

CONTROL DE UN SISTEMA BOLA Y VIGA

UTILIZANDO UNA WEBCAM

Abiud Alvarado Bernabé
Lic. en Ing. Mecatrónica
Facultad de Ciencias de la
Electrónica
Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla

Edificio 109B Ciudad
Universitaria
Av. San Claudio y 18 Sur
Col. Jardines de San
Manuel
Puebla, Pue. México
Email:
aviuko@hotmail.com

Enrique Moran Cruz
Lic. en Ing. Mecatrónica
Facultad de Ciencias de la
Electrónica
Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla

Edificio 109B Ciudad
Universitaria
Av. San Claudio y 18 sur
Col. Jardines de San
Manuel
Puebla, Pue. México
Email:
emc0@hotmail.com

Rubén Hernández Espinosa
Lic. en Ing. Mecatrónica
Facultad de Ciencias de la
Electrónica
Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla

Edificio 109B Ciudad
Universitaria
Av. San Claudio y 18 sur
Col. Jardines de San
Manuel
Puebla, Pue. México
Email:
en_rhe_dos@hotmail.com

Jaime Cid Monjaraz
Vicerrectoría de
Investigación y Estudios de
Posgrado de la Benemérita
Universidad Autónoma de
Puebla
Email:
jaime.cid@correo.buap.mx

RESUMEN

El sistema bola y viga es un caso de estudio típico en la ingeniería de control, puesto que introduce el tema de sistemas no lineales e inestables.

Actualmente existen bastantes modelos desarrollados de distintas dimensiones y características. Básicamente las diferencias principales entre un modelo y otro, si únicamente atendemos a los elementos integrantes, radican en la forma de medir la posición de la bola, lo que conlleva también un cambio en las características geométricas del mecanismo. Desde un punto de vista del control, hallamos una amplia diversidad sobre todo en lo referente al método de visualización y forma de cambiar los algoritmos.

Control, Bola, Viga, Imágenes, Servomotor, Estabilidad, Cámara, Posición.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se realiza un doble lazo de control, en el cual el lazo externo controla la posición de la bola. La variable de corrección generada por el controlador externo sirve como entrada al controlador interno. El lazo

interno se encarga de fijar el ángulo de inclinación de la viga. Además de obtener sus coordenadas de posición a través de una cámara web.

La estabilización de la bola en el punto referenciado, normalmente el centro, es difícil de conseguir debido a que ésta se mueve sobre la barra con una aceleración que es proporcional a la inclinación de la viga. Además, se tiene el inconveniente de que el sistema es inestable a lazo abierto, pues la posición de la bola se incrementa sin límites a partir de un determinado ángulo. Por tanto, se debe usar un control realimentado para mantener la bola en la posición deseada. Una ventaja del uso de este

control en lazo cerrado es que la respuesta del sistema se vuelve relativamente insensible a las perturbaciones externas y a las variaciones internas en los parámetros del sistema.

El objetivo que se pretende es controlar la posición de la bola cambiando el ángulo de inclinación de la viga. Esta tarea es supervisada por un controlador que, basado en medidas, genera una señal de PWM que controla el servomotor a través de su ancho de pulso (señal de control o actuación). Las medidas usadas como referencia para llevar a cabo tal acción de control (variables controladas) son el ángulo de la viga, dado por un encoder incremental (aquí se utilizará un servomotor), y la posición de la bola, obtenida mediante una cámara web suspendida en la parte superior a la barra o viga, que interactuará con el entorno

de programación de Simulink y a su vez con una tarjeta Arduino para la comunicación del software con el actuador.

2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL

a) Aspecto Geométrico

- El dispositivo va a constar principalmente de tres componentes: motor, bola y viga, que se deben dimensionar de tal forma que el conjunto funcione correctamente y sea proporcionado en apariencia.
- Se pretende que el mecanismo sea lo más simple y homogéneo posible para evitar añadir pesos e irregularidades innecesarias que ocasionen un mal control y funcionamiento.
- El conjunto debe ocupar un volumen tal que permita trabajar sobre él fácilmente.
- Debido a que el conjunto irá apoyado sobre un pedestal permitiendo el libre movimiento de la barra, ésta deberá tener unas dimensiones coherentes en primer lugar con la altura a la que deseamos dicho pedestal, y en segundo lugar con el volumen que recorra.
- Se dispone de inicio de un servomotor que proporciona un par nominal de 4.3 kg, por lo que la viga se debe dimensionar de tal manera que el motor pueda con ésta para hacerla girar.
- También se dispone de inicio de una cámara web marca Genius modelo Eye 312 que estará dispuesta en la parte superior de la barra, lo que también influirá en las características físicas de la viga.
- En la medida de lo posible se intentará conseguir una estética agradable.

b) Materiales

- Para la construcción de la viga y soportes se debe elegir los materiales más ligeros posibles para no introducir mucha carga.
- Por otro lado, también se debe tener en cuenta la resistencia y durabilidad del mecanismo.
- Se debe considerar los diferentes grados de fricción que introducen los materiales para el correcto rodamiento de la bola por la viga.
- Así también se debe considerar el uso de colores apropiados para facilitar el procesamiento digital de imágenes.

c) Tecnología

- Cámara web para determinar la posición de la bola. Tendrá que fijarse adecuadamente para evitar tener una imagen errónea o no deseada.
- Tarjeta arduino para actuar sobre el motor a partir de la información recibida del servomotor y de la webcam.

d) Control

- Se debe usar un modelo simple aunque fiel a la realidad para introducir en el bucle de control.

e) Entorno

- El mecanismo, y sobre todo los elementos que lo integran (sensor, PC, tarjeta electrónica, etc.) deben encontrarse en unas condiciones óptimas de temperatura y humedad.
- Crear un ambiente adecuado para la adquisición de imágenes.

f) Coste

- La cantidad tope a invertir está sujeta al bolsillo de los integrantes del equipo, de manera que hay que tenerlo muy en cuenta a la hora de diseñar y elegir los elementos del conjunto Ball&Beam.

3. DESCRIPCIÓN SISTEMA

a) Diagrama a bloques

- Para controlar este tipo de planta, se ha usado un Controlador PID, por lo que se tiene un sistema de lazo cerrado, en el cual la referencia es la posición en la que se desea mantener la bola, la realimentación es la lectura en tiempo real de la posición de la bola y por último la salida del PID es la señal de PWM para controlar el ángulo del servomotor.

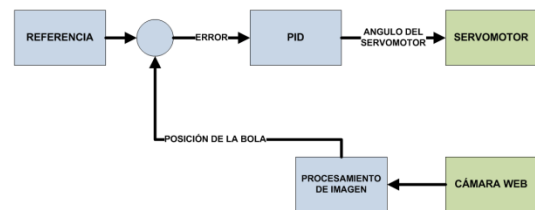


Figura 1. Diagrama a bloques del control del sistema

b) Sistema Físico

- La planta se compone de un servomotor, una cámara web para medir la posición de la bola en la viga en conjunto con el modulo de Simulink del software MatLab, un encoder (incluido en el servomotor) para medir el ángulo en la carga, tarjeta Arduino UNO, soportes metálicos, una viga y una bola.

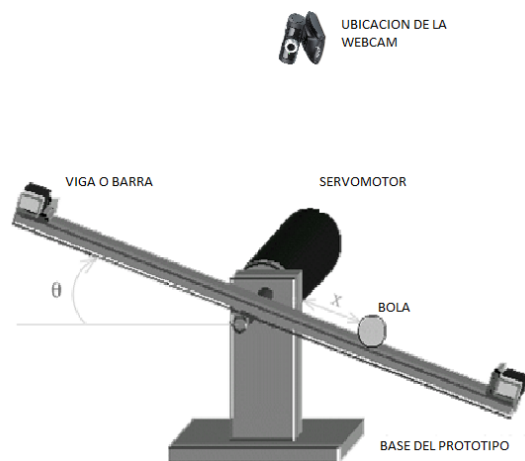


Figura 2. Modelo propuesto a implementarse. La webcam es colocada en la parte superior de la viga, de manera que pueda captar la posición de la bola en todo momento.

4. INTEGRACIÓN Y PRUEBAS

En la parte referente a integración y pruebas. Lo primero que se realiza fue la base donde iba ir la bola, es decir nuestra viga. En la figura 3 se muestra la parte donde va colocado el servomotor que es el que va a estabilizar al sistema. También cuenta con un sistema de amortiguamiento realizado con unas ligas

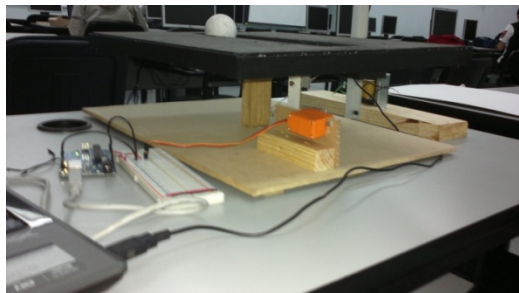


Figura 3. Base del sistema Bola-Viga.

Después se coloca la cámara a una distancia de 50cm respecto sobre la base, para que detecte el rango correcto donde se deslizara la bola (60cm).

Una vez teniendo la base y estructura física del sistema, se continúa a realizar la comunicación a través de la tarjeta Arduino y Matlab. En Matlab en donde se controla al sistema. Pues es aquí donde damos la ubicación que queremos de la bola sobre la viga.



Figura 4. Ubicación de la cámara en el sistema Bola-Viga

La cámara lo que hace es darnos su posición actual, y si la bola no esta en la posición indicada, se activa el servomotor balanceando la viga, para que la bola llegue a la posición indicada.

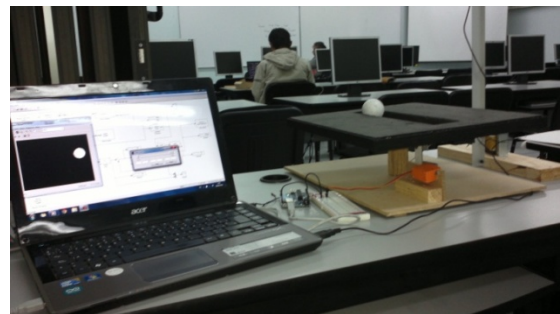


Figura 5. Control del sistema Bola-Viga a través de una cámara.

En la figura 5 podemos apreciar que en la pantalla de la computadora, se ve la posición de la bola captada con la cámara y un cuadro de dialogo que nos indica si la bola ha llegado a la posición indicada.

Por último se muestra el desarrollo del control, elaborado en bloques por medio de Simulink.

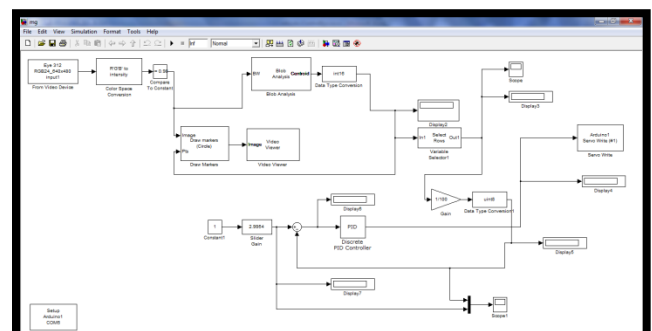


Figura 6. Programa de control realizado en Simulink

5. CONCLUSIÓN

Con el desarrollo de este proyecto logramos integrar el procesamiento de imágenes en sistemas de control discretos, así como la comunicación de actuadores con una interfaz PC-Arduino, en un entorno de programación amigable por medio del modulo de Simulink de Matlab ya que es un software óptimo para procesar imágenes digitalizadas, sistemas de control discreto y comunicación con Arduino.

REFERENCIAS

- Fabio Gomez-Estern Aguilar, Tesis Doctoral, Control de sistemas no lineales basado en la estructura hamiltoniana, Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla, Sevilla, España, 2002.
- Luis Basáñez Villaluenga, Pere Caminal Magrans, *Control digital. Problemas* Univ. Politèc. de Catalunya, 2
- Cuevas Eric, Zaldívar Daniel, Pérez Marco, *Procesamiento Digital De Imágenes Con Matlab Y Simulink* Alfa omega, 2010