digital circuits and photosensitive devices.

With this prototype development the use of wires has been eliminated achieving 100% information transmission reliability and as a consequence a 1920 USD operation cost reduction savings has been obtained. The prototype is a fundamental tool, to improve the operation parameters in the motors protector production system.

### Keywords

Fixture, Test DATEC, Motor protectors.

### Introducción

Uno de los productos que elabora la empresa Sensata Technologies en el área denominada MXP3, son los moto protectores trifásicos, dispositivos que son utilizados como elementos de seguridad en diferentes equipos industriales. Los moto protectores son controles automáticos que se conectan en serie con las bobinas de los motores. Estos dispositivos se diseñan para monitorear la temperatura de las bobinas, de tal manera que se puedan detectar en forma indirecta los cambios en la corriente de línea y proporcionar protección contra diversas condiciones de sobrecarga.

Un moto protector tiene un bimetálico, el cual bajo el efecto del calor producido por un exceso de corriente en el motor, abre o interrumpe el circuito que alimenta las bobinas, protegiéndolo de sobrecalentamientos que pudieran dañarlo permanentemente. El circuito permanece abierto hasta que la temperatura desciende, pero no a la misma de apertura, sino a una mucho menor para garantizar mayor seguridad. La apertura del bimetálico se debe principalmente, a la diferencia de los coeficientes térmicos de dilatación de los metales que lo componen.

El moto protector se sella herméticamente para mantener constantes las condiciones de operación del bimetálico, evitando de esta manera, que las variaciones de los parámetros externos pudiesen afectar su correcto funcionamiento y proporcionar un mayor grado de seguridad en la operación del dispositivo.

En la figura 1 se muestra el esquema correspondiente a la construcción de un moto protector.

Debido a que los dispositivos mencionados, son utilizados como elementos de protección, las pruebas funcionales a las cuales son sometidos adquieren una gran relevancia, una de ellas específicamente, es la conocida como prueba DATEC, la cual consiste en colocar los moto protectores bajo prueba en un

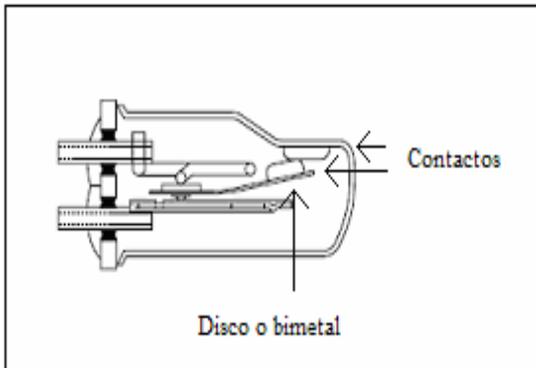


Fig. 1.- Moto protector serie 3HM.

recipiente especial, al cual se le conoce con el nombre de fixture.

El fixture se introduce en un tanque, en el cual la temperatura se varía gradualmente entre los límites de trabajo del moto protector, con el propósito de comprobar que la apertura y cierre se den en los valores de temperatura especificados para el dispositivo.

Con el propósito de monitorear la operación del moto protector, el fixture se conecta al bus de datos de una computadora a través de un cable especial. Una vez que la computadora recibe los datos, los analiza y genera un reporte de las condiciones de operación del dispositivo. Un esquema de esta prueba se presenta en la figura 2.

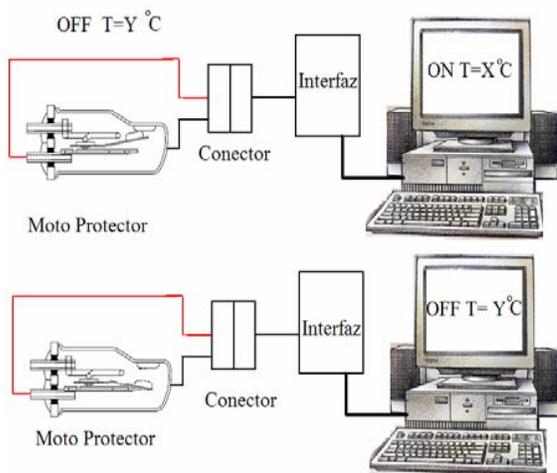


Fig. 2.- Esquema de la prueba DATEC.

Como se menciona, el fixture se conecta físicamente al equipo de prueba mediante un cable

especial, el cual, debido al esfuerzo físico y al uso constante a que es sometido durante la jornada de trabajo, presenta un deterioro acelerado, debiéndose reemplazar en promedio cada 2 semanas. Como en el área existen 12 tanques DATEC con una capacidad de 8 fixture cada uno, mensualmente se deben cambiar 192 cables, lo que significa un gasto de 1920 dólares, considerando un costo aproximado de 10 dólares por cada cable.

Otro problema que conlleva el deterioro de los cables de conexión, es el hecho de que no se puede determinar con certeza el momento exacto en el cual dejan de operar, lo que trae como consecuencia que algunos dispositivos deban de probarse hasta en dos ocasiones.

Otra situación que se presenta durante el desarrollo de la prueba DATEC, como consecuencia del deterioro que sufren los cables de conexión y a la falta de disponibilidad de los mismos, es el hecho de que la cantidad de moto protectores que son sometidos a prueba, es muy inferior a la capacidad instalada del equipo.

Lo anterior origina un incremento en los tiempos y costos de producción, una reducción en los niveles de producción y de ingresos, así como una pobre fiabilidad de los datos transmitidos, lo que globalmente repercute en un descenso de los índices de productividad del proceso en su conjunto.

Con base en lo expuesto, el objetivo del proyecto es el desarrollo de un sistema de comunicación inalámbrico, que permita la transmisión de información entre el fixture de prueba y el sistema de control de la prueba DATEC, eliminando la necesidad de utilizar cables de conexión, con el propósito fundamental de optimizar de los parámetros de trabajo del sistema de producción de moto protectores.

### Desarrollo

De la observación del proceso, se determinó que el daño que sufren los cables de conexión, se debe fundamentalmente al trato "rudo" que los operadores dan a dicho cable.

Cabe mencionar que durante el desarrollo de la prueba, el cable no está sometido a ningún tipo de esfuerzo físico que pudiese provocarle algún daño, sin embargo, al conectarse y desconectarse continuamente sufre torsiones que con el tiempo van mermando su estado físico, hasta que se presenta el daño irreversible, lo que impide la comunicación con la computadora.

La primera propuesta que surgió para la solución del problema, fue sustituir los cables de conexión por otros cuyas características físicas fueran más acordes con las condiciones de trabajo, es decir, cables para

uso rudo y de un calibre mayor. Sin embargo y por experiencias anteriores, el tiempo de vida de estos cables no varía significativamente en relación con los que se utilizan.

Una vez desechada la primera opción, se pensó en algún mecanismo, el cual restringiese el movimiento del cable a solo 2 posiciones, conectado y desconectado. Sin embargo, dicho mecanismo corre la misma suerte, debido al uso constante durante el desarrollo de las pruebas. Por lo anterior, la mejor alternativa de solución fue eliminar el uso de cables e implementar un sistema de comunicación inalámbrica.

Al decidirse a establecer una comunicación inalámbrica entre el fixture y el bus de datos, el primer problema que se presentó fue la selección del tipo de comunicación, para ello se analizaron las ventajas y desventajas tanto de la comunicación vía RF (Radio Frecuencia), como de la comunicación IR (Infra Rojo).

Por una parte, se estableció que la comunicación vía RF es omnidireccional y presenta una velocidad de transmisión alta, pero el ruido ambiente tiene un efecto negativo en la veracidad de los datos transmitidos, por su parte, la comunicación IR es direccional, de baja velocidad y en cierta medida inmune al ruido generado en el entorno, lo que asegura una mayor fiabilidad en los datos transmitidos.

Así pues, tomando en cuenta que la disposición física del transmisor y el receptor es tal, que la velocidad de transmisión no es crítica y que se puede establecer una comunicación direccional, aunado al hecho de que se requiere una comunicación exenta de interferencias del medio ambiente, se optó por la comunicación vía IR.

Una vez establecido tanto el tipo de sistema y el tipo de comunicación mediante los cuales se debe llevar a cabo la transmisión de datos, se propuso el diagrama a bloques que se presenta en la figura 3, para la implementación del sistema.

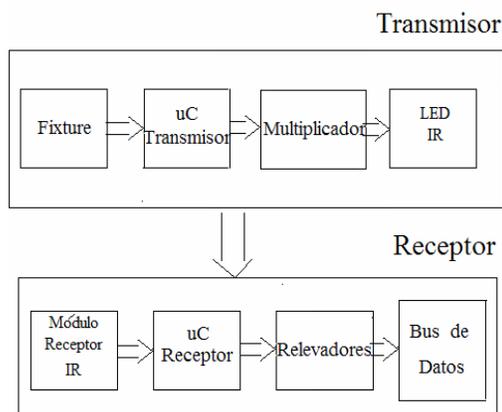


Fig. 3.- Diagrama a bloques del sistema.

El sistema consta de dos módulos fundamentales, el transmisor y el receptor, cuyas características y proceso de diseño se describe a continuación.

La función del transmisor es la de capturar, procesar y enviar la información correspondiente al estado de las piezas bajo prueba, hacia el circuito receptor.

La información acerca del estado de las piezas, es leída por el puerto paralelo de un microcontrolador 18F452 [1], el cual la procesa y la acondiciona, de tal manera que la información pueda ser transmitida en forma serial al circuito multiplicador, el cual modula esta señal con una portadora de 40 KHz, generada internamente en el microcontrolador mediante la técnica PWM (Modulación por Ancho de Pulso).

La modulación que se emplea es la denominada ASK (Amplitude Shift Keying)[2], con una frecuencia de portadora de 40 KHz, frecuencia que está lo suficientemente alejada de la interferencia provocada por la componente de luz infrarroja con frecuencia de 100 hz, causada por los tubos fluorescentes. Con el propósito de efectuar la multiplicación de las señales y lograr la modulación ASK, se emplea una compuerta AND[3] y para llevar a cabo la conversión de la señal eléctrica resultante en una señal óptica dentro del espectro infrarrojo, se emplea un LED (Diodo Emisor de Luz) del tipo IR.

La velocidad de transmisión es de 1200 baudios, velocidad aceptable para la aplicación, ya que permite reducir el riesgo de interferencia por la corta duración de los pulsos emitidos.

Un esquema del proceso de modulación se presenta en la figura 4, en la cual se observa la portadora, la información y la señal modulada resultante.

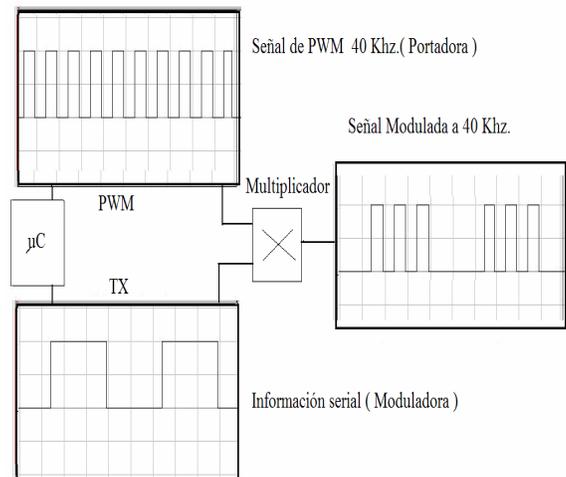


Fig. 4.- Proceso de modulación.

El esquema final del circuito transmisor se puede ver en la figura 5, en donde se muestra la manera en que es acoplado el fixture de prueba al microcontrolador y la forma en que se encuentran interconectados los elementos que componen esta etapa.

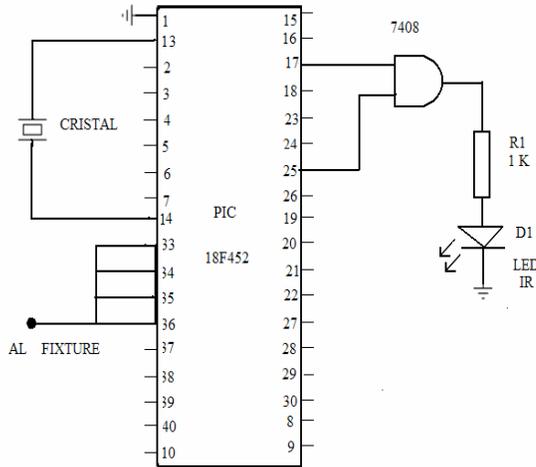


Fig. 5.- Esquema del Transmisor.

Una vez diseñado el circuito transmisor, el siguiente paso consistió en el diseño del circuito receptor. Como se indica en la figura 3, el primer elemento de este bloque es el receptor infrarrojo, cuya función es la de realizar la demodulación de la señal ASK de 40 KHz. Este primer bloque está constituido por una lente, un receptor de luz infrarroja, un filtro y un demodulador. El módulo receptor infrarrojo utilizado es el TSOP312 [4], el cual presenta una alta inmunidad a las perturbaciones del medio ambiente.

El microcontrolador empelado en el módulo receptor es un 18F452 [1], el cual es del mismo tipo que el utilizado en el módulo del trasmisor.

La señal demodulada es una señal en formato serial, la cual contiene la información enviada por el transmisor y que corresponde al estado de las piezas bajo prueba en el fixture.

El proceso de demodulación se presenta en la figura 6.

La señal de salida del módulo infrarrojo es aplicada al microcontrolador, a través de su puerto serial. Una vez que el microcontrolador recibe la señal, activa las salidas del puerto paralelo y cada una de ellas conmuta a su vez un relevador. Cada relevador representa un canal digital conectado al bus de datos, el cual corresponde al estado que presenta cada pieza en ese instante.

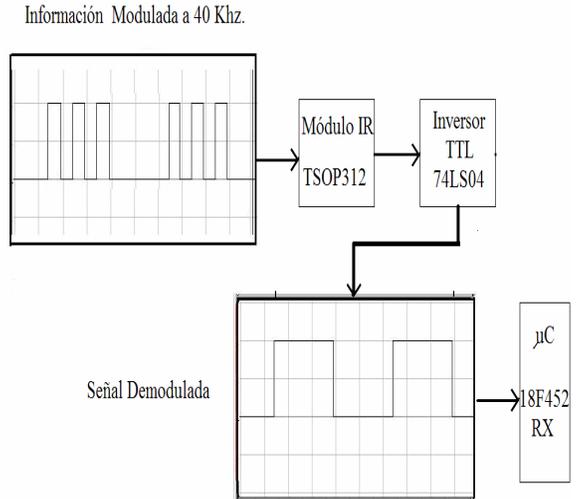


Fig. 6.- Esquema del proceso de demodulación.

El diagrama eléctrico del circuito receptor se puede apreciar en la figura 7.

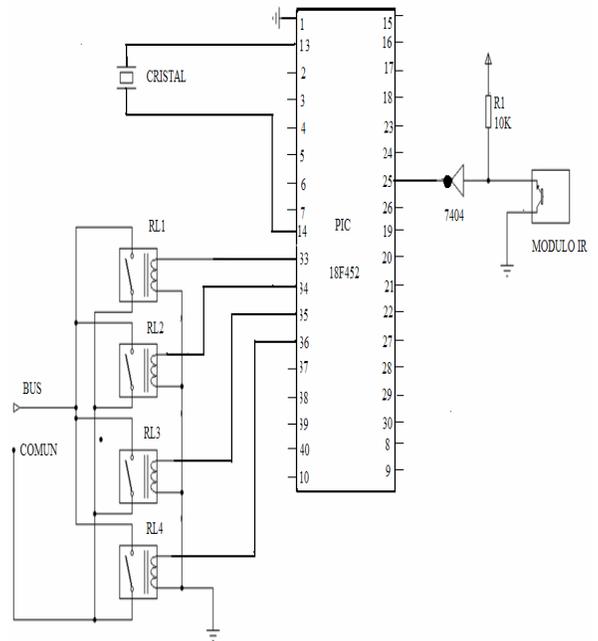


Fig. 7.- Diagrama eléctrico del receptor.

En la figura 8 se muestra la ubicación del prototipo dentro del sistema de la prueba DATEC.

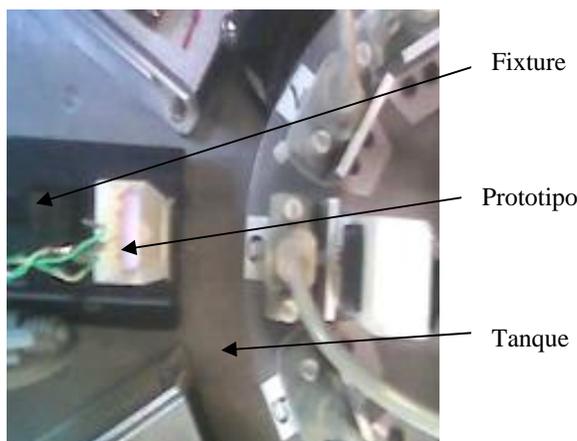


Fig. 8.- Ubicación del prototipo.

### Resultados

Con la realización del proyecto, se alcanzan los resultados que a continuación se describen:

**Eliminación de gastos por reemplazo de cables.-** Al utilizar un sistema de comunicación inalámbrico, se elimina el uso de cables de conexión y con ello el gasto que se realizaba por este concepto.

**Aprovechamiento de la capacidad instalada.-** Con el sistema inalámbrico se utiliza al 100% la capacidad instalada de cada tanque, ya que no se presenta la situación de falta de cables de conexión que obligaba a utilizar hasta un 50% de dicha capacidad, logrando además, mejorar sensiblemente la eficiencia del equipo.

**Reducción de los tiempos del proceso.-** Debido a que la seguridad de la transferencia de datos se incrementa con el uso del sistema inalámbrico y se elimina la necesidad de repetir pruebas, los tiempos del proceso se ven reducidos.

**Mejoramiento del área de trabajo.-** Con la eliminación de los cables de conexión, se mejora el impacto visual del equipo y se hace un uso más eficiente del área de prueba, lo que repercute en mejor ambiente de trabajo.

### Conclusiones

Considerando los resultados obtenidos, se puede afirmar que el objetivo planteado se cumple plenamente, debido a que se logra la transmisión de información en forma inalámbrica durante la realización de la prueba DATEC, eliminando el gasto por reemplazo de cables.

Por otra parte, se asegura que el número de piezas bajo prueba, sea limitado únicamente por la capacidad de cada tanque.

En forma general se puede establecer que, con la implementación del sistema de comunicación, se optimizan los parámetros de operación de la prueba DATEC y al trabajador se le brinda un mejor ambiente de trabajo, lo que redundará en un mejor desempeño de su quehacer cotidiano.

### Referencias

- [1] 18F452 Data Sheets (2007), MICROCHIP, U.S.A., <http://www.microchip.com/>
- [2] Floyd, T.L., (2000), *Fundamentos de sistemas digitales*, Séptima Edición, Prentice Hall, México.
- [3] Texas Instruments, (1995), *TTL, Data Book*, USA.
- [4] TSOP312 Data Sheets (2007), VISHAY, U.S.A., <http://www.vishay.com/>

**Artículo recibido:** 4 de abril de 2008

**Aceptado para publicación:** 20 de junio de 2008