

Capítulo 3

Resultados y conclusiones

El esquema propuesto permite la dosificación de hasta cuatro elementos base y la agitación o mezclado de los ingredientes en líquido de baja viscosidad. El principal resultado fue la implementación de un dispositivo electrónico que cuenta con conexión USB y la interfaz gráfica para la manipulación de un sistema de mezclado donde se puede analizar el campo de presiones, la evolución del proceso de mezclado y la modificación de los parámetros de funcionamiento de los diversos dispositivos actuadores así como la implementación de salidas adicionales para futuras aplicaciones o elementos que se puedan requerir, como un ventilador, entre otras.

3.1. Resultados

El sistema desarrollado se constituye de dos elementos principales, la parte electrónica (Fig.3.2) y la programación de la interfaz de operación para poder manipular el prototipo del sistema de mezclado (Fig.3.1).

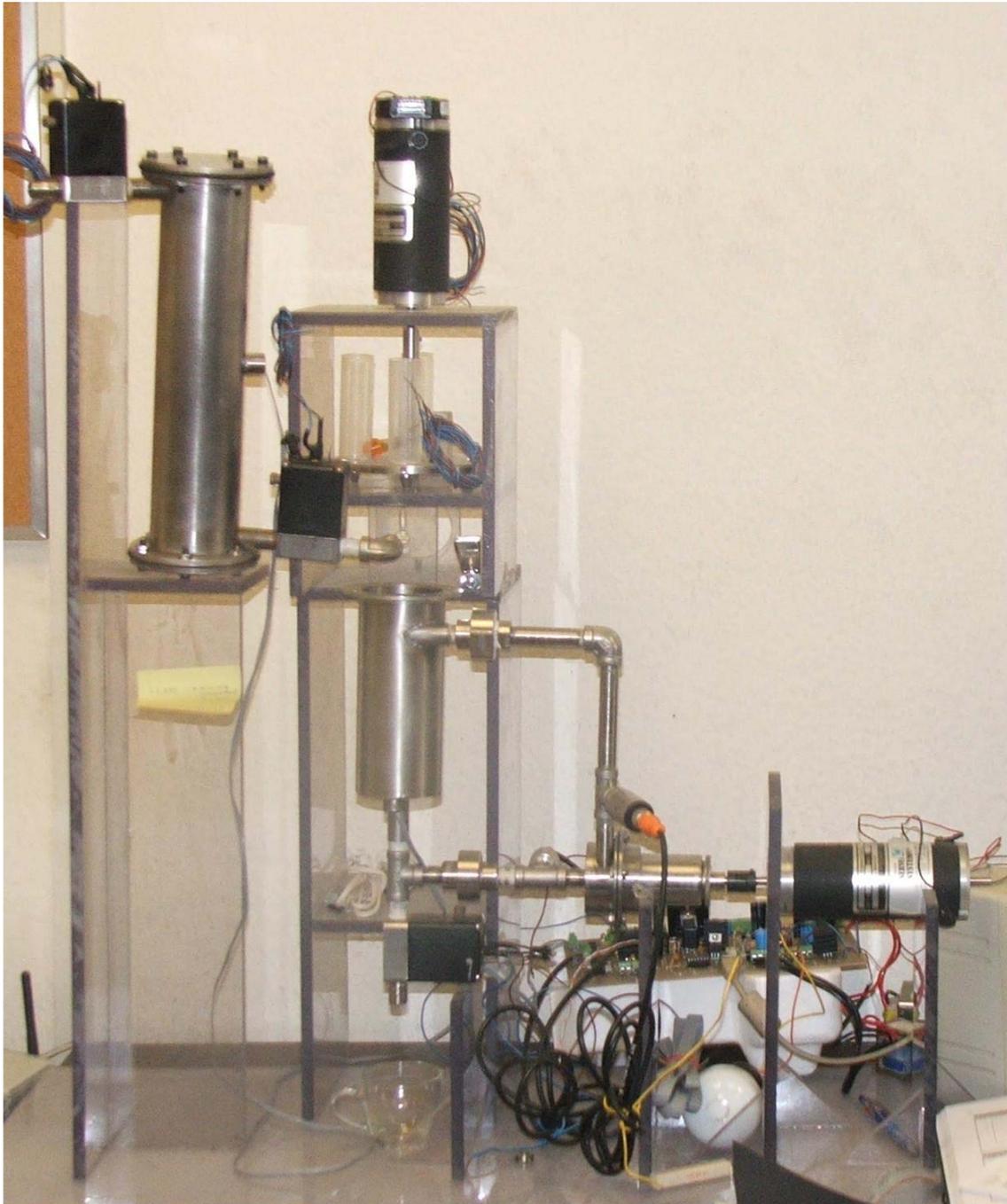


Figura 3. 1 Prototipo de sistema de mezclado

El sistema electrónico que se desarrolló es un sistema que permite cumplir con las necesidades establecidas, entre las cuales podemos mencionar las siguientes: tener en la tarjeta el control de las diferentes electroválvulas para permitir el paso del fluido y la obtención de la mezcla resultante, el manejo de la resistencia calentadora, la activación de los motores para el mezclado, el despachador de los polvos a mezclar usando PWM con motores de CD que permiten su

activación en un sentido para el vaciado de polvos mediante un tornillo sin fin y limpieza de éste en el otro sentido, un solenoide que permita fijar el despachador para su correcto funcionamiento y los sensores de temperatura y presión para el monitoreo del sistema.

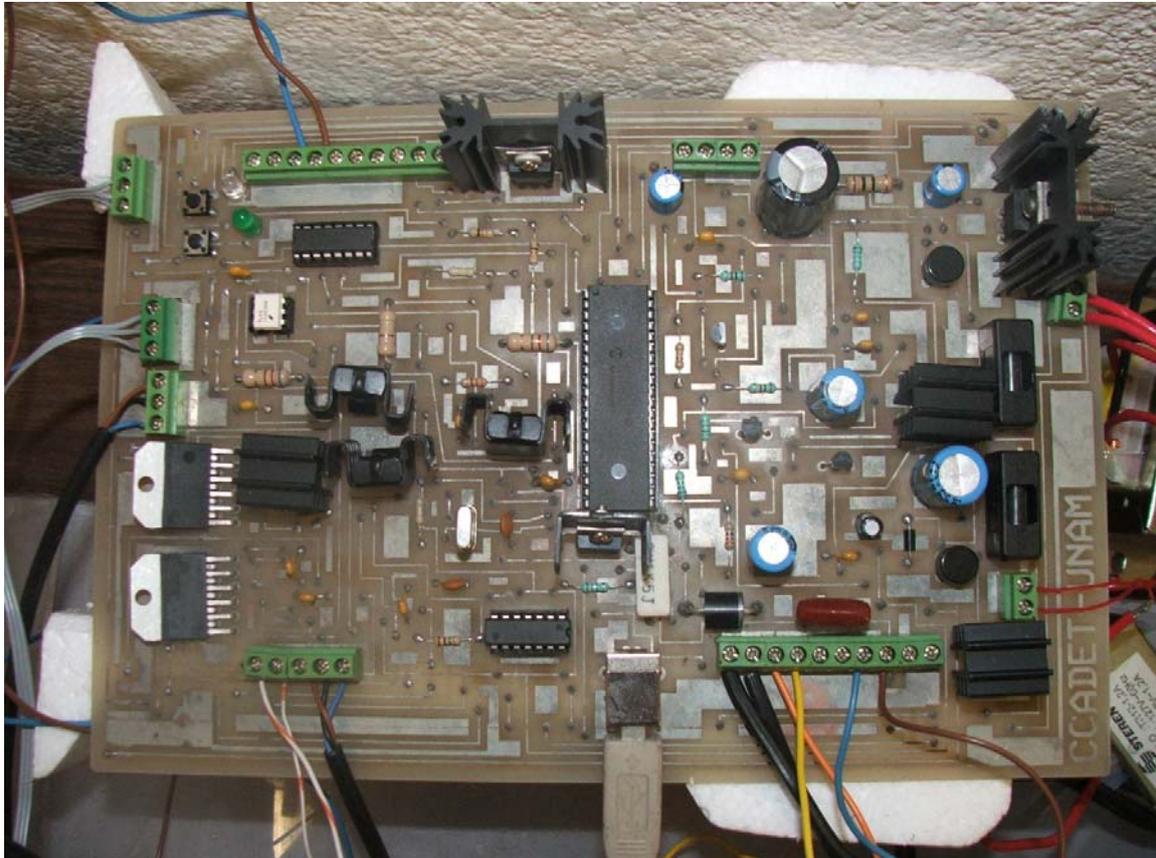


Figura 3. 2 Sistema electrónico

Inicialmente el principal problema fue poder conjuntar el control de todos estos elementos en un espacio reducido; debido a la manipulación de tantos elementos, el ruido se podría filtrar y activar un dispositivo sin que se solicitara. También, se tomó en cuenta el tamaño para el espacio entre los elementos electrónicos así como los disipadores de calor, principalmente en los elementos que se activaban con voltaje de 24V. Inicialmente el regulador LM7824CV y su buffer TIP42 se calentaban, dañando los elementos mencionados, por lo que se le colocaron disipadores de calor robustos para un óptimo enfriamiento.

El sistema electrónico desarrollado está manipulado mediante el PIC18F4550, el cual mantiene comunicación con la PC mediante la interfaz USB, en donde cualquier cambio solicitado por el usuario, será realizado por el microcontrolador en tiempo real.

La ejecución de las órdenes en la PC se realizó en la interfaz gráfica Visual Studio (Fig. 3.3) programando mediante lenguaje C#, el cual permite un ambiente agradable para el operador y fácil manipulación en donde se puede interrumpir el proceso así como monitorearlo.

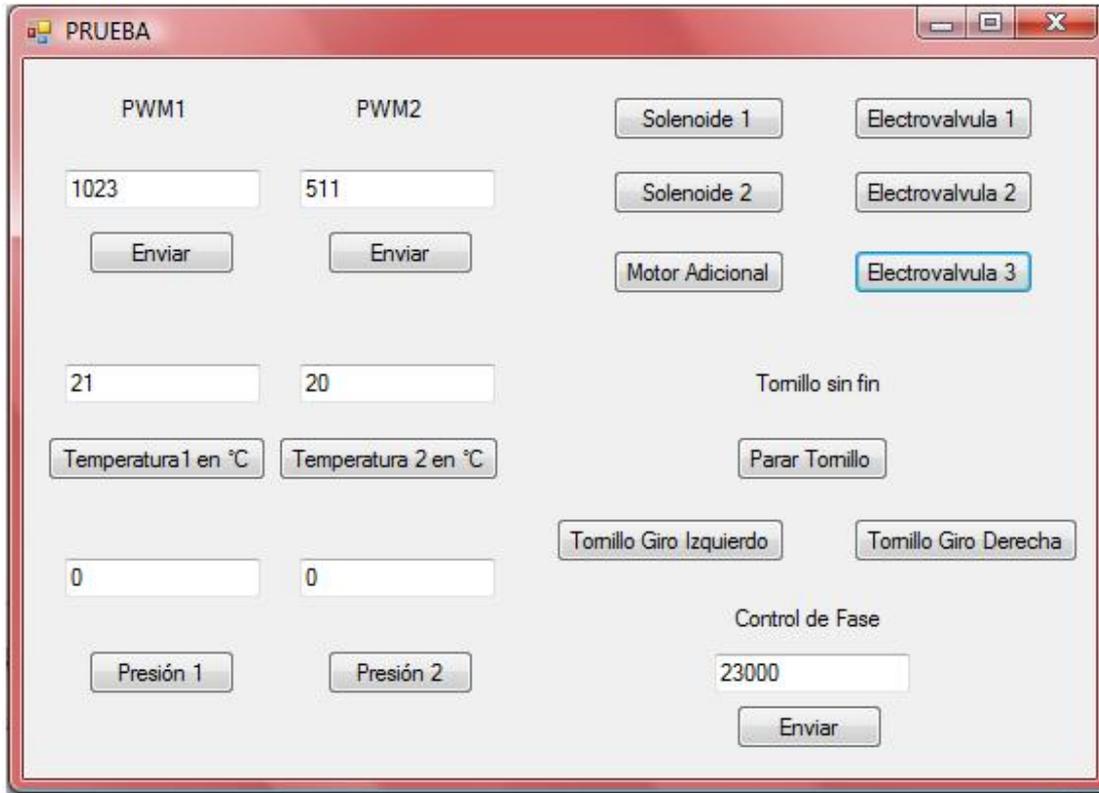


Figura 3. 3 Interfaz gráfica final

Para obtener las temperaturas y presiones se tomaron 100 muestras y se calculó el promedio para una mayor confianza de dichas lecturas.

Se realizaron los siguientes experimentos que verifican el desempeño del sistema de mezclado con base en analizar diversos elementos de forma aislada.

3.1.1 Control de fase

En el primer experimento se obtuvo el intervalo de valores numéricos que le corresponden para hacer el control de fase y así realizar la activación y desactivación de este elemento. El valor numérico máximo para el trabajo de la resistencia calentadora es el valor de 65000 y el valor mínimo, cuando se encuentra apagada la resistencia calentadora, es el valor de 19000. Los voltajes de entrada a la resistencia se comportan de la forma que se muestran en la Figura 3.4.

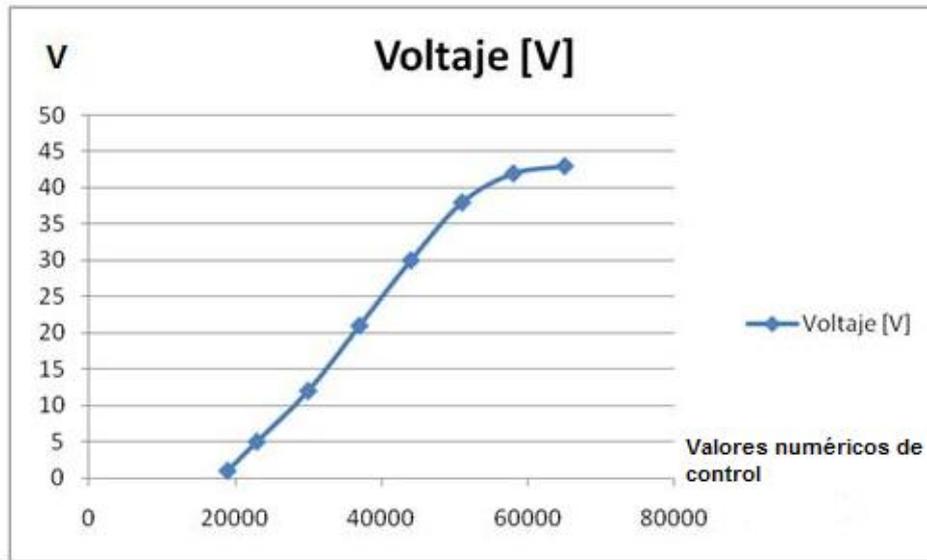


Figura 3. 4 Comportamiento del voltaje en el control de fase

3.1.2 PWM

En el segundo experimento se obtuvo el valor del voltaje CD y el sentido en que giran los motores controlados por PWM, el cual se enlista en la tabla 3.1.

Valores numéricos de control	Voltaje de alimentación a los motores de CD controlados con PWM	Sentido de giro
0	23	Anti horario
102	18	Anti horario
204	14	Anti horario
306	9	Anti horario
408	4	Anti horario
511	0	Parado
613	4	Horario
715	9	Horario
817	13	Horario
919	18	Horario
1023	23	Horario

Tabla 3. 1 Comportamiento de motores controlados con PWM

La respectiva gráfica del comportamiento de los voltajes, para el sentido y la intensidad de éste giro, es la que se muestra en la figura 3.5

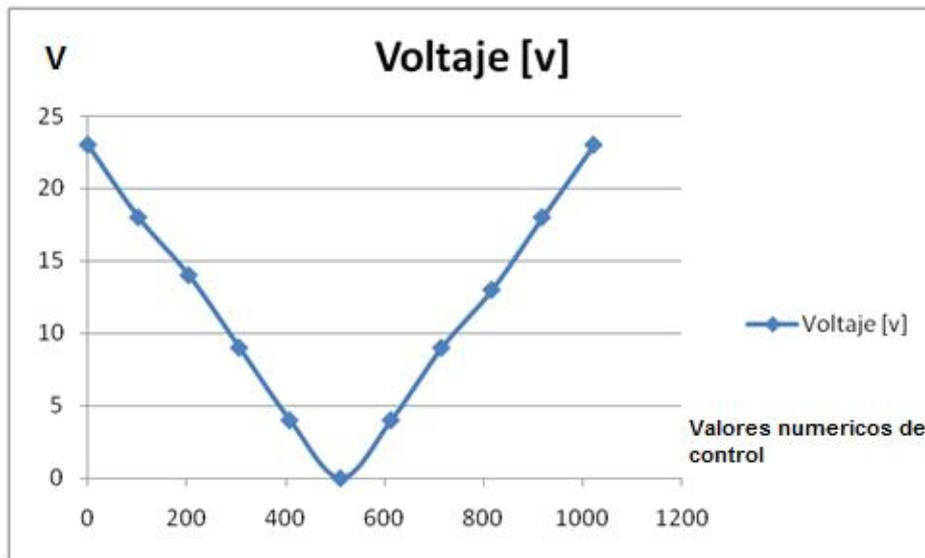


Figura 3. 5 Comportamiento del voltaje de CD en PWM

Con los valores anteriores se puede realizar el control eficiente de todos los elementos necesarios del proceso de mezclado, debido a que se logra variar eficientemente los elementos en intensidad.

3.1.3 Software de operación

El software elaborado cuenta con todos los requisitos de control establecidos. Los resultados obtenidos son los siguientes:

- La interfaz gráfica es eficiente, práctica y de fácil manejo para el operador.
- Se logró enviar la manipulación de elementos desde la interfaz al sistema electrónico.
- Se puede adicionar al proceso algunos elementos no utilizados hasta ahora con las salidas adicionales con las que cuenta el sistema electrónico.
- Se desarrolló la manipulación del PIC18F4550 en lenguaje C, el cual permite una fácil depuración y entendimiento del programa por si se requiere realizar mejoras o mantenimiento de este.
- Se logro tener la comunicación con el sistema electrónico mediante la interfaz USB.
- El microcontrolador permite el despliegue en la interfaz gráfica de las lecturas de las temperaturas y presiones cada vez que sea solicitado.

El principal resultado fue el desarrollo del sistema electrónico que es capaz de controlar los elementos utilizados en un proceso de mezclado manipulado mediante el PIC18F4550 de fácil acceso para el operador gracias a la interfaz gráfica desarrollada en Visual Studio.

3.2 Conclusiones

Se desarrolló el hardware que permite la manipulación de un sistema de mezclado de manera centralizada en un controlador programable, dentro de los elementos a manipular están:

- Tres motores de corriente directa; para el posicionamiento del ingrediente deseado, para la dosificación de este ingrediente en una solución líquida y el último permite impulsar la bomba usada para recircular el fluido mezclado.
- Un solenoide que asegura el posicionamiento del ingrediente deseado.
- Tres electroválvulas; una que permite la administración de una solución líquida a un tanque de pre-depósito, la segunda para el suministro de la solución líquida y la última permite despachar la solución final obtenida.
- Una resistencia eléctrica que permite calentar la solución líquida que se encuentra en el tanque de pre-depósito.
- Dos sensores de presión, uno localizado en el tanque de pre-depósito, desde donde se puede estar monitoreando la temperatura de la solución líquida que está expuesta a la resistencia eléctrica y la segunda para observar la temperatura de la mezcla final que se está preparando.
- Dos sensores de presión, localizados en el sistema de mezclado donde la bomba recircula el fluido mezclado.

Por otro lado se desarrolló el software que permite la manipulación del sistema electrónico implementado desde una interfaz gráfica agradable para el usuario donde mediante este se permite el control del proceso de mezclado a distancia siempre y cuando se cuente con comunicación entre la computadora y el sistema electrónico vía USB.

3.3 Trabajo a futuro

En el trabajo a futuro se tiene contemplado la culminación total del sistema electrónico donde se incluirá una pantalla para en el caso de no contar con una PC, se pueda manipular todo el sistema, es decir que pueda ser operado de forma local, además de las modificaciones que el cliente solicite debido a que esta es la etapa de satisfacción del cliente.