# Sistema de Seguridad Industrial

Allan Camacho S.[1], Mariela Cepeda M. [2], Claudia Tapia P.[3], Carlos Valdivieso[4]
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, vía Perimetral Km 30.5, Apartado 09-01-5863, Guayaquil-Ecuador
allan_omar81@hotmail.com[1], anddycm@hotmail.com[2], cmtapia@fiec.espol.edu.ec[3], cvaldiv@espol.edu.ec[4]

## Resumen

*El objetivo de este trabajo fue el de desarrollar un Sistema de Seguridad Industrial en la forma de un prototipo didáctico, incluyendo su diseño, pruebas e implementación. El sistema será configurable, adaptable y escalable a diferentes situaciones industriales reales. Para la realización de este proyecto se utilizó el programa LabVIEW 8.5 con sus librerías para visión IMAQ VISION aplicadas en el diseño de las diferentes aplicaciones. El sistema visualiza y controla remotamente la entrada y salida de personal dentro de ciertas áreas industriales. Mediante sensores de movimiento se detecta presencia, guardándose la fecha, hora e imagen, de la actividad detectada en una tabla de una base de datos. El sistema además controla la temperatura ambiental y activa alarmas en los casos requeridos.*

*Como elementos de hardware se utilizaron: un sensor de movimiento LX16C; un sensor de temperatura LM35; cámara web para la captura y envío de imágenes; un microcontrolador de Microchip 18F4520 encargado de procesar las señales de los sensores y configurar la comunicación vía Ethernet, asistido por el módulo ET-MINI ENC28J60.*

***Palabras Claves:*** *Sistema de Seguridad Industrial, Adquisición de imágenes por Visión de LabVIEW 8.5, Base de Datos, Microcontrolador, Red Ethernet, Cámaras WEB.*

## Abstract

*This work is to develop an industrial security system in the form of a didactic prototype, including its design, test and implementation. The system will be configurable, adaptable and scalable to different real industrial situations. This project is powered by LabVIEW 8.5 with IMAQ Vision libraries applied in the design of different applications. The system displays and controls remotely the entry and exit of personnel to certain industrial areas. Motion sensors are used to monitor events, registering date, time and an image of the activity detected in a database table. Besides the system controls ambient temperature that serves to activates alarms in the required cases.*

*As hardware elements were used: LX16C motion sensor; One LM35 temperature sensor; webcams to catch and send images; a 18F4520 Microchip microcontroller that process the signals coming from the sensors and sets up the communication via Ethernet assisted by the module ET-MINI ENC28J60.*

***Keywords:*** *Industrial Security System, IMAQ Vision of LabVIEW 8.5, database, Microcontroller, Ethernet, WEBcams.*

## 1. Introducción

Este proyecto tiene la finalidad de demostrar desde todos los puntos de vista la viabilidad de la implementación de los sistemas de visión en procesos industriales para seguridad.

Debido a la constante evolución tecnológica, la forma de implementar controles automáticos en las industrias van cambiando, permitiendo que procesos repetitivos sean realizados por computadoras, facilitando el funcionamiento de un proceso. Con este proyecto se desarrolló un programa en LabVIEW versión 8.5 que permite visualizar la variación de temperatura captado por sensores así como también hacer el control de personal dentro de un área. Estos eventos serán registrados en una base de datos con la información necesaria y adicionales como fecha, hora e imágenes capturadas mediante cámaras web que emplean el paquete IMAQ Visión de LabVIEW .

## 2. Diseño del hardware

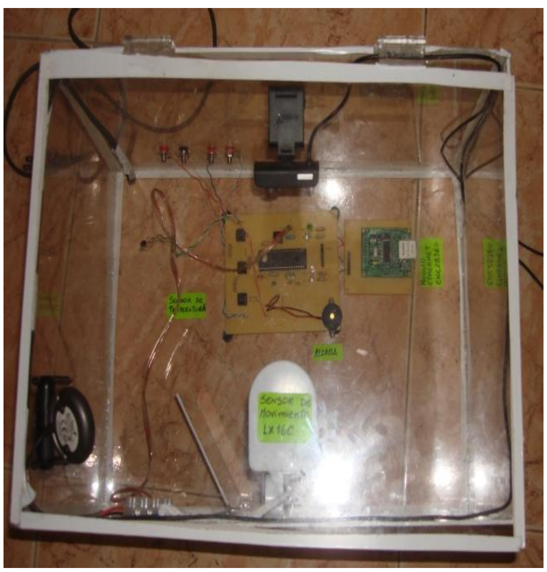
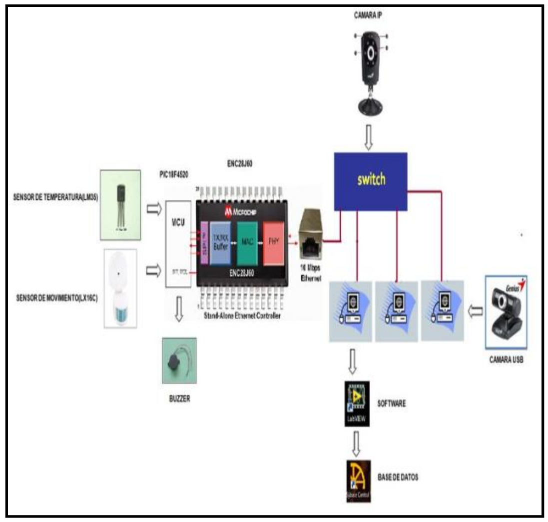


**Figura 1.** Hardware del Sistema.




### 2.1 Diagrama de bloques

**Figura 2.** Diagrama de bloques general del Sistema.

En la figura 2 se muestran de manera comprensible las partes que conforman el sistema que estamos desarrollando, las cuales son: bloque de sensores, bloque del PIC18F4520, bloque de interfaz de comunicación Ethernet con protocolo UDP [1], bloque del puerto de red, bloque de dispositivo terminal de información con sus respectivas aplicaciones.

### 2.2. Sensores

El sensor usado para la medición de la temperatura es el LM35D de National Semiconductors. Este sensor cuenta con una precisión calibrada de 1°C y un rango que abarca desde -55°C a +150°C [2] .

**Figura 3.** Sensor LM35.

El encapsulado del sensor es el TO-92 con 3 pines, dos de ellos para alimentarlo (VCC-GND) y el tercero VOUT nos entrega un valor de tensión proporcional a la temperatura medida por el dispositivo cuya sensibilidad es de 10mV por cada grado centígrado. Para su correcta lectura es necesario hacer un adecuado tratamiento de la señal por medio de una etapa de acoplamiento que sirve para amplificar la señal y obtener mayor precisión en la lectura pudiendo leerse fracciones de grado.

Para la detección de movimiento el sensor usado es el LX16C con tecnología de rayos infrarrojos capaz de detectar cualquier movimiento en su rango. La distancia de detección de este sensor va de 2m a 11m y su rango es de 180° [3].

**Figura 4.** Sensor LX16C.

En este sensor también hay que hacer un tratamiento a la señal de salida dado que emite 22VDC por lo que hay que usar un optoacoplador para poder bajar la señal a 5VDC y poderla enviar al PIC.

## 2.3. Microcontrolador

El microcontrolador usado es el PIC18F4520 del fabricante Microchip Technology Inc., el cual presenta características muy importantes para la realización del proyecto como lo son comunicación SPI, cristal de 20MHZ, Dirección MAC, Dirección IP. Este microcontrolador es el encargado de controlar los periféricos y procesar la información de los parámetros de interés de la industria. En su interior deberá contener diversas instrucciones que le permitan la interacción y control con los diferentes componentes del sistema por medio de una programación de alto nivel en MikroBasic.

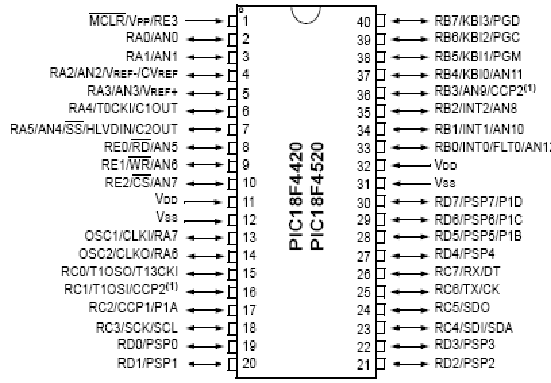



**Figura 5.** PIC18F4550.

En el PIC18F4520 se configura la adquisición y digitalización de los datos análogos que le están entregando los sensores así como también se configura la comunicación entre el microcontrolador y el módulo ET-MINI ENC28J60 gracias a la interfaz SPI que permite la transferencia de datos desde el PIC18F4520 hacia la tarjeta Ethernet, y el protocolo UDP que permite la transferencia de información hacia la PC [4].

Además este microcontrolador tiene como salida los dispositivos de alerta que son alarmas que se encenderán cuando el nivel de temperatura sobrepase un límite programado en el PIC.

## 2.4. Módulo ET-MINI ENC28J60

El ENC28J60 está constituido por un módulo PHY (nivel físico), un módulo MAC (subnivel MAC), una memoria RAM de 8kbyte para almacenar los paquetes en recepción y en trasmisión, una serie de registros de configuración y un módulo para la comunicación serial SPI.

El chip tiene solo 28 pines y requiere pocos componentes externos, por eso puede ser insertado muy sencillamente en cualquier proyecto para permitir la comunicación entre el microcontrolador y una red Ethernet.

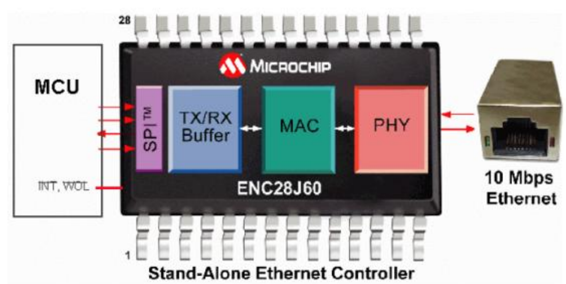



**Figura 6**. Módulo ENC28J60

El módulo utiliza un conector de tipo PRJ-005, que permite la conexión a una red Ethernet utilizando un Jack RJ-45. El chip ENC28J60, que es el que permite la comunicación Ethernet utilizando el estándar SPI como interfaz de comunicación serial entre el PIC 18F4520 y el chip ENC28J60.

La alimentación del módulo ENC28J60 se selecciona cambiando un jumper interno del módulo y se puede obtener 3 o 5 voltios dependiendo de las necesidades del usuario [5].

## 2.5 Cámara Web

El principal elemento que se necesita para realizar la captura de datos por medio de visión es el hardware que capture imágenes. Para lo cual se usó una cámara web con interfaz USB, la cámara es Marca: Genius, modelo: Eye 110, la cual posee las siguientes especificaciones técnicas:

- Captura imágenes estáticas de un máximo de 300k píxeles.
- Lente de enfoque manual.
- Interfase USB 2.0
- Formato de archivos: .Wmv y .JPEG
- Resoluciones de vídeo: 352 x 288 y 640 x 480 píxeles.


**Figura 7.** Genius Eye 110

## 3. Aplicación en LabVIEW

Para la realización de este proyecto fue necesario usar un software que permita visualizar los datos que se están enviando desde el hardware a la persona encargada del monitoreo de la Industria y para ello usamos el software LabView que usa un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control [6].

En la aplicación hay que configurar el puerto por donde se van a adquirir los datos provenientes del hardware a través de la red en nuestro caso el puerto configurado previamente en la programación del PIC es el 4000. Luego de esto para la lectura de los datos el usuario dependiendo de las necesidades puede configurar el número máximo de bytes a leer por el puerto, en nuestro caso 548 bytes es el valor por defecto.

Con los datos adquiridos se procede a tratar esa información para que por medio de indicadores se pueda mostrar si es información de temperatura, movimiento o alarma.


**Figura 8.** Aplicación en LabView

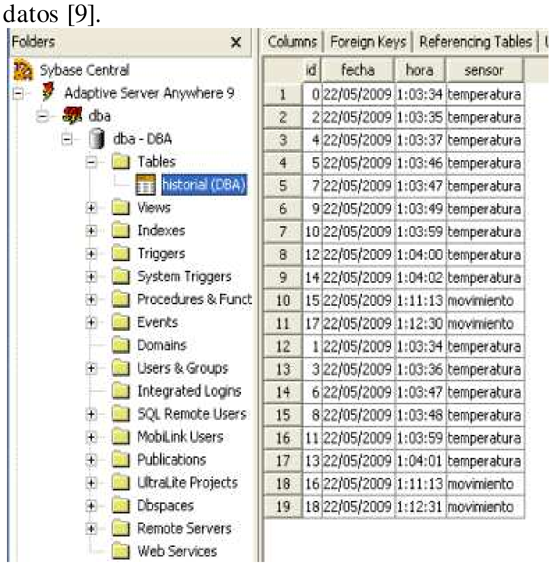
Existen tres indicadores: el primero muestra el nivel de temperatura en el sector de la industria que se esté monitoreando, el segundo es una alarma que se enciende cuando el nivel de la temperatura sobrepasa el nivel que se haya configurado en el microcontrolador en nuestro caso es 40°C, el tercer indicador es otra alarma que se enciende cuando se ha detectado movimiento en el momento que el sensor de presencia esté actuando según lo programado.

En la aplicación también se ha configurado la adquisición de imágenes por medio de cámaras de manera continua con la utilización de IMAQ Visión de LabVIEW [7 ]. Para poder obtenerlas en la aplicación el usuario solo deberá ingresar el nombre de las cámaras que esté usando, además tiene la opción de decidir la hora de inicio y de fin a la que esté monitoreando presencia el sensor de movimiento [8].

Por último esta aplicación cada vez que se enciende una de las alarmas se conecta con una base de datos para registrar el suceso, para ello el usuario tiene la opción de configurar cuantas muestras y con qué retardo quiere que se haga el registro en la base de datos una vez que se haya activado alguna alarma.

## 3. Aplicación en SyBase

SyBase es una base de datos y la aplicación hecha se encarga de registrar si hubo un suceso con algún sensor, para ello se ha diseñado una tabla donde se grabará la fecha, hora, el ID y el sensor que presentó algún suceso, al mismo tiempo se graba en una carpeta una imagen por cada muestreo registrado en la tabla de la base de datos [9].




| | id | fecha | hora | sensor |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 22/05/2009 | 1:03:34 | temperatura |
| 2 | 2 | 22/05/2009 | 1:03:35 | temperatura |
| 3 | 4 | 22/05/2009 | 1:03:37 | temperatura |
| 4 | 5 | 22/05/2009 | 1:03:46 | temperatura |
| 5 | 7 | 22/05/2009 | 1:03:47 | temperatura |
| 6 | 9 | 22/05/2009 | 1:03:49 | temperatura |
| 7 | 10 | 22/05/2009 | 1:03:59 | temperatura |
| 8 | 12 | 22/05/2009 | 1:04:00 | temperatura |
| 9 | 14 | 22/05/2009 | 1:04:02 | temperatura |
| 10 | 15 | 22/05/2009 | 1:11:13 | movimiento |
| 11 | 17 | 22/05/2009 | 1:12:30 | movimiento |
| 12 | 1 | 22/05/2009 | 1:03:34 | temperatura |
| 13 | 3 | 22/05/2009 | 1:03:36 | temperatura |
| 14 | 6 | 22/05/2009 | 1:03:47 | temperatura |
| 15 | 8 | 22/05/2009 | 1:03:48 | temperatura |
| 16 | 11 | 22/05/2009 | 1:03:59 | temperatura |
| 17 | 13 | 22/05/2009 | 1:04:01 | temperatura |
| 18 | 16 | 22/05/2009 | 1:11:13 | movimiento |
| 19 | 18 | 22/05/2009 | 1:12:31 | movimiento |

**Figura 9**. Base de Datos

## 5. Conclusiones

Con nuestro proyecto se pretende dar un ejemplo del sinnúmero de aplicaciones que se pueden realizar utilizando LABVIEW y su aplicación IMAQ VISION. Además este trabajo representa un estudio básico en el que se demuestra que se puede llegar a implementar proyectos interesantes con aplicaciones comerciales en nuestro país, es decir que se pueden generar soluciones propias y no depender de soluciones importadas.

Los sensores de: temperatura LM35 y de movimiento LX16C fueron escogidos para la implementación del presente proyecto debido a las características y facilidades que presentan. La detección de movimiento mediante el sensor LX16C con tecnología de rayos infrarrojos es capaz de detectar patrones cambiantes en un rango de 2-11m a 180°, lo que lo hace interesante para esta aplicación. Igualmente el sensor de temperatura con su rango desde -55°C a +150°C es más que suficiente para el prototipo planteado. Añadiendo a todo esto el bajo costo de los mencionados sensores, esto hace posible la realización práctica de este proyecto con limitados recursos económicos.

Como protocolo de comunicación se utiliza el UDP para la comunicación entre los dispositivos que estén en red tanto para el control de temperatura como para la entrada - salida de personal a un lugar determinado. Se utilizaron cámaras WEB e IP en el manejo de imágenes. El microcontrolador 18F4520 es el que permite el envío de señales de los sensores a la computadora por medio de Ethernet utilizando el módulo ENC28J60.

La ventaja de usar la red Ethernet es que no tiene limitante de número máximo de dispositivos en la red lo que si ocurre con los protocolos RS-232 y el RS485. Si se requiere agregar más dispositivos, la solución sería agregar un punto de red donde se lo colocará. Lo que se deberá controlar será la cantidad de tráfico que los equipos de red soporten.

El software para la interfaz del sistema fue LabVIEW 8.5, porque permite que el desarrollador se concentre en la solución que está implementando y no en los detalles de programación, además su interfaz gráfica lo convierte en una muy buena opción para la elaboración del sistema. La desventaja de este programa es que para lograr comunicarse con tarjetas o equipos externos es necesario adquirir librerías que no vienen con el programa original.

El sistema cuenta con una base de datos desarrollada en SYBASE que permite tener información precisa y actualizada, lo cual nos proporciona un control centralizado de los datos para ser compartidos y evitar la redundancia.

Para realizar la adquisición de imágenes con las cámaras IP debemos utilizar controles ActiveX enlazados con las librerías DLL (Dinamic Link Library) de la cámara y a su vez esta debe contener métodos como Picture, Snapshoot, Size, format, etc. Para la cámara IP Genius la librería "MULTIVIEW" que es la DLL de la cámara no contiene métodos para enlazarse con LabView por ello para la realización de este proyecto usamos cámaras Genius que nos brindan las características necesarias para la fácil captación de las imágenes que se desea para la simulación del programa.

## 6. Recomendaciones

Para una aplicación más robusta y de mayor precisión es recomendable utilizar el protocolo TCP/IP para el envío de datos que en el caso de existir colisiones o errores en la transmisión, sus capas se encargan de solicitar la retransmisión de paquetes lo que no ocurre con el protocolo UDP.

Se recomienda para el sensor de temperatura utilizar un acondicionamiento de señal para que trabaje a su máximo rango además verificar que los puertos con los que estemos trabajando estén habilitados.

## 7. Agradecimientos

Agradecemos a Dios, a nuestros profesores por sus enseñanzas, a nuestros padres, familiares y amigos por toda la comprensión y apoyo, en especial al Ing. Carlos Valdivieso por guiarnos en este proyecto.

## 8. Referencias


[1] Aquilino Rodríguez Penin, Comunicaciones Industriales, MARCOMBO S.A, 1ª edición.
[2] http://www.national.com/mpf/LM/LM35.html
[3] http://www.1xpir.com/instructions/Lx16C.htm
[4] http://www.microchip.com
Hoja de PIC18F4520
[5] http://www.microchip.com/wwwproducts/Devices.aspx?dDocName=en022889
[6] José Rafael Lajara y José Pelegrí, Labview: Entorno Gráfico De Programación, Febrero 2007.
[7] Guía de Introducción de LABVIEW en 6horas por National Instrument.
[8] Programación gráfica con LABVIEW por Gary W. Johnson and Richard Jennings.
[9] http://blog.espol.edu.ec/pechever/manual-de-lab-view-con-sql/