

Introducción

Objetivo

Desarrollar el equipo electrónico (hardware) y el conjunto de programas para ejecutar ciertas tareas en la computadora (software) para la manipulación de diversos dispositivos electromecánicos que intervienen en un proceso de mezclado sobre la base de un microcontrolador.

Definición del problema

En el desarrollo de sistemas de mezclado se utilizan diversos dispositivos electromecánicos con el fin de preparar insumos útiles en las industrias química, alimenticia y farmacéutica. En dichos sistemas, es importante contar con elementos electrónicos que permitan la automatización de los procesos de mezclado. De esta forma se optimizan los ingredientes base, la energía utilizada y la eficiencia de la preparación final. Teniendo en cuenta esto tenemos que nuestro principal problema es el de desarrollar un elemento (hardware) el cual mediante un software podamos controlar los dispositivos electromecánicos para así llegar a la eficiencia.

Antecedentes

En el CCADET de la UNAM recientemente se inicio el diseño y construcción de un sistema de mezclado a petición de una empresa privada. El equipo de trabajo se dividió en tres grupos: mecánico, electrónico y de diseño industrial. El grupo de mecánica trabaja en la selección de los dispositivos mecánicos y en el ensamble de los componentes. El grupo de electrónico es el encargado del diseño del controlador y el algoritmo de control. El grupo de diseño industrial trabaja en la presentación integral del prototipo para el sistema de mezclado. En este esquema de trabajo, la labor que abordamos particularmente en este trabajo de tesis es la de diseñar y construir la componente electrónica.

Faculta de Ingeniería

En fechas recientes se ha logrado definir un primer arreglo experimental sobre la base de un mezclador simple con alimentación automática de ingredientes y mezclado re-circulante de la preparación. Con base en esta primera aproximación, se consiguieron definir algunas características del sistema electrónico de control. Sin embargo, algunas características pueden variar de acuerdo al criterio del usuario o al desempeño integral del sistema.

Descripción del problema a resolver

En la experiencia del grupo de electrónica, el manejo del sistema de mezclado debe ser capaz de controlar los siguientes dispositivos de manera centralizada en un controlador programable:

- a. Para el subsistema de dosificación de ingredientes:
 - Dos motores de corriente directa, uno para el posicionamiento del ingrediente en polvo deseado y otro para dosificarlo en una solución líquida.
 - Un electroimán que asegure el posicionamiento estable del ingrediente seleccionado.
 - Una electroválvula que permita la administración de la solución líquida a un tanque de pre-depósito.
- b. Para el sistema de mezclado:
 - Un motor de corriente directa para impulsar la bomba usada para re-circular el fluido mezclado.
 - Dos electroválvulas, una para suministrar la solución líquida y otra para evacuar la solución preparada.
 - Una resistencia eléctrica que permita pre-calentar la solución líquida en el tanque de pre-depósito.
 - Un motor de corriente directa para impulsar un ventilador que permita enfriar la solución preparada.
- c. Para el sistema de diagnóstico:
 - Dos sensores de temperatura.
 - Dos sensores de presión.
 - Una carga de CD para prever futuras modificaciones.

Adicionalmente, se desea que el sistema electrónico posea conexión USB para facilitar la depuración de los algoritmos de control y que pueda ser controlado a través de una computadora, es decir, que la interfaz de operación sea un programa creado en C# en donde el usuario pueda controlar los dispositivos desde una PC.

Relevancia y justificación

La relevancia del presente proyecto de tesis radica en el apoyo a la creación de infraestructura de desarrollo propio que puede ser ofrecida como una transferencia tecnológica. En el proyecto en general participamos alumnos y académicos realizando labores de desarrollo tecnológico.

Alcance y limitaciones

El alcance del presente proyecto es la construcción de un prototipo funcional en donde en particular como se presenta en esta tesis es el desarrollo de toda la parte electrónica e interfaz gráfica, para el manejo de los elementos cuyos resultados alcancen las expectativas del cliente.

Las limitaciones del prototipo están relacionadas con lo anterior, ya que las especificaciones y funcionalidad final del sistema electrónico dependerán fuertemente de las observaciones del usuario y de la protección de sus derechos de propiedad intelectual.

Relación con otras áreas

Existe una gran relación con las áreas de electrónica digital, programación de computadoras, sistemas electrónicos digitales, mecánica de fluidos, medición e instrumentación.

Método

El método a emplear en el presente proyecto de tesis consiste en integrar un sistema electrónico empleando técnicas de diseño de sistemas digitales sobre la base de un microcontrolador PIC18F4550 con interfaz USB. La figura 1 muestra el esquema propuesto.

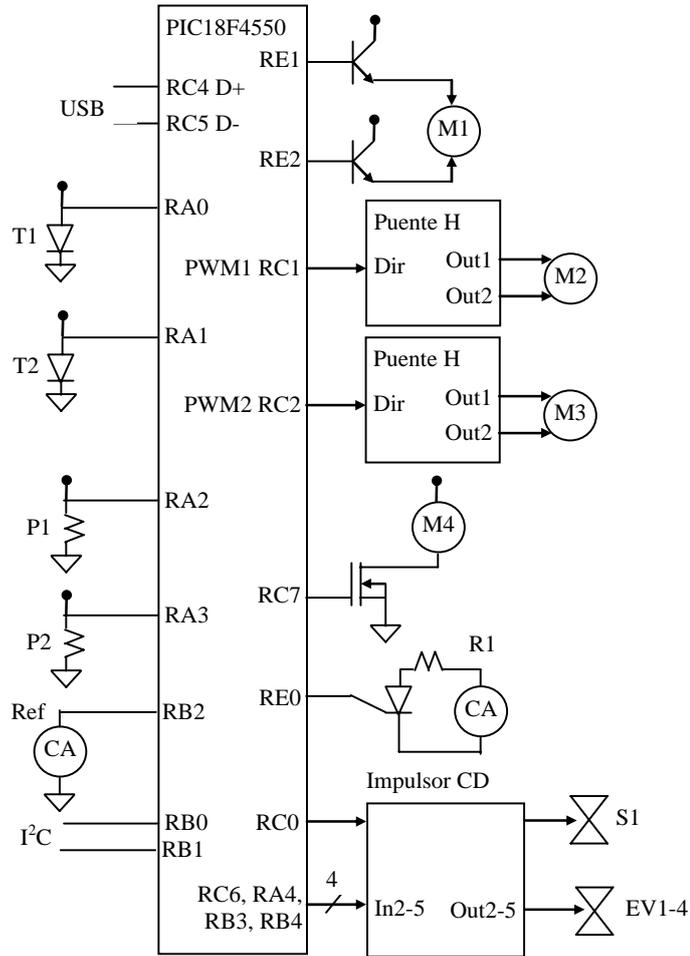


Figura 1. Esquema general del sistema electrónico para el mezclado.

En la figura 1 el microcontrolador PIC18F4550 controla los siguientes dispositivos que realizan lo que a continuación se describe:

- Motor CD M1. Impulsa un tornillo sin fin en sentido horario para dosificar el polvo y en sentido anti-horario para su limpieza.
- Motor CD M2. Impulsa la bomba para el flujo re-circulante de la mezcla. Adicionalmente se desean probar diversas velocidades para diferentes tipos de mezclado, lo cual se consigue variando la señal por modulación de ancho del pulso PWM.
- Motor CD M3. Impulsa el sistema que posiciona uno de cuatro recipientes contenedores de cuatro polvos. Eventualmente el posicionamiento se realizará a diferentes velocidades, lo cual se consigue variando la señal por modulación de ancho del pulso PWM.

Faculta de Ingeniería

- Motor CD M4. Impulsa un ventilador que permite enfriar la preparación final.
- Resistencia R1. Calienta el líquido contenido en un recipiente de pre-depósito para facilitar la integración de los elementos.
- Solenoide S1. Permite el anclaje de uno de los cuatro depósitos de polvo para asegurar su correcto vaciado en la mezcla.
- Electro-válvulas EV1-EV4. Habilitan la correcta circulación del líquido y solución preparada por los diferentes recipientes del sistema de mezclado.
- Transductores de temperatura T1 y T2. Registran las temperaturas de interés en el proceso de mezclado.
- Transductores de presión P1 y P2. Registran las presiones de interés en el proceso de mezclado.
- Referencia de voltaje Ref. Constituye una señal de referencia para controlar la fase de disparo en la etapa de potencia que energiza la resistencia R1.
- Conexión USB. Constituye la vía de comunicación entre el sistema electrónico y una PC con fines de depuración.
- Conexión I²C. Constituye la vía de comunicación con dispositivos electrónicos comerciales que habilitarán al sistema para futuras modificaciones.

Inventario de materias

- Computación para Ingenieros.
- Programación Avanzada y Métodos Numéricos.
- Física de Semiconductores.
- Algoritmos y Estructura de Datos.
- Análisis de Circuitos Integrados.
- Dinámica de Sistemas Física.
- Dispositivos y Circuitos Electrónicos.
- Fundamentos de Control.
- Circuitos Integrados Analógicos.
- Diseño Digital.
- Microprocesadores y Microcontroladores.
- Control Automático Industrial.
- Temas Selectos de Control y Robótica.
- Instrumentación Virtual.
- Control Avanzado.

- Controladores Industriales de Lógica Programable.

Resultados esperados

El esquema propuesto permitirá la dosificación de hasta cuatro elementos base y la agitación o mezclado de los ingredientes en líquido de baja viscosidad.

El sistema desarrollado contará con conexión USB y software para PC en donde se puede analizar el campo de presiones, evolución del proceso de mezclado y modificación de los parámetros de funcionamiento de los diversos dispositivos actuadores, con lo cual se espera facilitar su depuración.

Resumen de la tesis

En el primer capítulo se mencionan los sistemas de mezclado que existen en el mercado, así como sus principales características. Posteriormente se describe el principio de funcionamiento de los impulsores de CD y CA, descritos desde un punto teórico para entender su funcionamiento. Por último se describen las características del controlador que manipula este sistema así como el lenguaje de programación utilizado.

En el segundo capítulo se describe la implementación del sistema electrónico desarrollado, puntualizando en los arreglos de los elementos individuales, así como la descripción del programa del PIC que permite la realización del proceso. También se muestra la interfaz de operación elaborada para la manipulación del proceso de mezclado así como sus principales características.

En el tercer y último capítulo se muestran los resultados obtenidos con relación al desempeño del circuito electrónico y al programa para PC.