



CONTROL DIFUSO PARA EL SECADO DE MATERIALES PETREOS EN UN TAMBOR ROTATORIO.

Fernando Ortiz^a, Sergio Valle^{a*}, Rafael Lucho^a, Alfredo Serrano^a, Cristhian Rodriguez^b, Juan Castro^b

^aMaestría en sistemas ambientales, Instituto Tecnológico de Durango, Felipe Pescador 1803 Ote, Nueva Vizcaya, Durango, Durango, 34080, MÉXICO. *svc@alumni.utexas.net

^bDepartamento de automatización, TRIASO S.A de C.V, Blvd. Domingo Arrieta 907 Col. Juan de la Barrera, Durango, Durango, 34180, MÉXICO.

Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo de un controlador difuso en LabVIEW. El cual se basa en la toma de decisiones de un operador experto en el control del secador rotatorio a contra flujo. El controlador determina la apertura de la válvula de suministro de combustible del quemador, basándose en las temperaturas en los gases a la salida del secador y la temperatura de los pétreos antes de ser mezclados con el asfalto. La implementación del controlador, permitirá producir una mezcla asfáltica de mejor calidad y a la vez a aumentar el tiempo de vida de los filtros en la casa de bolsas. Este controlador funcionaria con una amplia gama de combustibles dándole una mayor flexibilidad al sistema.

Palabras clave: Controlador difuso, secador rotatorio, Temperatura de los pétreos.

1 Introducción

El secador rotatorio a contraflujo es un sistema importante para la realización de la mezcla asfáltica. En este se realiza el secado y calentado de los materiales pétreos la cual es una de las etapas más importantes en el proceso de mezcla de asfalto, ya que de este depende que se genere una buena mezcla entre los pétreos y el asfalto. Uno de los principales problemas que ocurren en estos sistemas, es que debido a la inexperiencia de algunos operadores se realizan acciones de control erróneas para la corrección de la temperatura en los materiales pétreos, lo cual puede ocasionar daños en la planta mezcladora de asfalto como pueden ser en el sistema de casa de bolsas, o generar una mala mezcla asfáltica.

2 Desarrollo

2.1 Identificación del sistema

El sistema estudiado es un secador de tambor rotatorio a contra flujo fabricado por la empresa TRIASO S.A. de C. V., en el cual se desea que el controlador mantenga una determinada temperatura en los materiales pétreos y en los gases a la salida del secador. Para el controlador se definieron como variables de entrada, la temperatura de los gases y de los materiales pétreos a la salida del tambor, y como salida la válvula del combustible.

2.2 Definición de las variables lingüísticas

Las variables lingüísticas fueron establecidas de acuerdo a los conocimientos y experiencia de los ingenieros y personal de la planta TRIASO S. A. de C. V. Para la variable lingüística de la temperatura de los gases (Fig.1) se establecieron cuatro conjuntos difusos, para los cuales se fijaron los siguientes valores lingüísticos: gases fríos (GF), gases ideales (GI), gases poco calientes (GPC) y gases calientes (GC). Se definió un universo de discurso de 80°C a 180°C.

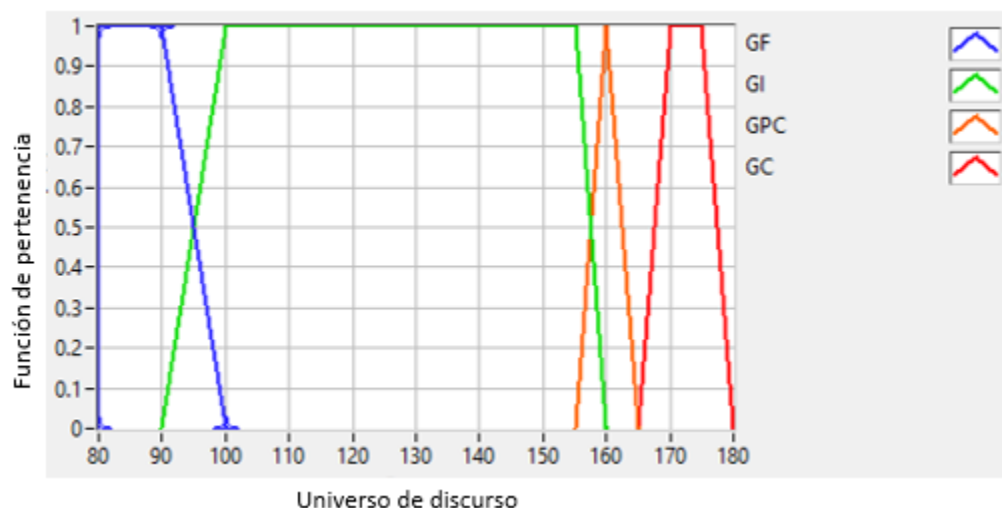


Figura 1. Variable lingüística temperatura gases

La variable lingüística de la temperatura de los materiales pétreos (Fig. 2) cuenta con cuatro conjuntos difusos, para los cuales se definieron los siguientes valores lingüísticos: pétreos fríos (PF), pétreos poco fríos (PPF), pétreos ideales (PI) y pétreos calientes (PC). Se definió un universo de discurso de 140°C a 180°C.

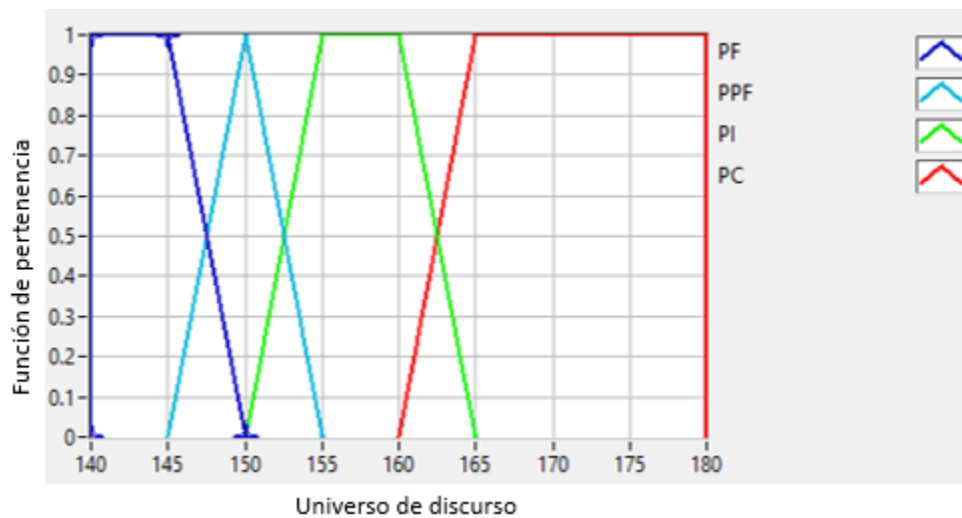


Figura 2. Variables lingüística temperatura pétreos.

La variable lingüística de la apertura de la válvula de combustible (Fig. 3) cuenta con seis conjuntos difusos, para los cuales se determinaron los siguientes valores lingüísticos: cierre total (CT), cerrar (C), cerrar poco (CP), mantener (M), abrir poco (AP) y abrir (A). Se definió un universo de discurso de -1 a 0.005.

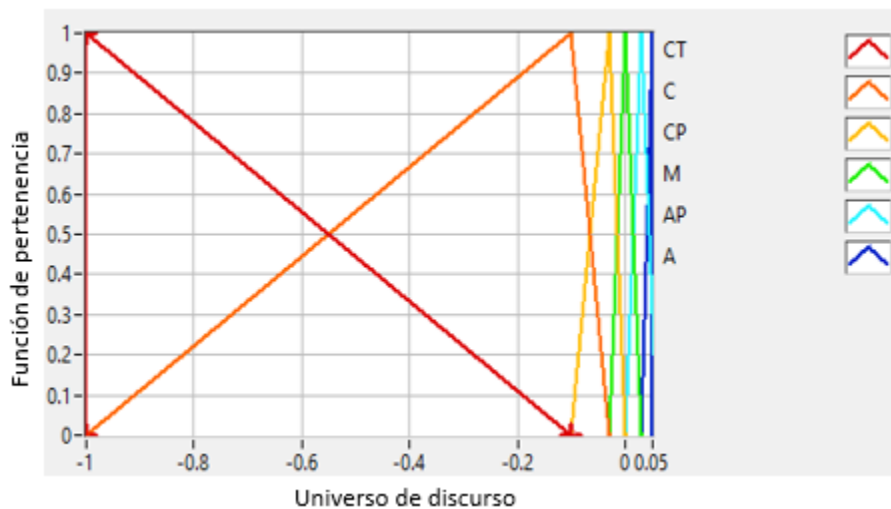


Figura 3. Variable lingüística válvula.

2.3 Definición de las reglas de control

Para este punto se generó una matriz para mostrar la respuesta del sistema ante las diferentes combinaciones posibles (Tabla 1).

Tabla 1. Reglas de control

GASES	PETREOS			
-----	PF	PPF	PI	PC
GF	A	AP	AP	CP
GI	A	AP	M	CP
GPC	C	C	C	C
GC	CT	CT	CT	CT

2.4 Obtener la superficie de control en el Fuzzy System Designer de LabVIEW (Fig. 4)

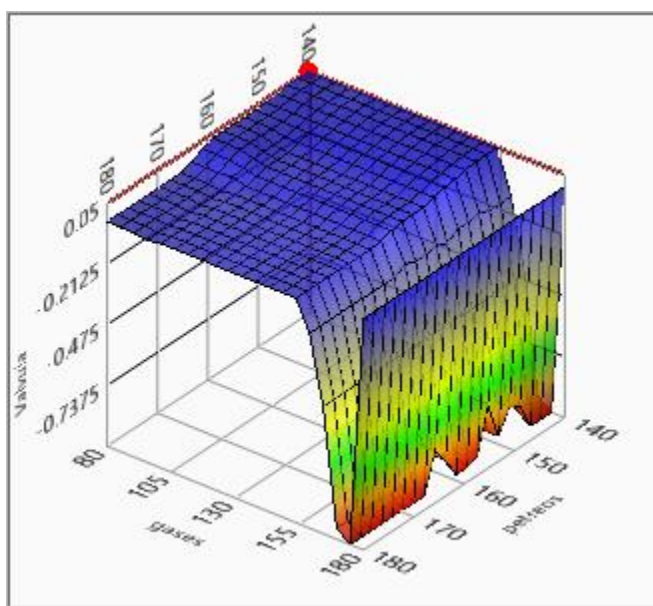


Figura 4. Superficie de control.

2.5 Implementación en LabVIEW

Se procedió a programar mediante el diagrama a bloques del software, se realizó la introducción de los términos lingüísticos que se determinaron para cada una de las variables lingüísticas. Estos se pueden observar en las figuras 5, 6 y 7.

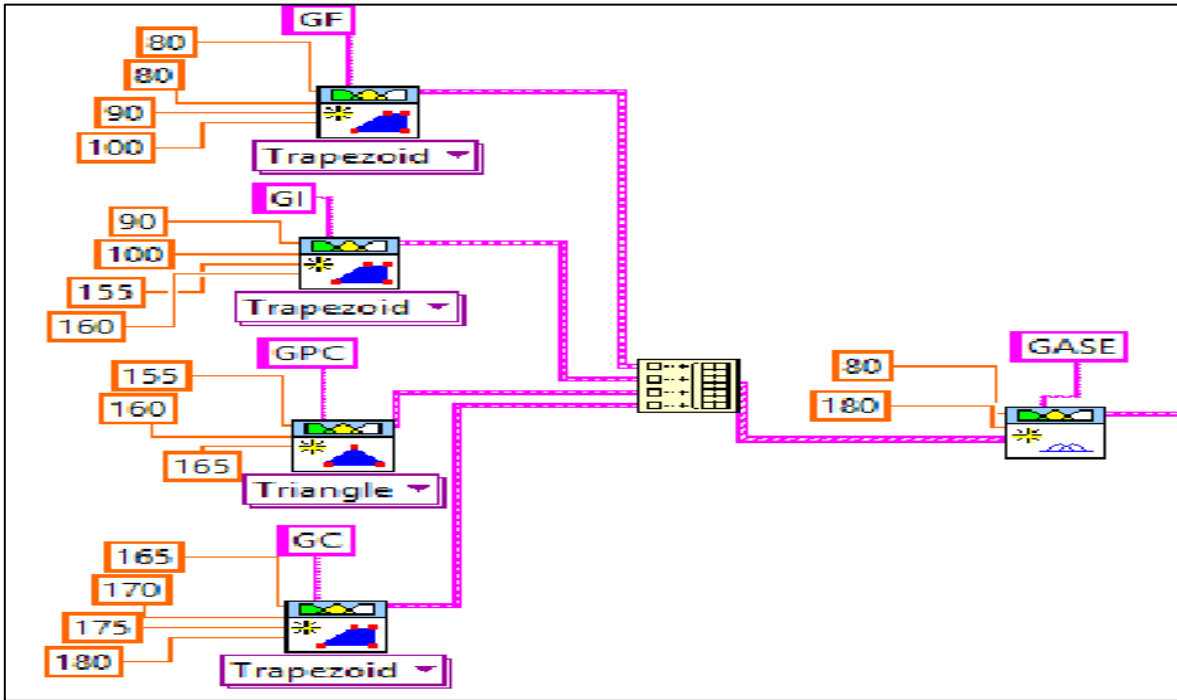


Figura 5. Variable lingüística temperatura gases en diagrama a bloques.

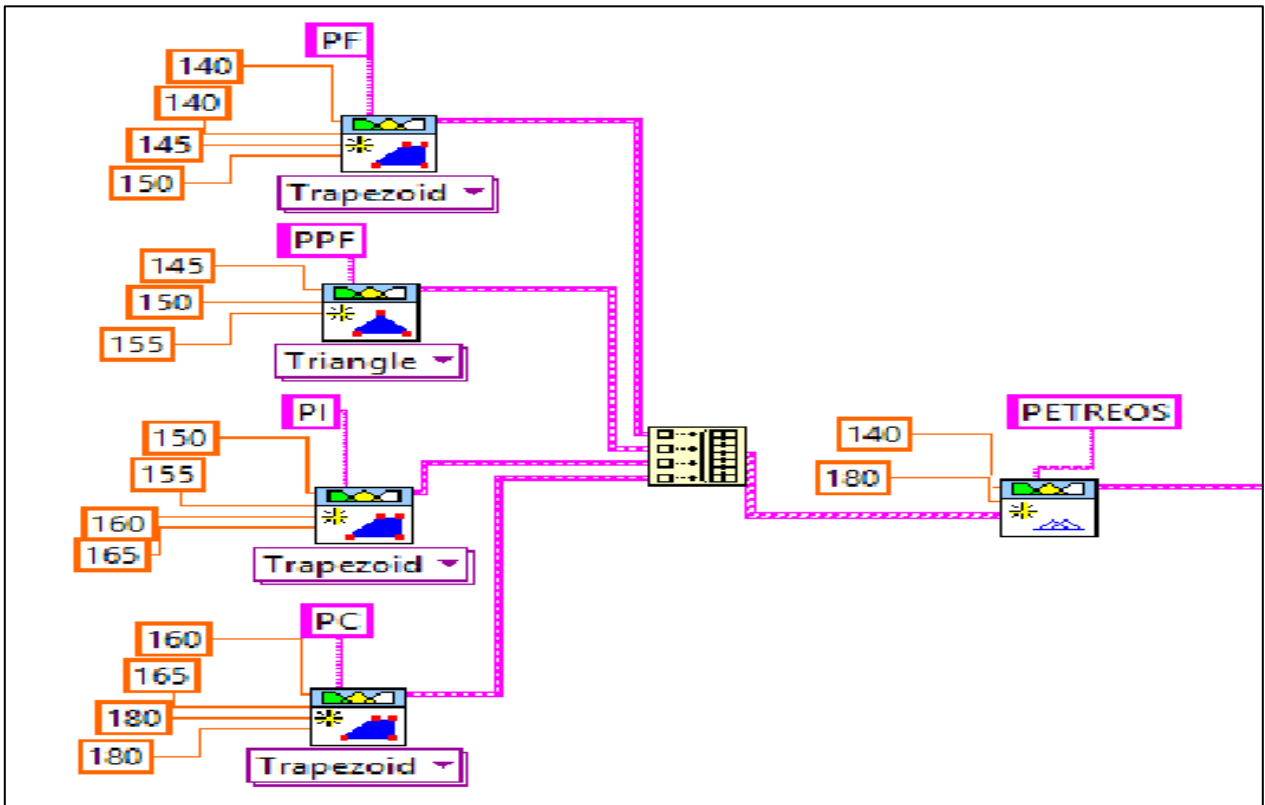


Figura 6. Variable lingüística temperatura pétreos en diagrama a bloques.

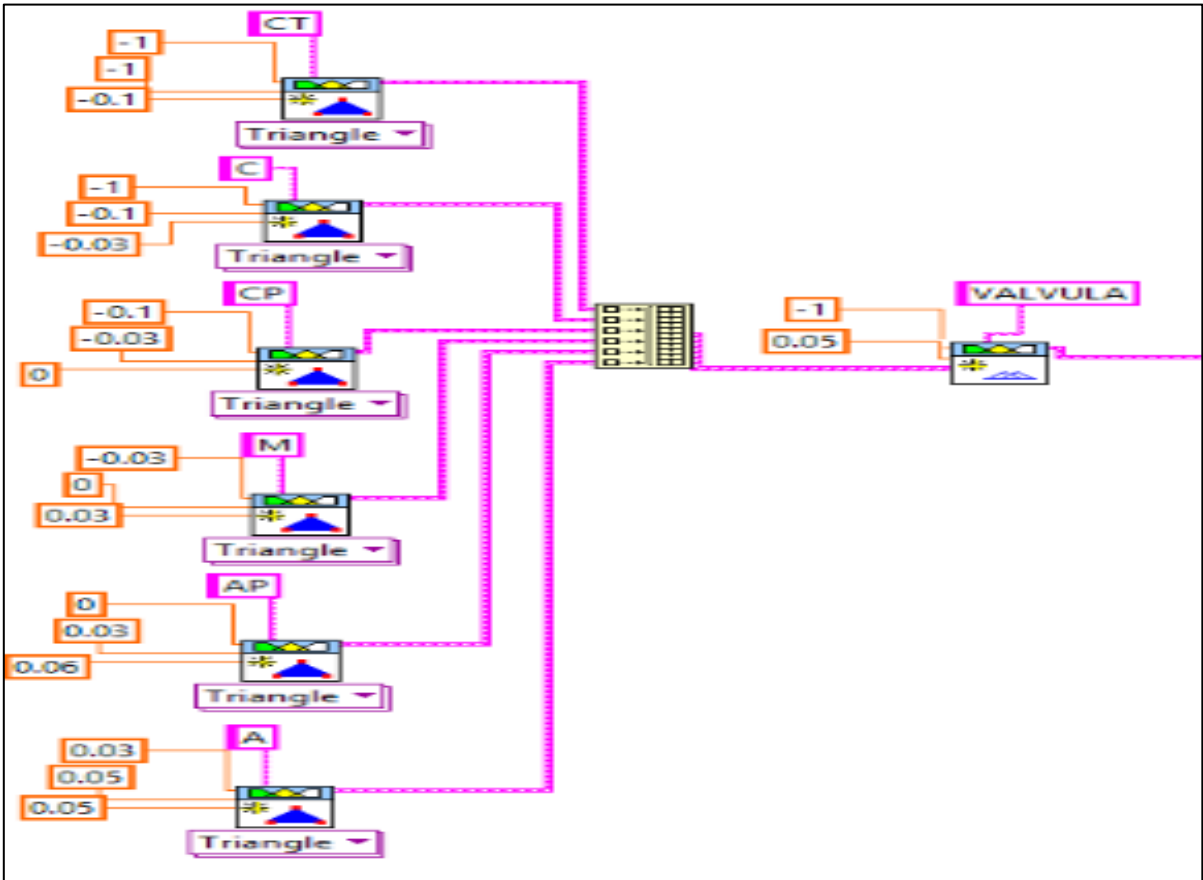


Figura 7. Variable lingüística válvula en diagrama a bloques.

Una vez introducidas las variables lingüísticas se introducen las reglas de control previamente establecidas al diagrama a bloques (Fig. 8).

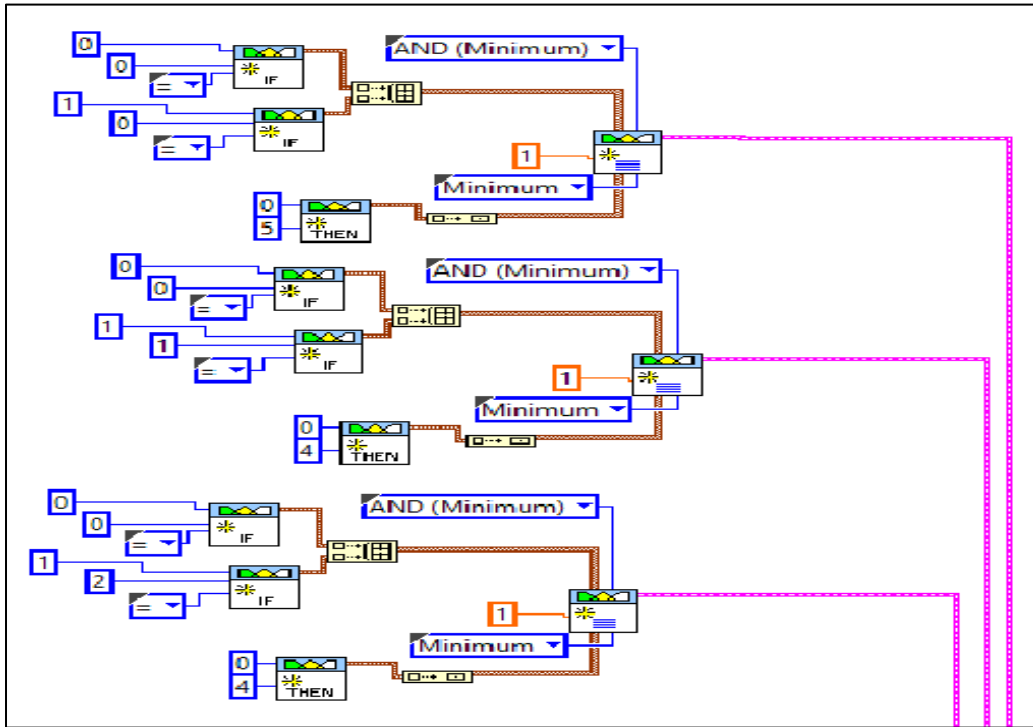


Figura 8. Visualización de las reglas de control en diagrama a bloques.

Una vez que se introdujeron las variables lingüísticas y las reglas de control se introducen al sistema difuso mediante el bloque FL New Fuzzy System.vi y de ahí al controlador difuso (Fig. 9).

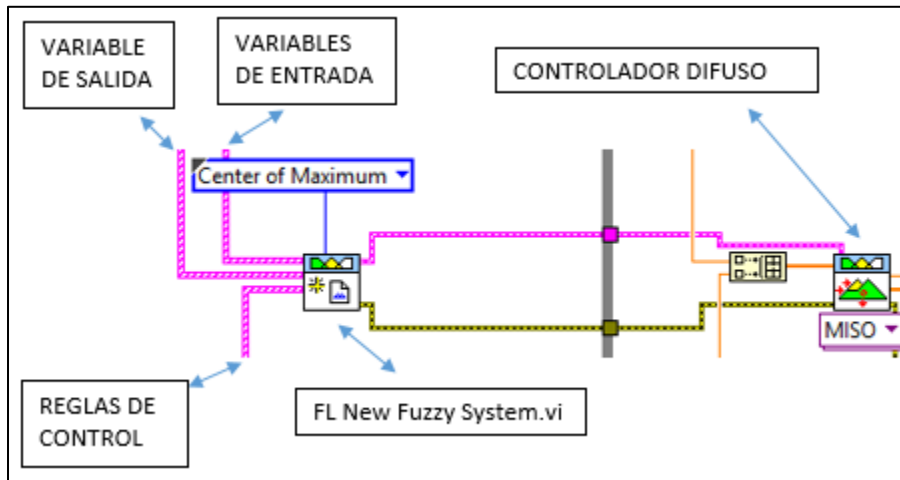


Figura 9. Introducción de las variables lingüísticas al sistema difuso y al control difuso.

Se diseñó el panel frontal del controlador (Fig. 10 y 11).

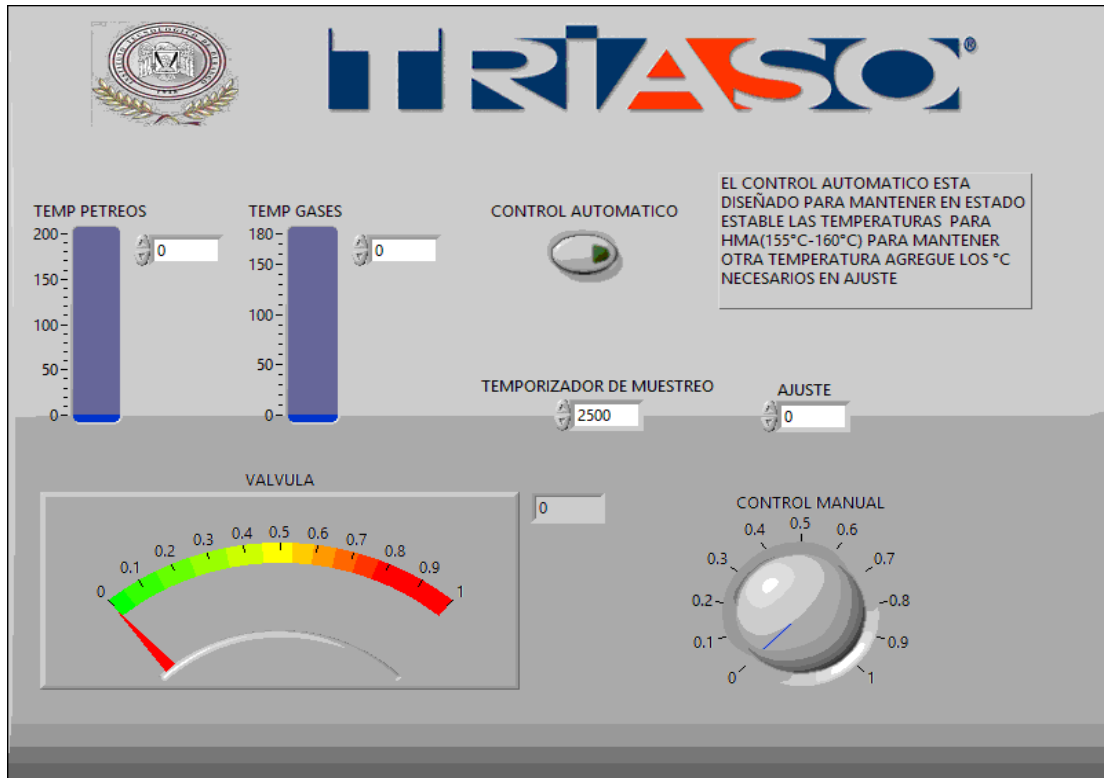


Figura 10. Panel frontal del controlador.

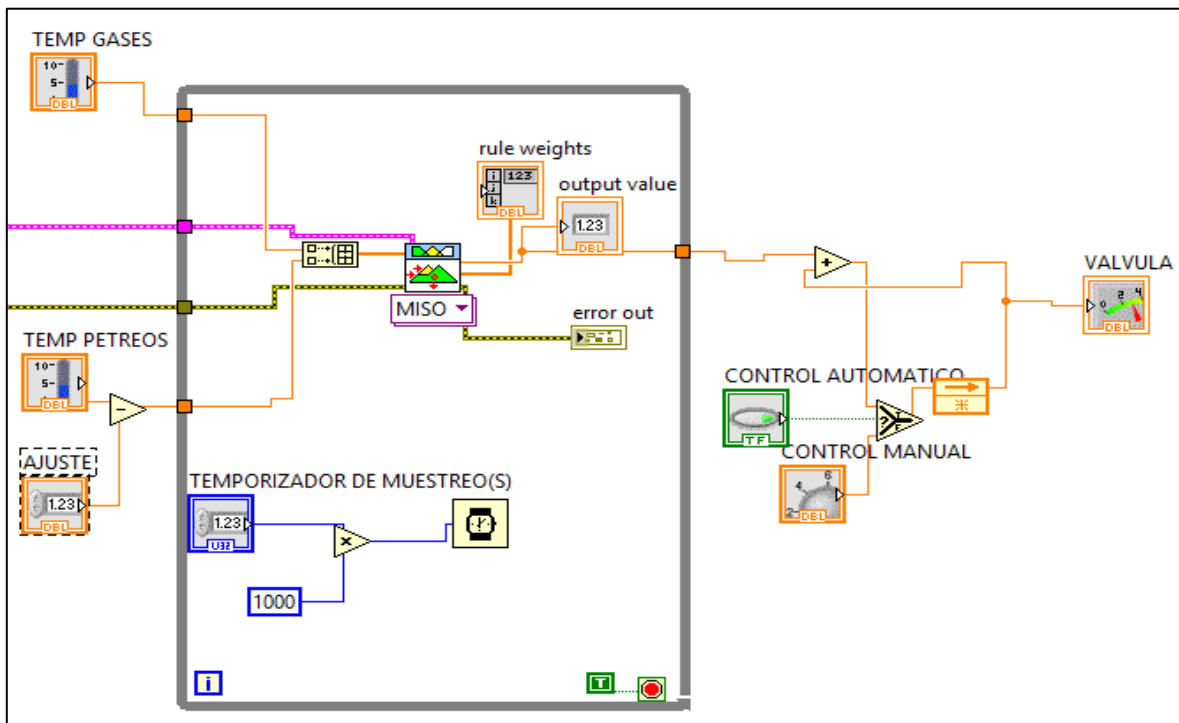


Figura 11. Panel frontal en diagrama a bloques.



En el panel frontal del controlador se pueden observar las variables de entrada de las temperaturas de los gases y los pétreos, las cuales pueden ser modificadas para efecto de la simulación. También cuenta con un control manual de la válvula de combustible el cual manipulara el operador hasta llevar la planta a un estado estable para posteriormente poder activar el control automático, el cual fue diseñado para mezclas de asfalto en caliente en las cuales se considera como temperatura ideal de los pétreos un rango de 155°C a 160°C. El control automático cuenta con dos ajustes el primero para el tiempo de muestreo y el segundo para modificar el rango ideal de los materiales pétreos y poder trabajar con asfaltos modificados, estos pueden ser manipulados por el operador de acuerdo a sus necesidades.

3 Conclusiones

Es viable la aplicación del control difuso para sistemas en los que no se cuenta con una función de transferencia que represente la dinámica del sistema. Esto es debido a que es posible fuzzyficar la experiencia de un operador u operadores, para establecer el funcionamiento del controlador. Con esto se mantiene la flexibilidad del sistema para funcionar con diferentes tipos de combustibles.

REFERENCIAS

1. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353
2. Cruz, P. P. (2011). *Inteligencia artificial con aplicaciones a la ingeniería*. Alfaomega.
3. Guzmán, D., & M Castaño, V. (2009). La lógica difusa en Ingeniería: principios, aplicaciones y futuro. *Revista de Ciencia y Tecnología Vol. 24 Núm. 2 2009*.