1. INTRODUCCIÓN

En nuestros días la robótica es un área de la ingeniería que ha tomado gran importancia en todo tipo de campos. Algunos ejemplos los encontramos en la industria, donde gran cantidad de procesos son totalmente automatizados; desde robots hechos únicamente como juguetes, hasta exploradores de otros planetas. Involucrado en la creación de estas máquinas autónomas e inteligentes existe, además del aspecto mecánico, una creciente teoría de control.

Apoyándose en el texto de Ogata [1], se da una breve reseña de la historia del control. El control es un campo del conocimiento de gran utilidad en la ingeniería y la ciencia. Ha sido piedra angular en el desarrollo de la tecnología, ya que posibilita obtener un óptimo desempeño de sistemas autónomos. Por ejemplo, le velocidad o precisión que podría alcanzar un ser humano con respecto a la de una maquina. El control ha evolucionado desde

básicos sistemas mecánicos, hasta modernos controladores digitales. En un principio, los sistemas de control se reducían prácticamente a reacciones; éstas eran provocadas mediante contrapesos, poleas, fluidos, etc. A principios del siglo pasado, se comenzó el trabajo con modelos matemáticos más estrictos para realizar el control automático. Se inició por ecuaciones diferenciales; a mediados de siglo, surgió el análisis de la respuesta en frecuencia y lugar geométrico de las raíces. Con el surgimiento de sistemas digitales que posibilitan el análisis en el dominio del tiempo, los sistemas de control moderno se basaron en éste y las variables de estado. Surgió en el último cuarto del siglo XX el control difuso, basado en la lógica difusa y toma de decisiones. Es éste último el que es desarrollado en este proyecto; presenta gran interés, ya que es una de las alternativas modernas de control que está cobrando gran importancia en nuestros días. Como se mencionó, el control difuso posee técnicamente la capacidad de tomar decisiones imitando el comportamiento humano y no basándose en estrictos modelos matemáticos. Se explica con mayor detalle el concepto y bases de este control en la sección 4.1. Procedemos a continuación a explicar el juego de carambola.

La carambola es una de las variantes del juego de billar, considerada por expertos y aficionados, como un arte. Consiste en golpear una de las tres bolas ubicadas sobre la mesa con un “taco”, para proyectarla contra las otras dos, siguiendo determinadas reglas. Existen gran cantidad de textos en el mercado, que tienen como objetivo el enseñar el juego de carambola. Muchos de estos libros tratan técnicas cuantitativas, como el método de diamantes u otros métodos trigonométricos, etc. Sin embargo en la práctica real de este pasatiempo pocos son los jugadores que siguen un método numérico; por el contrario, basan su juego en el conocimiento empírico. Esto es, mediante el razonamiento, imaginan

trayectorias y efectos de la bola que son ensayados en repetidas ocasiones, estando muy lejos de pensar en ángulos de determinado grado o en giros de cierta velocidad angular. Es un deporte fascinante, el cual requiere habilidad, conocimiento y experiencia. Por ello al intentar crear un mecanismo que realice algunos tiros de este deporte, el control difuso es quizá la mejor alternativa.

El presente capítulo realiza la descripción general de lo que será el diseño de un mecanismo capaz de golpear una bola de billar para intentar hacer una carambola. En capítulos posteriores se explicará a detalle cada uno de las partes integrantes del dispositivo, sus componentes, función y desarrollo, en el siguiente orden: parte neumática, de motores a pasos, del controlador difuso, del microcontrolador y la integración del proyecto. Finalmente se presentan los resultados del proyecto, así como los problemas que se presentaron y como fueron solucionados, agregando las opciones que se dan para su mejora y la posterior complementación del mismo.

1.1 Descripción

Se desarrollará un dispositivo que tendrá la posibilidad de realizar diferentes tiros para tratar de llevar a cabo una carambola; es decir, éstos pueden ser fuertes, suaves, cortos o largos, tratando de dar el mayor número de efectos posibles a la bola, que se permitan al controlar la posición en el eje vertical del tiro y la fuerza del mismo. Para la realización de este dispositivo se incluye, principalmente una parte electrónica y una parte neumática.

En lo relativo al actuador se usará un pistón neumático para llevar a cabo el golpe. Éste se accionará mediante una válvula que dejará pasar aire a presión cuando se aplique una señal

eléctrica en su bobina (electroválvula). La cantidad de presión de aire utilizada para mover el pistón dará diferentes intensidades de golpeo del taco sobre la bola. El control de la posición vertical, explicada más a fondo a continuación, se llevará a cabo mediante la variación de la altura a la cual el pistón dará el mencionado golpe.

El mecanismo en general, será controlado por medio de dos potenciómetros, los cuales manejará el usuario para indicarle el tipo de tiro que deberá hacer. Es importante mencionar, que la elección del tiro no la hace de ninguna manera el usuario directamente; en vez de ello, los potenciómetros tienen etiquetas lingüísticas, tales como “muy lejos” o “regresa mucho”, características del tipo de control a implementar en el dispositivo, nos referimos al control difuso. Como se mencionó este controlador imita la toma de decisiones humana y no actúa mediante ordenes directas.

Para la posición horizontal el usuario colocará el pistón en el punto donde desee golpee la bola, ya que en este proyecto no se llevará a cabo el mecanismo que realice el movimiento sobre el eje X. (Figura 1.1-1)

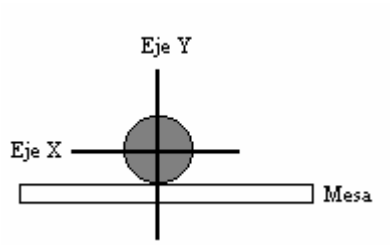

Figura 1.1-1
Posición sobre la bola

El movimiento en el eje Y, se realiza con un elevador que sube y baja únicamente la punta del taco, mediante un motor paso a paso y una polea simple. La parte trasera del taco,

tendrá una elevación fija del nivel de la mesa (figura 1.1-2). El concepto de taco, se refiere a la simulación de éste, mediante el vástago del pistón, al que se colocó la “botana” (punta) de un taco de billar.

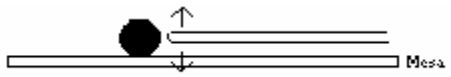

Figura 1.1-2
Movimiento vertical del taco

El funcionamiento de este mecanismo es el siguiente:

El dispositivo se coloca sobre la mesa para realizar el tiro teniendo la bola de frente, por lo cual no es posible realizar tiros muy pegados a la banda o teniendo el taco con demasiado ángulo vertical. El usuario lo coloca en la mejor posición posible sobre el eje X. Posteriormente mediante los controles se indicará la apreciación del usuario sobre la posición de las bolas en la mesa, para que mediante la acción del control difuso, el mecanismo “decida” la mejor posición e intensidad con que golpear la bola, para intentar hacer la carambola. Entendiendo por intensidad a la fuerza con la cual el taco golpeará sobre la bola, pudiendo ir desde un toque, hasta un golpe fuerte que permitiera un largo recorrido de la bola (figura 1.1-3).

Figura 1.1-3
Golpe del taco sobre la bola

Entre algunos de los elementos más significativos del mecanismo, podemos citar:

- Interfase del usuario (tablero de control)

- Controlador de accionamiento del pistón
- Controlador de la posición vertical
- Controlador de la fuerza del pistón
- Controlador difuso

1.2 Justificación

Existen diversos motivos que nos llevaron a la elección de este proyecto, así como bases que justifican la elección de éste como el motivo de la presente tesis. Entre las motivaciones, podemos citar el interés que tenemos hacía las áreas de control, microcontroladores y robótica, además de que somos aficionados al juego de billar. Además, hasta el momento no tenemos conocimiento de que exista un mecanismo que realice este tipo de implementaciones, por lo que es una buena oportunidad de realizar un dispositivo que lleve a cabo la práctica de este deporte.

Lo anterior nos lleva a darle los enfoques que se mencionan a continuación. Podría ser un dispositivo de asistencia para personas con discapacidad en sus miembros superiores; para que de esta forma puedan al menos indirectamente realizar tiros de billar. El otro enfoque es, que puede ser tomado como una forma de aprender este juego, ya que el usuario dando las posiciones en las que se encuentran las bolas y observando la forma en la que el sistema responde puede empezar a aprender que tipo de tiros realizar para concretar una carambola. Esto es posible, ya que el sistema se basa en un conocimiento experto; es decir podría ser un mecanismo que fuera un tutorial cibernético del juego de carambola.

Dadas las explicaciones anteriores, se define el proyecto y se espera haber realizado, al término del presente, un trabajo digno. Y deseando obviamente, que en un futuro pueda llegar a tener las aplicaciones para las cuales al menos alguna vez fue imaginado. Para lo cual requiere, por supuesto, de un proceso de mejora y desarrollo del cual esperemos ser participes al menos con la idea.

1.3 Limitaciones del proyecto

- El taco realizará sólo tiros sencillos, en ningún momento realizará tiros con mucho ángulo o que requieran de mucha fuerza.
- No realizará tiros muy pegados a la banda, ya que para colocarlo cerca de la misma a diferentes ángulos es necesario desarrollar otro mecanismo, que no es parte de este proyecto.
- El dispositivo no se desplazará por si sólo, ya que no cuenta con un medio que lo posicione sobre el área de la mesa y tendrá que ser colocado enfrente de la bola por una persona.
- El tiro automático es únicamente sobre el eje vertical con respecto a la mesa y la fuerza del golpe. Las demás variables del golpe de carambola dependen, por el momento, del jugador.

1.4 Alcances del proyecto

Existen varias mejoras que se proponen para hacer que este proyecto sea más robusto, algunas mencionadas ya, otras se detallarán más adelante, pero podemos resumirlas en las siguientes:

- Darle la libertad de movimiento en la mesa de carambola

- Aumentar las opciones o grados de libertad para la realización del tiro en todas las posibles formas
- Colocar una o varias cámaras para el procesamiento de la imagen que realice un reconocimiento de la mesa y le diga al dispositivo la posición de las bolas para realizar el tiro completamente en forma automática
- Concederle una base de conocimientos realmente experta y ampliarla a las demás posibilidades de tiro (ejemplo: movimiento horizontal) que faltan ser agregadas
- Mejoras mecánicas substanciales