Automatización del Sistema de un Proceso de Extrusión de Cintas de Polipropileno para la elaboración de cabos mediante un Scada Lookout 5.1 y el Diseño de una tarjeta de adquisición de datos con su respectivo desarrollo de su interfaz utilizando las herramientas de LabVIEW 7.1

Ing Alberto Larco, dlarco@fiec.espol.edu.ec
Emilio Escandón, emi_esca@hotmail.com
Carlos Méndez, carlos.mendez@investamar.com.ec
Roberto Sánchez, rcsanchez_15@hotmail.com
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, vía Perimetral Km. 30.5, Guayaquil, Ecuador

Resumen

La elaboración de este trabajo consiste en la automatización de dicho proceso mediante un Scada Lookout 5.1; el mismo que está compuesto de varias pantallas (Control Principal, Control de Temperaturas, Control de Velocidades de Rodillos, Funcionamiento del Proceso, Indicadores, Alarmas, etc.); donde se podrá tener un monitoreo constante del desarrollo del proceso y también llevar un control exhaustivo de los diferentes parámetros mediante visualizaciones o tendencias gráficas e informes detallados de las diferentes variaciones que se presenten. También se describe el diseño e implementación de una tarjeta de adquisición de datos que posee 6 entradas analógicas, que tendrán como función simular los cambios de los parámetros del proceso (Temperatura). Además posee 6 salidas por relé y un interruptor para la selección de la velocidad de transmisión de datos (Baudios) entre el Computador (PC) y el microcontrolador a emplearse; en este caso se seleccionó un microcontrolador PIC16F877 y el desarrollo de su respectiva comunicación serial mediante una interfaz gráfica utilizando las herramientas de LabVIEW 7.1

Palabras Claves: *Automatización, Microcontrolador, Comunicación serial.*

Abstract

The elaboration of this work consists of the automatization of this process by a SCADA Lookout 5.1; the same one that is made up of several screens (main control, control of temperatures, control of rollers' speeds, process operation, indicators, alarms, etc); where a constant screening of the process development will be able to have an exhaustive control of the different parameters by means of visualizations or graphical tendencies and detailed information from the different variations that could appear. It also describes the design and implementation of a data acquisition card that has 6 analogical entrances, these ones will have the function to simulate the changes of the process parameters (zones of the extrusor - temperatures). Besides, it has 6 exits by releé and a switch for the speed selection of data transmission (bauds) between the computer (PC) and the microcontroller to be used; in this case, a microcontroller PIC16F877 was selected and the development of its respective serial communication by a graphical interface using the tools of LabVIEW 7.1

1. Introducción

Automatización, sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana. El término automatización también se ha utilizado para describir sistemas no destinados a la fabricación en los que dispositivos programados o automáticos pueden funcionar de forma independiente o semiindependiente del control humano. Es decir en la actualidad la automatización industrial es muy importante puesto que se obtiene un mejor control de los respectivos parámetros presentes en un proceso con el fin de obtener un producto en excelentes condiciones y esto se lo realiza mediante SCADAs (Supervisión Control y Adquisición de Datos), PLCs (Controladores Lógicos Programables).

Así mismo actualmente se está implementando la utilización de tarjetas de adquisición de datos con el propósito de tener una manipulación externa de los datos para obtener un perfecto control de los parámetros de un proceso.

2. Lookout: Software con conectividad a PLCs para crear interfaces hombre-máquina.

Lookout de National Instruments es el software **HMI/SCADA** más fácil de usar en el mercado. **Lookout** es un software que le permite fácilmente crear poderosas aplicaciones de monitoreo y control de procesos. Con Lookout, el desarrollo de su interface hombre-máquina le toma menos tiempo permitiéndole ahorrar sustancialmente en el costo total de su proyecto.

Lookout elimina completamente la programación, scripts o compilación separada. Solamente tiene que configurar y conectar objetos para desarrollar aplicaciones de monitoreo y control. La arquitectura basada en objetos le permite más fácilmente desarrollar y mantener sus aplicaciones, reduciendo aún más el costo total de su proyecto.

Para la comunicación de nuestro proceso debemos seleccionar nuestro correspondiente tipo de PLC; en este caso el de GENERAL ELECTRIC puesto que Lookout dispone de diferentes manejadores de PLC.

Elegimos este tipo de PLC puesto que este se encuentra disponible en el Laboratorio de Automatización Industrial.

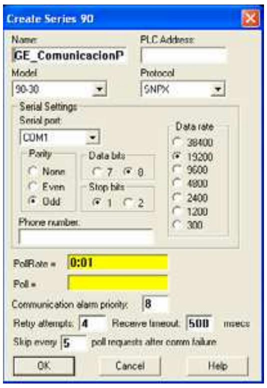

Figura 1. Configuración Comunicación del PLC

2.1. Detalle del Proceso implementado SCADA Lookout 5.1

En el presente Proceso de Extrusión de Cintas de Polipropileno es de fácil manejo para un operador, está realizado en un **SCADA "Lookout 5.1"** el mismo que nos facilita tener una perfecta visualización de las etapas del proceso de producción y además nos permite tomar mediciones ya sea de temperatura o presión para así obtener un producto de mejor calidad en el Mercado.

El uso de Lookout 5.1 para la elaboración de nuestro proceso es de gran ayuda puesto que este software provee de una extensa librería de gráficos donde incluyen interruptores, potenciómetros, botoneras, leds, gráficos de barras, tanques, motores, bombas, etc. y el uso de diferentes tipos de herramientas de control, visualización, comunicación, etc.; donde podemos crear nuestras diferentes pantallas para las correspondientes etapas del proceso.

- Control Principal
- Control Temperaturas (Extrusor Interno)
- Control Velocidad Rodillos (Calandra, Lentos, Rápidos).
- Extrusor y su respectiva Vista Interna
- Calandra y corte de cuchillas
- Horno Orientación y Estabilización
- Embobinado

Figura 2. Pantalla Panel Control Principal

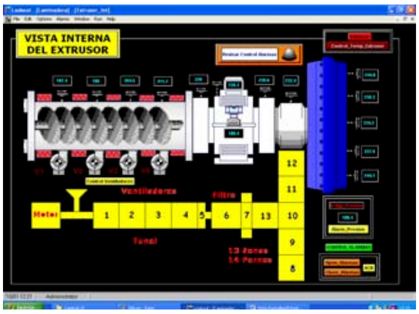

Figura 3. Pantalla Vista Interna Extrusor

Y además sus correspondientes estados de alarmas, indicadores, tendencias gráficas y detalles de informes de las variaciones de los parámetros que se presenta en dicho proceso.

Figura 4. Indicador Alarmas de Motores

Para la creación y simulación de dichas pantallas Lookout presenta sus correspondientes herramientas; los mismos que son de gran utilidad para el desarrollo del proceso.

Una herramienta muy importante es la implementación de un secuenciador (secuencer); en el cual debemos establecer los correspondientes estados que presenta nuestro proceso sea por un intervalo de tiempo o hasta alguna señal que cause la transición a otro estado, y así mismo que tipo de objeto opera en cada uno (motores, bombas, etc.).

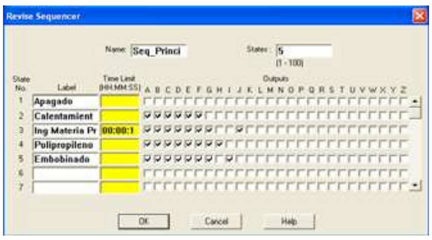

Figura 5. Parámetros de un Secuenciador

Otra herramienta muy importante es el uso de visualizaciones o tendencias gráficas y detalles de informes para el control de las variaciones de parámetros presentes en dicho proceso.

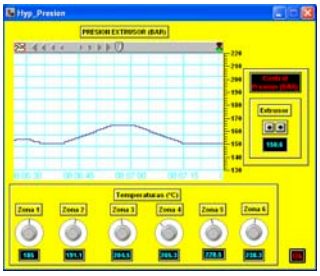

Figura 6. Visualización o Tendencia Gráfica Presión Extrusor (BAR)

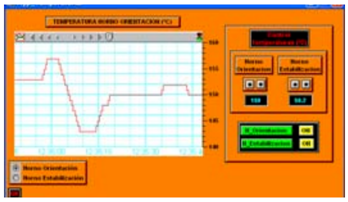

Figura 7. Visualización o Tendencia Gráfica Temperatura Horno Orientación (ºC)

	A	B
1	Time,"Pot_Zona4"	
2	07/18/2005 13:10:00,211.7	
3	07/18/2005 13:11:00,211.7	
4	07/18/2005 13:15:00,211.7	
5	07/18/2005 13:20:00,211.7	
6	07/18/2005 13:25:00,211.7	

Figura 8. Detalle Zona 4-Extrusor

Otra de las herramientas muy importante para el desarrollo del proceso es la creación de una receta (recipe); el mismo que es una excelente vía para importar extensos arreglos de datos usando hojas de trabajo de Excel (.xls). Una vez implementada, el operador debe dar un clic seleccionando la receta correspondiente. Para nuestro proceso simplemente es el uso de un solo ingrediente que es nuestra materia prima (polipropileno).

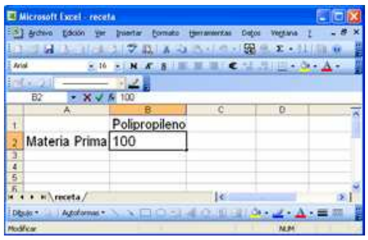

Figura 9. Formato Hoja de Excel (Receta)

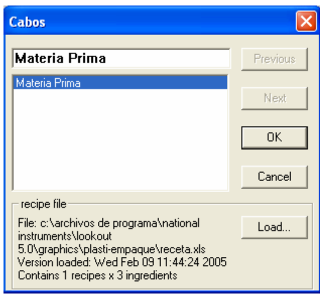

Figura 10. Selección Materia Prima (Receta-Cabos)

Así mismo para las diferentes etapas del proceso es necesario el montaje de alarmas con el fin de tener un mejor control y seguridad en dichas etapas. Mediante el monitoreo el operador pueda visualizar dicho estado de alerta y así solucionarlos a tiempo sin tener que parar el proceso; puesto que el objetivo es que el proceso no pare y continué su producción.

Como todo proceso utilizamos parámetros de temperatura o de presión con sus respectivos sensores o transductores para sus correspondientes lecturas adecuadas a un rango correspondiente para tener un perfecto funcionamiento del proceso y para esto utilizamos alarmas con sus correspondientes indicadores.


Alarms Window

Time	Process	Area	Prior...	Object Na...	Description
09:57:21.3	\875p_neo\Lami...	Alarma_Zona1	6	\875p_ne...	Hi
09:56:50.0	\875p_neo\Lami...	Alarma_Zona7	6	\875p_ne...	Hi
09:56:18.9	\875p_neo\Lami...	Alarma_Temp_Agua_Ca...	6	\875p_ne...	Hi

Figura 11. Montaje de Alarmas

2.2. Vistas de Pantallas

A continuación se presenta las diferentes pantallas y secuencias de nuestro proceso.

Figura 12. Pantalla Control Temperaturas (Zonas-Extrusor)

Figura 13. Pantalla Control Velocidades Rodillos

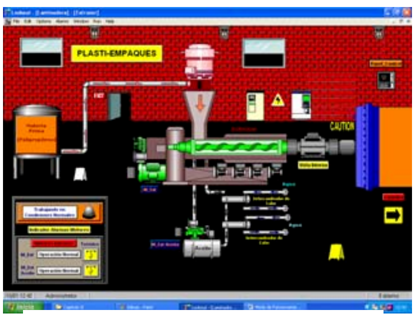

Figura 14. Pantalla Extrusor

Figura 15. Pantalla Calandra

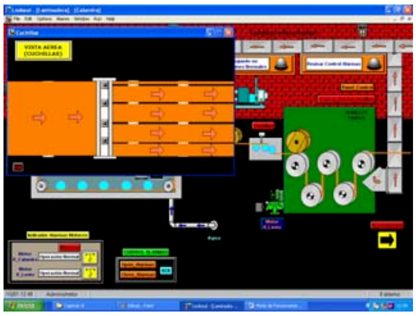

Figura 16. Pantalla Vista Cuchillas

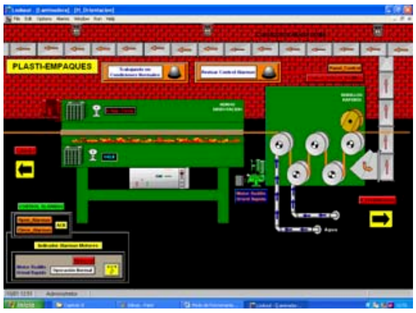

Figura 17. Pantalla Horno Orientación

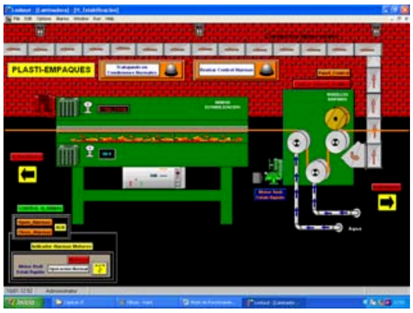

Figura 18. Pantalla Horno Estabilización

Figura 19. Pantalla Embobinado

3. Diseño e Implementación de una Tarjeta de Adquisición de Datos

Para el diseño e implementación de una tarjeta de adquisición de datos se utilizó como herramienta principal un microcontrolador, la misma que posteriormente se comunicará con el Programa **LabVIEW 7.1** para el manejo y manipulación de datos externos de nuestro proceso.

En este proyecto se utilizo el **PIC 16F877**. Este microcontrolador es fabricado por MicroChip familia a la cual se le denomina **PIC**. El modelo 16F877 posee varias características que hacen a este microcontrolador un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico para ser empleado en la aplicación que posteriormente será detallada.

3.1. Diseño del hardware

Para el diseño del hardware se construyeron cuatro tarjetas. La primera tarjeta contiene el PIC16F877, el CI MAX 232, CI ULN2003, LM324. En la segunda tarjeta posee las seis entradas analógicas que son los potenciómetros donde se simulará la variación de los parámetros del proceso. En la tercera tarjeta contiene las 6 salidas por relé y en la cuarta tarjeta contiene un pulsador con sus respectivos leds donde será nuestro selector de velocidad para la transmisión de datos.

3.2. Diagrama de Bloque

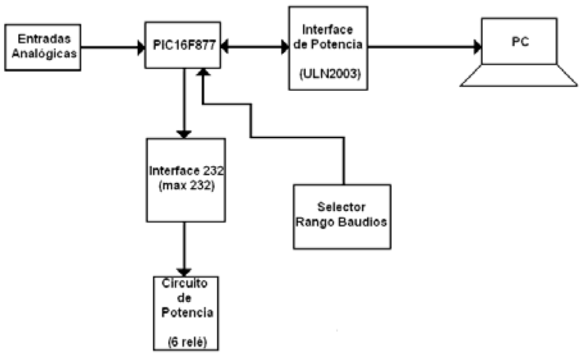

Figura 20. Diagrama de Bloque

3.3. Entradas del Módulo

En la presente tarjeta de adquisición de datos presenta 6 entradas analógicas de 0 – 5 VCD. En cada entrada se puede colocar un sensor de temperatura con resolución de 1ºC/10mV.

Las entradas analógicas son simuladas utilizando potenciómetros de 1KΩ, que permiten variar las señales que entran al microcontrolador en un rango de 0V a 5V, cada señal de voltaje es convertida a digital en un canal del convertidor analógico/digital que posee el PIC 16F877, que en nuestro caso utiliza cinco canales de conversión, que se encuentran en el puerto A del microcontrolador.

Figura 21. Tarjeta de las Entradas

3.4. Salidas del módulo

En el módulo de adquisición de datos construido se han implementado 6 salidas por relé.

Estas salidas pasan a través de un buffer ULN 2803 para el control de los contactos de los relés.

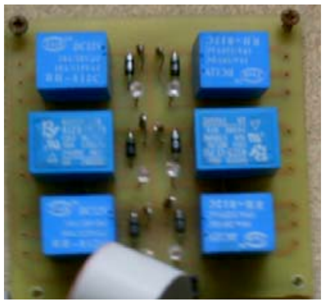

Figura 22. Tarjeta de las Salidas

3.5. Configuración de Módulos Especiales

Para el correcto del funcionamiento de la tarjeta de adquisición de datos se utilizan varios recursos que ofrece el microcontrolador PIC16F877A, esta son:

- Uso de interrupciones
- Comunicación del microcontrolador con la PC por medio del módulo USART
- Uso del convertidor análogo digital

3.5.1. Interrupciones

El microcontrolador atiende una ininterrupción cada vez que se recibe un dato válido proveniente de la computadora a través del módulo USART.

Para logra éste propósito se configuran los siguientes registros del microcontrolador:

INTCON
PIE1

```
bsf     PIE1,RCIE
movlw   b'11000000'
movwf   INTCON
```

3.5.2. Usart

Para la configuración de este módulo se debe tener en cuanta que el microcontrolador es un dispositivo DTE al igual que el PC con el que se comunica por lo que es necesario interconectar estos dispositivos a través de un cable cruzado.

Inicialmente se deben configurar parámetros como BAUD RATE, número de BITS de comunicación del módulo USART manipulando para estos los valores de los registros: **TXSTA, RCSTA y SPBRG**

Se configuran los bits SPEN para habilitar el módulo de comunicación serial y el BIT CREN del registro RCSTA para recepción continua. En el caso del registro TXSTA se ajustan a cero los BITS:

SYNC (4) para habilitar el modo asíncrono
TX9 (6) para selección de 8 bits de transmisión
TX9D (0) deshabilitando el bit de paridad

Y se ajustan a 1
TXEN (5) Habilitación de modo transmisión

Inicialmente se carga en el registro SPBRG el valor de 25 decimal, que según la tabla expuesta en la hoja técnica del microcontrolador corresponde a 9600 baudios.

```
movlw   .25      ;9600 baudios
movwf   SPBRG
```

Este valor (25) es comprobable con la fórmula:

$$BaudRate = \frac{fosc}{(64 \cdot (X+1))}$$

En donde;
BAUDE RATE = 9600
Fosc = valor de 4MHz en este caso
X = valor de 25 en base decimal

Figura 23. Tarjeta Selector Rango Baudios

BAUD RATE	VALOR X
1200	207
2400	103
19200	12

Tabla 2. Lista Baud Rate

Finalmente para activar la transmisión de un dato y envió es necesario activar el **BIT TXEN** del registro **TXSTA**, y para la revisión de finalización de envío se revisa el **BIT TMRT**

3.5.3. Convertidor Analógico Digital

Para la configuración de este periférico es necesario manipular los bits de: **ADCON0, ADCON1**

Los datos de la conversión son tomados: **ADRESH**

Los bits menos significativos de la conversión contenidos en **ADREL** son ignorados por lo que la resolución de es de 8 bits con una referencia de voltaje de 2.56V dando como resultado 0.01V por BIT.

Para **ADCON0:**
CHS2, CHS1, CHS0, bits 5,4,3 respectivamente seleccionan el canal analógico a ser convertidos.
GO/DONE, bit 2 da inicio a la conversión.
ADON, bit 0 habilita el módulo conversor.

Para **ADCON1:**
ADMF, BIT 7; para la alineación del resultado de la conversión análoga digital, en este caso se ajusta el valor con 1 como resultado de una alineación a la izquierda.

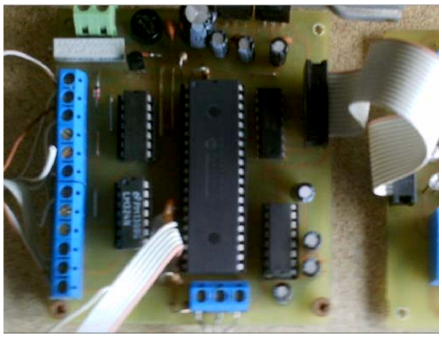

Figura 24. Tarjeta Controladora

4. Desarrollo de Interfaces en LabVIEW.

LabVIEW es un programa para el desarrollo de aplicaciones de propósitos generales, tales como el C, el Basic, el Pascal.

Facilidades de Desarrollo
Panel frontal: Para observar el estado de las pantallas que estamos desarrollando.
Paletas de funciones y controles para adicionar a nuestro proyecto.
Herramientas para alinear los **controles y funciones.**

¿Cómo se trabaja con el LabVIEW?
Los programas en LabVIEW son llamados Instrumentos Virtuales (y son salvados con la extensión .VI) y constan de un panel frontal y un diagrama de bloques. En el panel frontal se diseña la

interfaz con el usuario, viene a ser la cara del VI y en el diagrama de bloques se programa en lenguaje G el funcionamiento del VI.

4.1. Aplicación de la Instrumentación Virtual dentro del Proceso de Extrusión de Cintas de Polipropileno

Para la aplicación de la instrumentación virtual en nuestro proceso, mediante Labview 7.1 creamos nuestro VI y con la utilización de bibliotecas para la adquisición de datos (DAQ) podemos obtener una manipulación externa mediante comunicación serial (VISA) con el propósito de tener una interacción (Tarjeta-Labview) para el control minucioso de parámetros (temperatura y presión) y así mismo tener una visualización gráfica de la variación de dichos parámetros.

Específicamente trataremos sobre el modo de operación de la maquina extrusora, enfocándonos principalmente en sus primeras 6 zonas (temperatura y presión) para la manipulación de datos.

4.2. Funciones utilizadas en la interfaz creada en LabVIEW

4.2.1. Configuración de Puerto Serial

Se lo realiza una sola vez en el software y se lo hace mediante el control de LABVIEW llamado **VISA.**

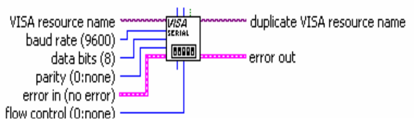

Figura 25. Configuración Puerto Serial VISA

Nombre de fuente para Visa: Puede ser COM1, COM2, etc dependiendo del puerto a utilizarse.
Velocidad de baudios: Puede ser 9600, 2400, 1200, 19600, es usado para establecer la velocidad de comunicación, por inicialización el sistema siempre tendrá 9600.
Control de paridad: En este caso se establece como 1 o 0, 0 en el caso que no se requiera utilizar un control de paridad, sirva para verificar que el dato recibido concuerde con la paridad de byte.
Bits de datos: Sirve para establecer el número de bits en la comunicación puede ser 8 o 9, en el caso de la tarjeta de adquisición desarrollada en el presente trabajo será siempre 8.

4.2.2. Enviar caractér X

Se define x como cualquier carácter descrito en el flujo grama, se envía un carácter al puerto serial y se usa el control Escritura de VISA:

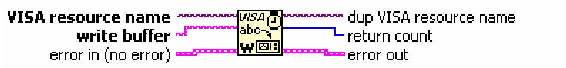

Figura 26. Control Escritura VISA

Nombre de Fuente de VISA: Es el puerto utilizado, en este caso COM1.
Almacenamiento de Escritura: Es utilizado para colocar el carácter a ser enviado.

4.2.3. Recibir Dato y Graficar

En este bloque el dato recibido es leído y graficado; se emplea el control Lectura de VISA.
Nombre de fuente de VISA: En este caso es COM1.
Contador de Byte: Este parámetro indica cuantos bytes son leídos desde el puerto serial, en este caso sólo será uno.
Memoria leída: es la salida del control, desde este punto el dato recibido puede ser procesado.

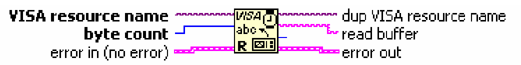

Figura 27. Control Lectura VISA

4.3. Funcionamiento del VI

Básicamente nuestro VI (Pantalla Principal) es un monitoreo y control de las zonas presentes en la Máquina Extrusora (1 al 6) para tener un seguimiento de los diversos cambios de temperatura y presión.

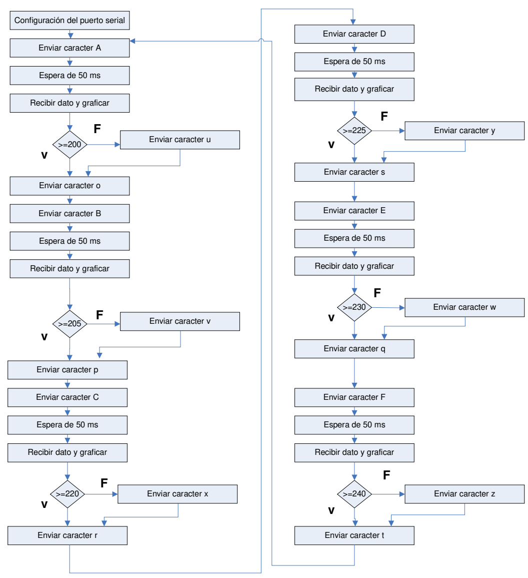

Figura 28. Diagrama de Flujo (LabVIEW)

Para la comunicación entre la computadora y la tarjeta de adquisición de datos; se estableció un protocolo con el objetivo de solicitarle al PIC mediante comandos, los respectivos cambios de comportamiento presentes en el circuito como lo es mediante una entrada de la tarjeta de adquisición de datos o el encendido y apagado de las salidas.

En la siguiente tabla muestra la lista de comandos que el microcontrolador reconoce y la respuesta que este da cuando los recibe.

Comandos Enviados	Respuesta del Microcontrolador
A	Habilita Canal A
B	Habilita Canal B
C	Habilita Canal C
D	Habilita Canal D
E	Habilita Canal E
F	Habilita Canal F
o	Enciende Salida 1
p	Enciende Salida 2
q	Enciende Salida 3
r	Enciende Salida 4
s	Enciende Salida 5
t	Enciende Salida 6
u	Apaga Salida 1
v	Apaga Salida 2
w	Apaga Salida 3
x	Apaga Salida 4
y	Apaga Salida 5
z	Apaga Salida 6

Tabla 2. Lista de Comandos

4.4. Vista de Pantalla Principal

Nuestra correspondiente pantalla presenta un selector donde nosotros seleccionamos (COM1); puerto que será utilizado para la comunicación serial.

Además el monitoreo para la variación de temperatura (ºC) de las respectivas 6 zonas y la medición de presión (BAR) en la máquina extrusora.

En las primeras 4 zonas contiene sus respectivos indicadores (ventiladores) donde se activaran por un exceso de variación de temperaturas. Dicha variación se las realiza mediante las entradas analógicas.

Figura 29. Indicadores (Control Ventiladores)

Y para cada zona contiene su respectiva alarma.

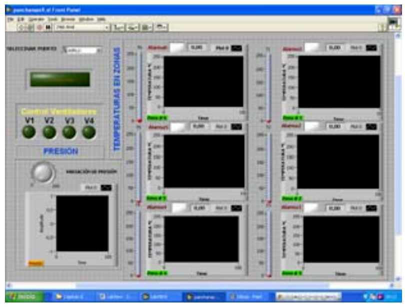

Figura 30. Pantalla Principal (Monitoreo Zonas-Extrusor)

5. Conclusiones

Es muy importante en la actualidad la automatización en el sector industrial puesto que la efectividad de un monitoreo de todo el proceso de producción hace que podamos tener con certeza un control más exhaustivo de mediciones de variables, por ejemplo sea de temperatura o de presión, mediante la implementación del PLC y el montaje de transductores con el fin de obtener un perfecto control de los parámetros de nuestro proceso.

El diseño de un panel de control nos ayuda al monitoreo y control eficaz del proceso.

Mediante la implementación de una tarjeta de adquisición de datos podemos simular las diversas variaciones de parámetros (temperatura, presión) dentro de un proceso y así mismo controlando sus respectivas salidas con el fin de obtener un control exhaustivo de los parámetros correspondientes y mediante su interfaz gráfica implementada en el software LabVIEW 7.1 se puede observar dichas variaciones.

6. Referencias

[1] National Instruments., “Lookout Developer`s Manual”, United States, November 2001, pp.

[2] Artículo “Supervisión y Control de Procesos”. Marzo 2003. Disponible en http://www.isa.uniovi.es/~vsuarez/Download/Apuntes.pdf

[3] Bishop, R .,“Learning LabVIEW 7.1”, University of Texas, United States, Prentice Hall, 2004, pp. 175-236.

[4] Angulo, J., and Romero, S., “Microcontroladores PIC Diseño Práctico de aplicaciones Segunda parte PIC 16F877 PBasic y ensamblador”, Universidad de Deusto, España, 1981, pp. 105-206.