

SEPTIEMBRE 2013

ESPE

Sistema de generación de biomasa controlado electrónicamente para un Jeep Willys



SISTEMA DE GENERACIÓN DE BIOMASA CONTROLADO ELECTRÓNICAMENTE PARA UN JEEP WILLYS

GENERATION SYSTEM FOR BIOMASS ELECTRONICALLY CONTROLLED JEEP WILLYS

Mélany Jazmín Yarad Jácome
Carlos Wladimir Haro Saltos

mela_yarad@hotmail.com
wladimirharo88@gmail.com

RESUMEN

El presente proyecto tiene como finalidad la generación de un combustible alternativo a través de biomasa, el cual será controlado electrónicamente bajo niveles de diseño para poderlo utilizar en un Jeep Willys del año 1974.

Como un aporte para esta investigación se incursionará en el desarrollo de un sistema híbrido de suministro de combustible, con libertad de decisión entre gas o gasolina acorde a los requerimientos del usuario.

El proyecto contempla los procesos definidos en 2 fases concretas: la generación de gas proveniente de la madera, el encendido junto con el correcto funcionamiento del motor de 4 tiempos.

En cuanto a lo referente al sistema de generación de gas, se tiene como punto de partida el diseño del sistema mecánico como tal; tanques, filtros, enfriadores y sistema de ductos de transporte, dicho sistema será controlado por el computador hasta que alcancen los parámetros necesarios para continuar con la siguiente fase del desarrollo.

La segunda fase contempla la armonía entre el control electrónico y la mecánica pura, al sensar los parámetros de funcionamiento del Gasificador, y la mezcla dentro de la cámara de combustión del motor, preparándola así para obtener una detonación eficaz.

Palabras claves: biomasa, control electrónico, gasificador, generación, híbrido.

ABSTRACT

This project aims at the generation of an alternative fuel by biomass, which is electronically controlled low level design so that it can be used in a 1974 Willys Jeep.

As a contribution to this research venture into the development of a hybrid system of fuel supply, with freedom of choice between gas or gasoline according to user requirements.

The project includes the processes defined in two specific phases: gas generation from wood, the lighting along with the proper working of 4-stroke engine.

As far as the system of gas generation, will have as a starting point of the mechanical system design as such tanks, filters, coolers and pipelines system, that system will be controlled by the computer until they reach the parameters necessary to continue the next phase of development.

The second phase includes the harmony between the electronic control and mechanics pure when sensing the operating parameters of the gasifier, and the mixture within the combustion chamber of the engine, thus preparing for an effective detonation.

Keywords: biomass, electronic control, gasifier, generation, hybrid,

INTRODUCCIÓN

Las calderas queman biomasa en forma de desechos de productos de madera generados por la agricultura, el desbroce de montes o incluso por las industrias de madera. Al quemarse esta biomasa de madera se produce vapor, el cual es utilizado para hacer girar las turbinas, en este caso para encender un motor de combustión interna. Y es la combustión de este motor que al activarse genera el movimiento del vehículo de prueba.

Esta técnica se llega incluso a utilizar en muchas plantas generadoras de carbón, dado que añaden biomasa en sus procesos de quema de carbón, lo que se conoce como co-combustión, para reducir las emisiones producidas en el proceso.

Otro de los procesos donde puede ser incluido la biomasa es para gasificar antes de la combustión, dado que los gases, generalmente, se queman de forma más limpia y más eficiente que los sólidos, lo que permite la eliminación de los materiales tóxicos.

La gasificación también hace posible el uso de la biomasa en las turbinas de gas de ciclo combinado. Con el uso de la gasificación, esas plantas de gas natural pueden lograr eficiencias mucho más altas. Los pequeños sistemas de gasificación de biomasa modulares son muy apropiados para abastecer a las comunidades apartadas de electricidad.

Cuando la biomasa, que deberá estar en estado sólido, es sometida a la acción del calor en condiciones de defecto de aire, o combustión incompleta, se producen una serie de reacciones que dan lugar a un gas de gran interés energético.

Todo el sistema será controlado automáticamente por un circuito electrónico inteligente, el cual servirá como cerebro del vehículo.

MARCO TEÓRICO

Gasificación de biomasa

El gas obtenido cuando la gasificación se realiza con aire, que es el elemento para la gasificación de biomasa más utilizado, se denomina gas pobre y está formado básicamente por monóxido y dióxido de carbono, hidrógeno y metano. Las principales aplicaciones de la gasificación de biomasa se basan en la utilización de la energía térmica que genera el propio proceso de gasificación y el aprovechamiento del gas producido.

Clasificación de la biomasa

La biomasa, como recurso energético, puede clasificarse en biomasa natural, residual y los cultivos energéticos.

La biomasa natural es la que se produce en la naturaleza sin intervención humana. Por ejemplo, la caída natural de ramas de los árboles (poda natural) en los bosques.

La biomasa residual es el subproducto o residuo generado en las actividades agrícolas,

silvícolas y ganaderas, así como residuos de la industria agroalimentaria y en la industria de transformación de la madera (aserraderos, fábricas de papel, muebles, etc.), así como residuos de depuradoras y el reciclado de aceites.

Los cultivos energéticos son aquellos que están destinados a la producción de biocombustibles. Además de los cultivos existentes para la industria alimentaria, existen otros cultivos como los lignocelulósicos forestales y herbáceos y cosechas.

Control electrónico

Dentro del control electrónico existen varios métodos, para esta aplicación se diseñó un control PID, mismo que servirá para el paso cuantificado de aire al motor, el cual está controlado por medio de una electroválvula diseñada y construida para la aplicación necesitada.

El control consiste en regular el paso de aire por medio de la aceleración, al mismo tiempo también se está controlando la succión del gas hacia el motor, para esto se obtuvo la planta del sistema con datos experimentales, mismos que se lograron después de realizar cálculos mediante fórmulas mecánicas de la eficiencia del motor de combustión interna.

DESARROLLO

Para el desarrollo tanto del sistema mecánico como del sistema electrónico se utilizó la sinergia de las dos ramas, dando como resultado un proyecto mecatrónico. (Ver anexo 1)

Dentro del desarrollo mecánico para la construcción del sistema se utilizó chatarra, para así disminuir costos. De esta manera se consiguió formar la estructura principal del sistema, como se puede observar en la figura 1.



Figura 1. Gasificador instalado en el móvil

Para la toma de datos de los parámetros de funcionamiento, se implementó la parte electrónica, haciendo de esto una sinergia entre la mecánica y la electrónica teniendo como resultado un sistema mecatrónico.

La parte mecatrónica se encuentra básicamente en el diseño y construcción de válvulas electromecánicas, que de la misma manera, por abaratar costos se las fabricó justamente para la aplicación necesaria, sin la necesidad de usar electroválvulas.

Como se muestra en la figura 2, las válvulas se encuentran en la parte delantera del vehículo, mismas que ayudan al paso proporcionado del aire necesario para el encendido del móvil, puesto que funcionarían de una forma similar a la mariposa del cuerpo de aceleración, teniendo como resultado una abertura mayor mientras más aceleración se proporcione.



Figura 2. Válvulas electromecánicas

La válvula de la derecha es variable dependiendo la selección de funcionamiento que se realice, mientras que la de la izquierda cumple una función normalmente abierta o normalmente cerrada.

Estos dispositivos mecatrónicos son controlados bajo parámetros de control, mismos que son proporcionados por el “cerebro del vehículo” (ver figura 3) estos parámetros permiten realizar una selección entre uno de los sistemas híbridos que el carro posee.

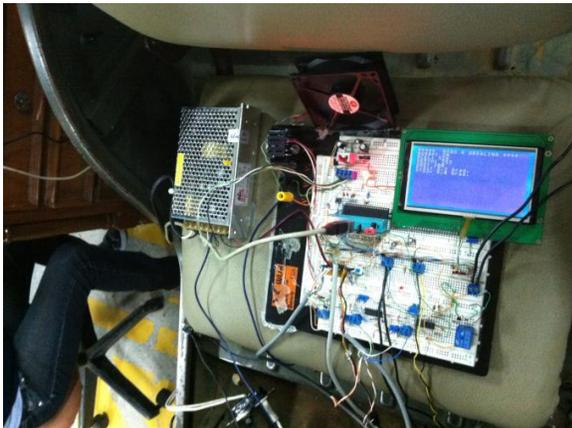


Figura 3. Cerebro del vehículo

Como un aporte para esta investigación incursionaremos en el desarrollo de un sistema híbrido de suministro de combustible, con libertad de decisión entre gas o gasolina acorde a los requerimientos del usuario.

Dentro de los funcionamientos existen condiciones, las cuales se las proporciona mediante un touch panel, como se muestra en la figura 4



Figura 4. Touch panel

Cabe recalcar que con este proyecto se pretende reducir el problema de contaminación, esto se lo realizará cumpliendo el ciclo de carbono, es decir que el balance energético de contaminación será igual a 0

FASES DEL DISEÑO

Para la realización de un controlador, se necesita saber que es lo que se va a realizar, por lo que a continuación se explicará de una forma clara el desarrollo del diseño.

En principio establecemos que es lo que se necesita para poder realizar el control PID de una planta, para esto es necesario conocer ciertas ecuaciones básicas que forman parte del diseño del control.

El diseño del controlador se lo va a realizar por el método de Ziegler – Nichols, los parámetros del controlador PID propuestos se los determinan a partir de la curva de reacción.

	Kp	Ti	Td
P	$\frac{T_o}{K_o * T_1}$		
PI	$\frac{0.9 * T_o}{K_o * T_1}$	$3 * T_o$	
PID	$\frac{1.2 * T_o}{K_o * T_1}$	$2 * T_o$	$0.5 * T_o$

Tabla 1. Parámetros de controladores PID según el método de la curva de reacción de Ziegler-Nichols.

La ecuación de la salida del Controlador $y(t)$, en su forma posicional se puede expresar:

$$y(t) = K * e(t) + \frac{K}{T_i} \int e(t) dt + K * T_d * \frac{de(t)}{dt}$$

ECUACION 1

Donde:

K = Constante del control proporcional.

Td = Constante tiempo diferencial.

Ti = Constante de tiempo de integración.

e(t) = Error de posición (salida actual-salida deseada).

Cuando se trata de un control a tiempo discreto, la integral, se calcula como sumatoria y la derivada, como diferencia

La variable de entrada al controlador, el error $e[n]$, es una magnitud calculada como la diferencia entre la salida deseada (valor de la consigna) y el valor de salida real de la planta (valor medido). Cuando la planta se aproxima al estado estacionario, $e[n]$ es un valor pequeño, pero con error relativo grande (generalmente el instrumento de medición de la variable de salida se especifica con un error porcentual a fondo de escala); si además, se debe calcular la diferencia $e[n] - e[n-1]$,

donde $e[n-1]$ es la muestra anterior, el resultado es muy inestable.

Conociendo estas primicias se puede citar que

$$y[n] = K * e[n] + \frac{K}{T_i} * i[n] + K * T_d * d[n]$$

ECUACION 2

$$d[n] = \frac{e[n] - e[n - 1]}{T_s}$$

ECUACION 3

$$i[n] = T_s * S e[n]$$

ECUACION 4

$e[n]$ = Error de posición (posición actual – posición deseada).

$e[n-1]$ = Error de posición del ciclo anterior.

$i[n]$ = Sumatoria de los errores de posición.

$d[n]$ = Diferencia de los errores de posición.

T_s = Intervalo de muestreo.

Para fijar el tiempo T_s , se debe tener en cuenta las características de frecuencia de la planta,

$$T_s = \frac{T_p}{10}$$

ECUACION 5

Donde T_p , es la constante de tiempo dominante de la planta. La razón subyacente, es que se desea que el controlador actúe en al menos 10 puntos intermedios durante el transitorio, evitando que la acción de control introduzca saltos bruscos a la salida de la planta. T_p se puede extraer de las ecuaciones de la planta, cuando estas son conocidas, o por ensayo, determinado el tiempo de establecimiento al escalón.

Así elegido T_s , el sintonizado del sistema de control PID, puede reducirse a encontrar

valores adecuados para las tres constantes características del sistema.

$$Kp = K$$

ECUACION 6

$$Ki = \frac{K}{Ti}$$

ECUACION 7

$$Kd = K * Td$$

ECUACION 8

DESARROLLO DEL DISEÑO

Para poder encontrar la función de transferencia que corresponde al sistema que se está realizando el control es necesario conocer los datos de entrada y de salida, para esta aplicación la entradas son las revoluciones del automóvil (RPM) y la salida será la caída de presión que genera el motor.

Dicho esto se procede a la validación de los componentes, cabe recalcar que se necesitan varias tomas, ya que es pertinente conocer la mejor aproximación de la planta.

Entre mayor número de muestras se analizan mayor será la exactitud o la similitud del sistema discreto al sistema real, el cual se desea controlar. Al obtener los datos pertinentes, procederemos a utilizar la herramienta matemática por excelencia MATLAB para la obtención del modelo matemático.

Obtención de la planta

Para poder obtener el controlador, es necesario también obtener el modelo de la planta para así conseguir la función de transferencia.

Mediante ajustes de curvas identificaremos la función matemática que caracteriza ese comportamiento obtenido, para ello utilizamos la herramienta “IDENT”, de Matlab.

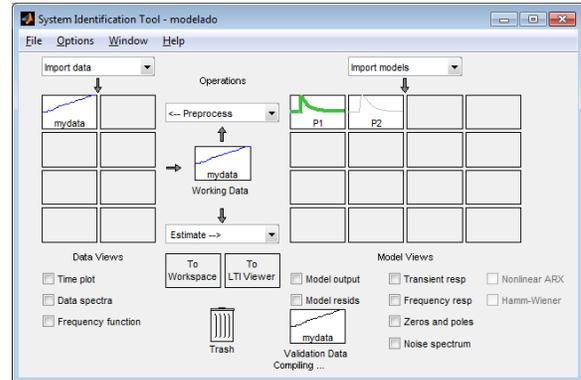


Figura 1. ToolBox de identificación de sistemas.

En esta parte vemos de que orden puede salir la planta a controlar, por pruebas se ve si es de primero o segundo orden

Por cuestiones de condicionamiento se observa y prueba que la planta es de tercer orden.

Diseño del controlador PID

El control de la planta debe cumplir condiciones de perturbaciones.

Después de los cálculos respectivos que se realizaron para la obtención de las constantes, se llega a que

$$Kc = 2497.33$$

$$Ki = 1203.24$$

$$Kd = 1293.86$$

Con una pequeña simulación en SIMULINK se observa

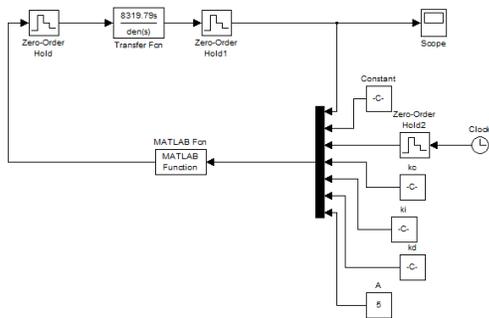


Figura 2. Control en simulink

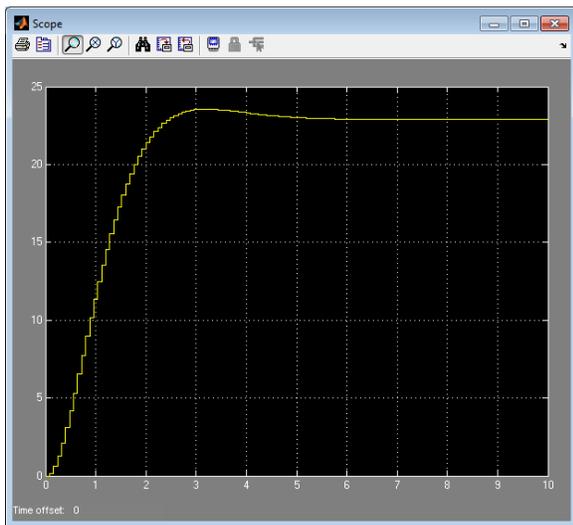


Figura 3. Control PID en simulink respuesta al escalón.

De la misma manera se lo comprobó con un control por el método de Ziegler-Nichols

Obteniendo así las siguientes curvas de control

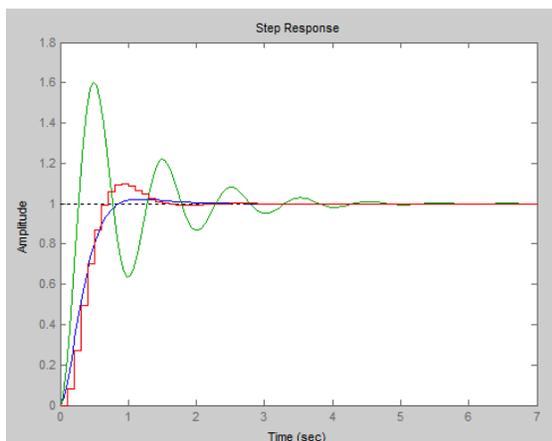


Figura 4. Planta y control para $t=0.1$

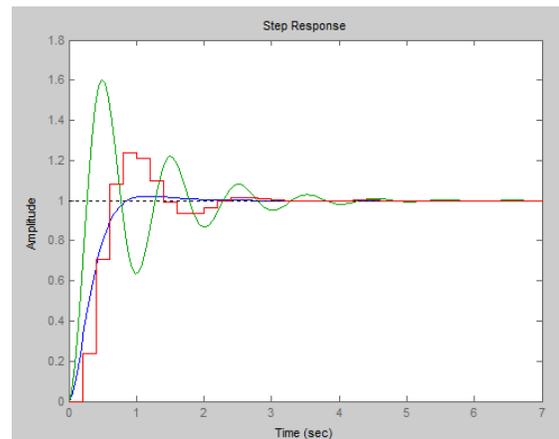


Figura 5. Planta y control para $t=0.2$

Este control servirá para poder mover las válvulas que se muestran a continuación.



Figura 6. Válvula de control de aire

Que dependerá básicamente de la señal mandada por un potenciómetro lineal como el que se muestra a continuación



Figura 7. Potenciómetro lineal para el control.

CONCLUSIONES

Dentro del control digital, en cuanto hablamos de PID es muy importante tener un muestreo de datos adquiridos, ya que esto permite una aproximación más real a lo que se quiere controlar.

Para realizar el diseño de un controlador no existe una sola manera de hacer, hay varios métodos y caminos que llevan a la misma

respuesta deseada, en esta ocasión se utilizó el método de Nichols.

Usar las herramientas que brinda Matlab, ayuda a poder observar la respuesta que tiene, tanto el controlador como la planta, cuando son sometidos a perturbaciones o ruidos.

Poder observar las gráficas, ayudan a entender de una mejor manera el comportamiento y la variación en un instante determinado de tiempo.

REFERENCIAS

- ♦ <http://planta%20ldr/informacion/Sensor%20de%20luz%20ambiental%20%20Anal%C3%B3gico%20Di%C3%A1logo%20%20Analog%20Devices.htm>
- ♦ <http://www.eng.newcastle.edu.au/~jhb519/teaching/caut1/Apuntes/PID.pdf>
- ♦ Åström, Karl J.: *Computer Controlled Systems. Theory and Design*, Prentice Hall –1984
- ♦ Papoulis, A: *Sistemas Digitales y Analógicos*, Marcombo – 1978

ANEXO 1

