

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Simulador de Viaje en Motocicleta
Proyecto de Titulación

Esteban Alexander Albán Bajaña

Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Eléctrico y Electrónico

Quito, 21 de diciembre de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Simulador de Viaje en Motocicleta

Esteban Alexander Albán Bajaña

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Diego Benítez, Ph.D.

Firma del profesor

Quito, 21 de diciembre de 2016

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombres y apellidos: Esteban Alexander Albán Bajaña

Código: 00107772

Cédula de Identidad: 1718291154

Lugar y fecha: Quito, 21 de diciembre de 2016

RESUMEN

En el Ecuador los accidentes en motocicletas tienen un muy alto porcentaje dentro de todos los accidentes tránsito, ubicándose en el segundo lugar. Es por este motivo que se decidió crear este proyecto “Simulador de Viaje en Motocicleta”, herramienta que pretende ayudar a través de su aplicación a concienciar a las personas sobre el riesgo de la conducción irresponsable y generar un medio de aprendizaje más didáctico sobre este medio de transporte. El simulador está compuesto por la parte de control que está diseñada en LabView y la parte de ejecución que está diseñada para que funcione con actuadores de tipo neumáticos; por otra parte, el prototipo implementado funciona con un servomotor, los cuales ayudan a simular todos los eventos. Consta con dos modos de uso, el modo automático y el modo manual. Para el modo automático se utiliza un video grabado de un viaje en motocicleta que permite al simulador imitar todos los eventos que suceden en el mismo, en cambio, para el modo manual se utiliza un control de video juego con el cual se puede generar varios eventos según se desee.

Palabras clave: Simulador, LabVIEW, Motocicleta, Neumática, Accidentes de tránsito.

ABSTRACT

In Ecuador motorcycles accidents have a very high percentage in all traffic accidents, placing them in the second place. It is for this reason that it was decided to create this project "Motorcycle Trip Simulator", a tool that aims to help through its application to raise the awareness about the risk of irresponsible driving and to generate a more didactic learning environment within this way of transportation. The simulator is composed by the control part that is designed in LabView and the execution part that is designed to work with pneumatic type actuators; on the other hand, the prototype implemented works with a servomotor, which helps to simulate all events. It consists of two modes of use, the automatic mode and the manual mode. For the automatic mode a recorded video of a motorcycle trip is used so the simulator can imitate all the events that happen in the same, instead, for the manual mode a video game control is used to generate several events as desired.

Keywords: Simulator, LabVIEW, Motorcycle, Pneumatics, Traffic Accidents.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	9
2. Desarrollo del Tema	12
2.1. Módulo de Control.....	12
2.1.1. Modo Automático.....	13
2.1.2. Modo Manual	16
2.2. Módulo de Actuación.....	17
3. Resultados	18
4. Conclusiones.....	21
5. Referencias.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número de Frame y Evento correspondiente.....	14
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Diagrama de bloques para elegir entre varios modos.....	13
Figura 2: Contador de frames en LabView.	14
Figura 3:Contador de frames conectado con Arduino parte 1.	15
Figura 4: Contador de frames conectado con Arduino parte 2.	16
Figura 5: Programa en LabVIEW modo manual.	17
Figura 6: Diseño del circuito neumático.	18
Figura 7: Prototipo viaje en ruta en una recta.	19
Figura 8: Prototipo del simulador viaje en ruta curva hacia la izquierda.....	19
Figura 9: Prototipo del simulador viaje en ruta curva hacia la derecha.	20

1. INTRODUCCIÓN

Un simulador es un dispositivo que se utiliza para el adiestramiento de una actividad, recreando circunstancias reales. En un simulador lo que se busca es recrear un escenario tal y como se lo puede palpar en la realidad, tomando en cuenta todas las variables del medio. Un simulador está compuesto tanto por mecanismos electrónicos y mecánicos, los cuales permiten reproducir las sensaciones de una determinada actividad como pueden ser velocidad, aceleración, dirección del viento, entre otras. Los primeros simuladores fueron utilizados para el entrenamiento de pilotos, siendo el simulador de vuelo desarrollado por Edgard Link en la década de los años veinte uno de los primeros (Molina Martínez, y otros, 2012).

Con el pasar de los años se han ido creando nuevos simuladores dependiendo las áreas en los que van a ser utilizados. Hoy en día existen varios tipos de simuladores alrededor del mundo, entre ellos podemos encontrar los simuladores de conducción, simuladores de vuelo, simuladores médicos, simuladores de negocios y simuladores políticos. Los simuladores ponen a prueba al individuo tanto en la parte práctica como en la parte teórica, además son muy útiles cuando la actividad a recrear tiene cierto riesgo, (Bengoechea, Sánchez, & Gil, 2006), como por ejemplo los simuladores de vuelo.

Para este proyecto nos centraremos en los simuladores de conducción. Especialmente en los de motocicletas. Los simuladores de conducción han sido una herramienta muy importante a la hora de enfrentar la investigación sobre el comportamiento de los conductores y las seguridades que brindan ciertos vehículos hacia los conductores (Coma, Rueda, Sánchez, & Fernández, 2002). En los simuladores de conducción se debe tener en cuenta cual va a ser el objetivo final de este simulador, es decir, si va a ser utilizado para enseñar a conductores novatos o va a ser utilizado para la investigación, ya que según cual sea el objetivo se van a recrear los escenarios necesarios para determinar las variantes a utilizar (Coma, Rueda,

Sánchez, & Fernández, 2002). En ciertos casos, los simuladores de vehículos o motocicletas pueden ser herramientas muy útiles a la hora de impedir o reducir accidentes de tránsito.

Los accidentes de tránsito en motocicletas, en el Ecuador por ejemplo, ocupan el segundo lugar con un porcentaje de 20 % solo en el mes de Octubre de 2016, encontrándose detrás de los accidentes de tránsito con vehículos que componen el 36 % de los accidentes (Agencia Nacional De Transito, 2016). La seguridad vial consta de varios factores como es la infraestructura, los conductores y los vehículos, los cuales influyen de manera diferente cuando ocurre un accidente de tránsito. Entre las causas de los accidentes de tránsito están los factores humanos como son: el estado físico y el estado de ánimo del conductor (Romero Navarrete, Martínez Urquiza, Valencia Hernández, & Martínez Madrid, 2004). La capacitación y concientización de los conductores ha sido un pilar fundamental en la búsqueda de la disminución de los índices de accidentes de tránsito (Romero Navarrete, Martínez Urquiza, Valencia Hernández, & Martínez Madrid, 2004).

Para la elaboración del simulador de motocicleta realizado en este proyecto, se utilizaron varios paquetes computacionales o programas. El programa principal fue desarrollado en LabVIEW (National Instruments LabView), elaborado por National Instruments. Esta institución representa una de las empresas líder en Diseño de Sistemas Gráficos (Graphical System Design). Esto constituye un concepto que ha revolucionado la resolución de aplicaciones de control, medición y pruebas por parte de ingenieros y científicos. Graphical System Design facilita la innovación y aumenta la productividad mediante la integración de software y hardware modular basado en tecnología comercial, mejorando la competitividad y reduciendo costos. De esta manera, promueve una plataforma unificada partiendo del diseño hasta llegar a la implementación (Instruments, s.f.).

Uno de los paquetes de Software desarrollados por National Instruments es el programa NI LabVIEW (National Instruments LabView). Este programa de desarrollo fue diseñado de manera específica para incrementar la productividad de científicos e ingenieros. LabVIEW permite reducir tiempos de pruebas, a la vez que ofrece un análisis basado en la recolección de datos. Esto se logra gracias a su sintaxis de programación grafica que permite crear, visualizar y codificar sistemas de ingeniería de manera más fácil (Instruments, s.f.).

2. DESARROLLO DEL TEMA

En este trabajo se desarrolla un simulador de conducción de motocicleta, el cual consta de dos áreas electrónicas: el área de control y el área de ejecución. En el área de control se encuentra el software desarrollado en Labview y una unidad de control, la misma que puede ser un controlador lógico programable o PLC por sus siglas en inglés (Programmable Logic Controller), que también en algunos casos puede ser reemplazado por un microcontrolador por ejemplo un Arduino. Para el área de ejecución se utilizará actuadores de tipo neumáticos con la ayuda de cilindros y electroválvulas para poder mover la motocicleta en las direcciones requeridas.

2.1. Módulo de Control

Labview fue utilizado en este proyecto para realizar la parte del control del simulador de motocicleta. Este simulador tiene dos modos: un modo automático y un modo manual. En el modo automático se proyecta un video de una ruta de carretera grabado con anterioridad en el que se realizan algunos eventos como giros izquierda y derecha, subidas y bajadas, los mismos que serán implementados en el simulador. Por el contrario, en el modo manual, se utilizó un control de PlayStation 4, con el que se puede mover mover la motocicleta en las 4 direcciones (adelante, atrás, izquierda, derecha) según se desee.

Breve descripción del Programa en LabVIEW

Para poder elegir entre los dos modos que tiene el simulador se utiliza un *Case Structure* y un *Menu Ring*. Según la opción que se elija en el menú, este va a enviar un número al *Case Structure*. Con el número que se recibió se identifica de qué caso se trata y se envía el comando del flujo del programa hacia el caso en mención como se indica en la Figura 1. Una

vez en el caso, se ejecuta todo que este programado dentro de este caso hasta que se elija otro modo.

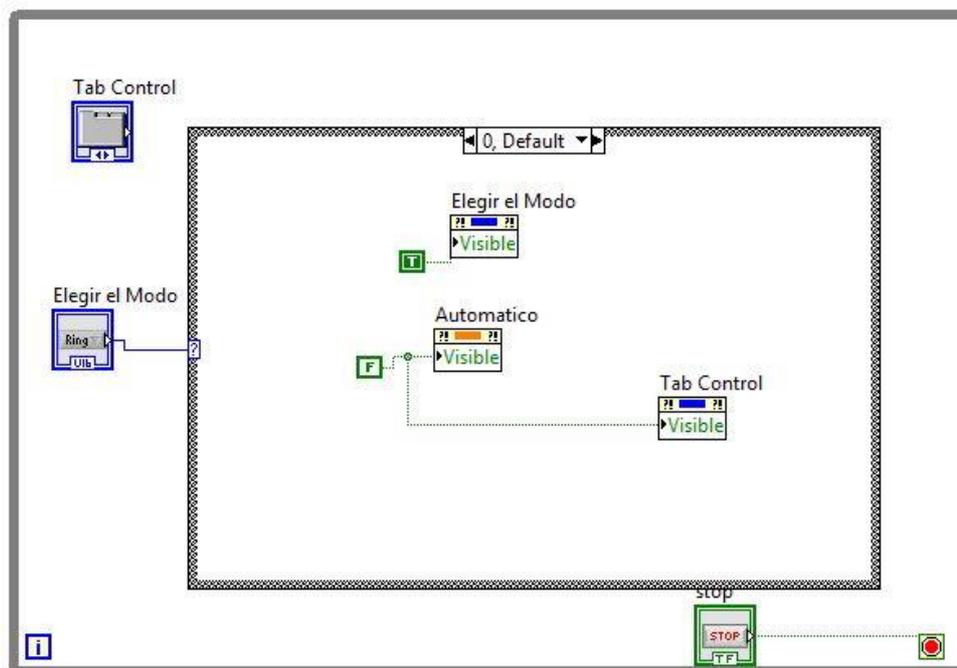


Figura 1: Diagrama de bloques para elegir entre varios modos.

2.1.1. Modo Automático

Se comenzó realizando un contador de frames de video el cual se puede observar en la Figura 2, el mismo que sirve para obtener el máximo número de frames para el cual se reproducirá el video frame por frame y así poder registrar las acciones o movimientos que suceden en él. El video debe estar en formato *.avi* (Audio Video Interleave) ya que con la ayuda de la librería de avi en LabView se puede obtener toda la información del video, por ejemplo, el número total de frames del mismo. Con este número total de frames y un *Lazo For*, el cual permite realizar un determinado número de iteraciones hasta llegar a un número tope que se le asigna, y se procede a correr el video.

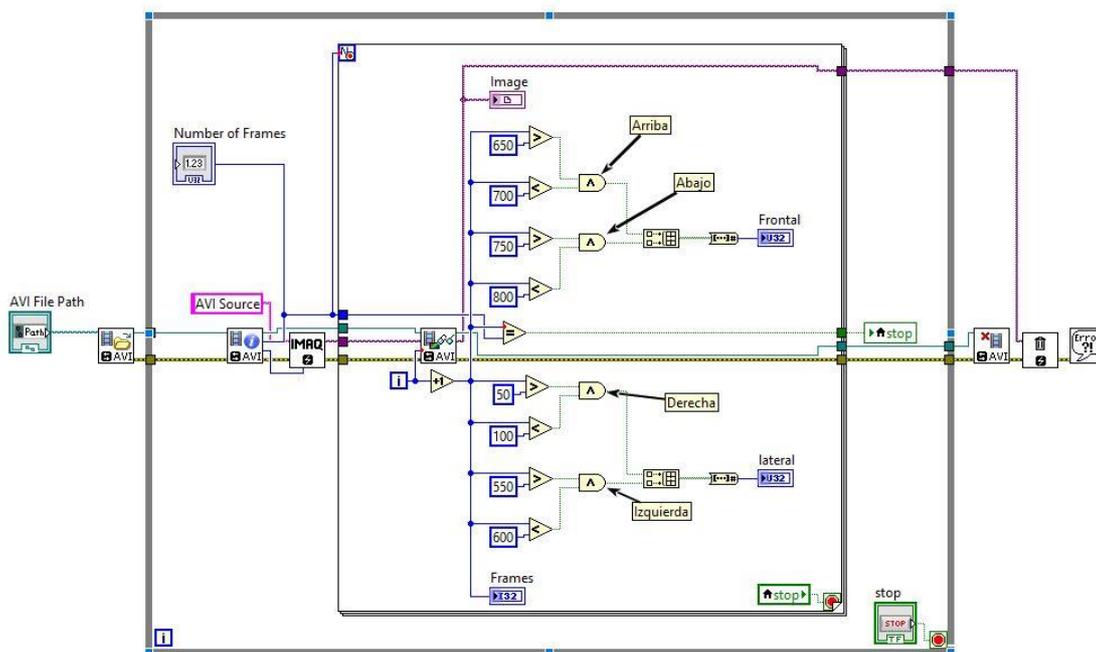


Figura 2: Contador de frames en LabView.

Los videos fueron filmados en una motocicleta en carretera con la ayuda de una cámara GoPro Hero 4. Estos fueron analizados en el contador y se obtuvieron datos como el número de frame en el que inicia un determinado evento y el número en el cual termina. Dichos datos se muestran en la Tabla 1. Por ejemplo: en qué número de frame se realizó una curva y en cual terminó la misma.

Tabla 1: Número de Frame y Evento correspondiente

Numero de Frame	Evento
155	Comienza curva a la derecha
920	Termina curva a la derecha
1100	Comienza curva a la izquierda
1390	Termina curva a la izquierda
1680	Comienza curva a la derecha
2700	Termina curva a la derecha

Una vez que el contador funciona correctamente, se programa el microcontrolador Arduino UNO con la ayuda de la librería de Arduino en LabView para que mediante éste se activen o desactiven las electroválvulas, en este caso los servomotores, de acuerdo a la secuencia de movimiento previamente identificada en el video en base al número de frames.

De esta forma, cuando se debe virar a la izquierda se activa el pin correspondiente a esta acción programado en el Arduino y éste a su vez activa la electroválvula respectiva. Para esta simulación, se envía mediante el pin el número de grados a los que se debe mover el servomotor.

En la librería de Arduino LabView existen bloques (subrutinas) necesarios para controlar los servomotores. El bloque “*Init*” reconoce en qué puerto de la computadora está conectado el Arduino. El bloque “*Set Number of Servo*” permite conectar uno o varios servomotores según se le determine. En el bloque “*Configure Servo*” se asigna un número a cada uno de los servomotores y también el pin al cual el Arduino está conectado. Estos bloques se observan en la Figura 3.

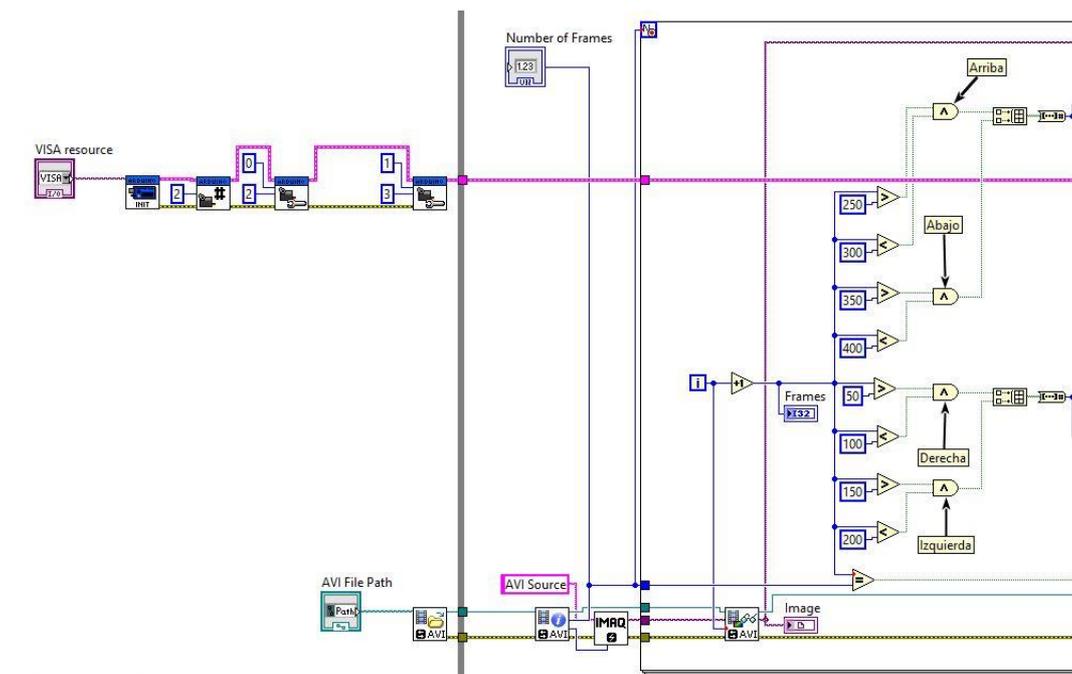


Figura 3: Contador de frames conectado con Arduino parte 1.

Con la ayuda del bloque “*Servo Write Angle*” se escribe el ángulo (en radianes) al que se quiere hacer girar al servomotor. El bloque “*Servo Read Angle*” lee el ángulo en el que se encuentra el servomotor como un método de comprobación. Finalmente, con el bloque “*Close*” se cierra la comunicación entre el LabView y el Arduino. Estos bloques se observan la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

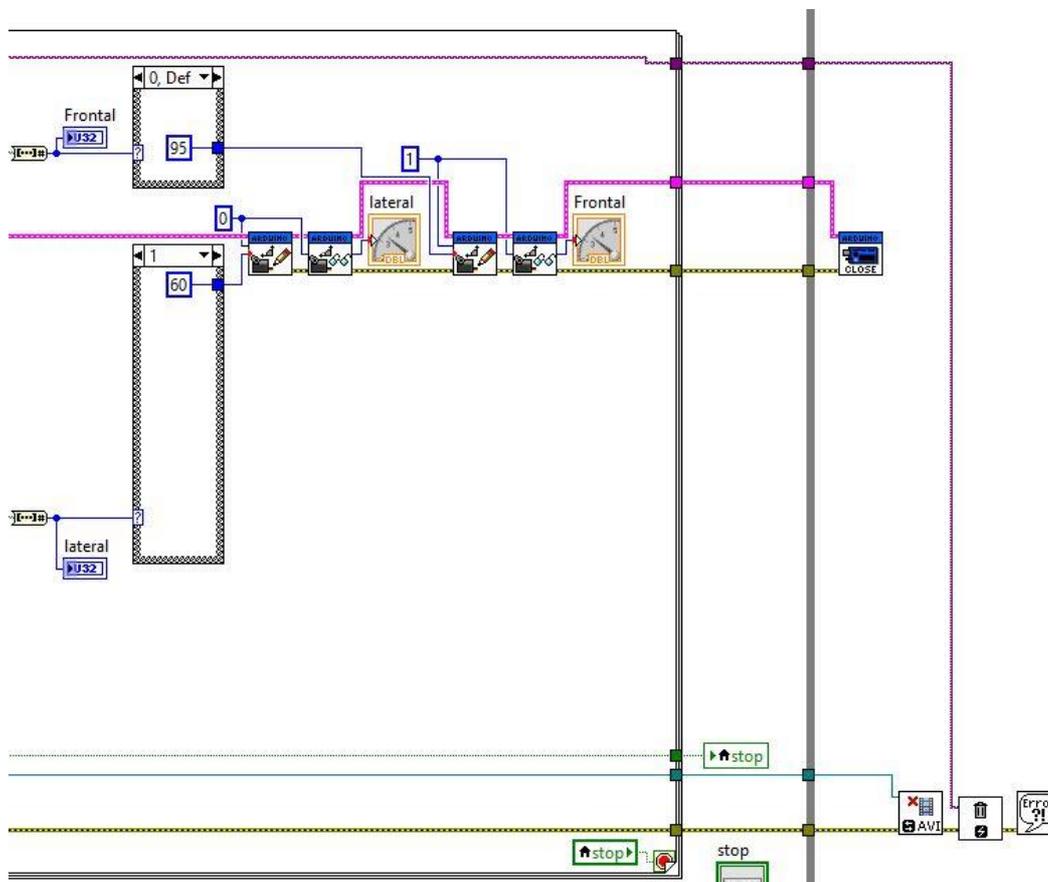


Figura 4: Contador de frames conectado con Arduino parte 2.

2.1.2. Modo Manual

Como se mencionó anteriormente, en el modo manual se utilizó un control de PlayStation 4, LabView dispone de una librería para su uso. El control fue conectado a la computadora mediante Bluetooth y una vez emparejado se procede a que LabView lo reconozca mediante los iconos de programación que se encuentran dentro de la librería PS4 de LabView, que se le puede encontrar en “VI Package Manager” de LabView. Una vez conectado a LabView, se procede a identificar los eventos que se realizan en el control, es decir, si se presiona un botón se conoce cual se presionó en el LabView. Con la información obtenida acerca del botón que fue presionado, se envían los datos y acciones de control correspondiente mediante el programa de LabVIEW al Arduino y este a su vez hacia los servomotores o las

electroválvulas, según sea el caso, y estos realizan los eventos que se le enviaron. Se puede observar en la Figura 5

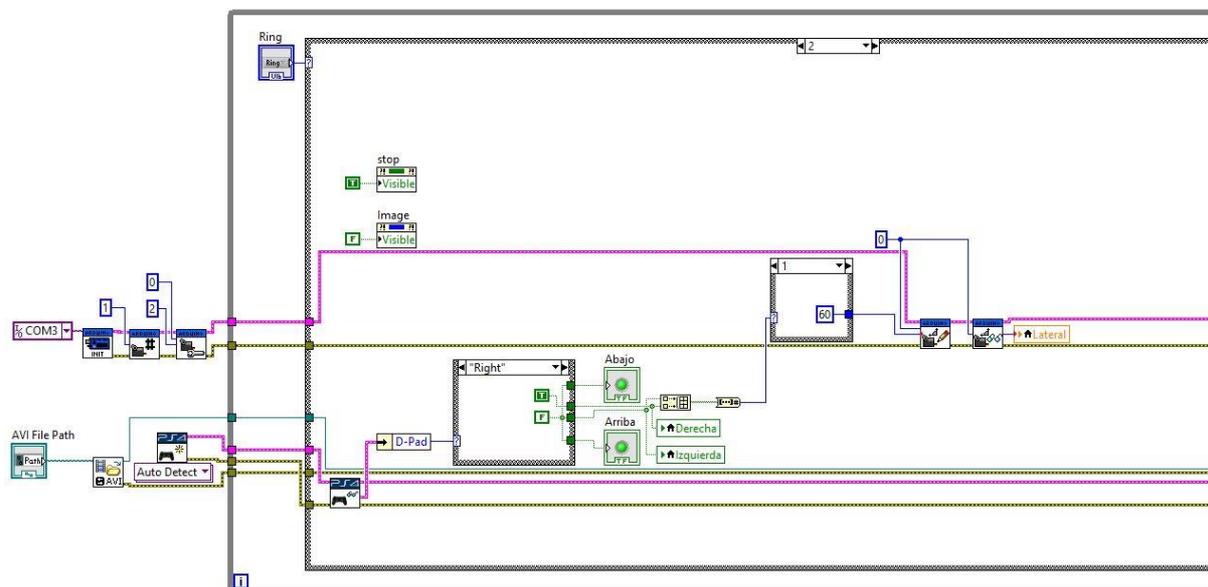


Figura 5: Programa en LabVIEW modo manual.

2.2. Módulo de Actuación

Para realizar el área de ejecución se utilizó el programa de *FluidSIM Pneumatics* desarrollado por *Festo*. En este software se diseñó y se simuló todo el circuito neumático que después será implementado en el simulador de motocicleta como se observa en la Figura 6. El circuito consta de:

- Cuatro cilindros de doble acción.
- Cuatro electroválvulas 5/2.
- Manguera.
- Un compresor de aire.
- Reguladores de Flujo.
- Nanómetro.

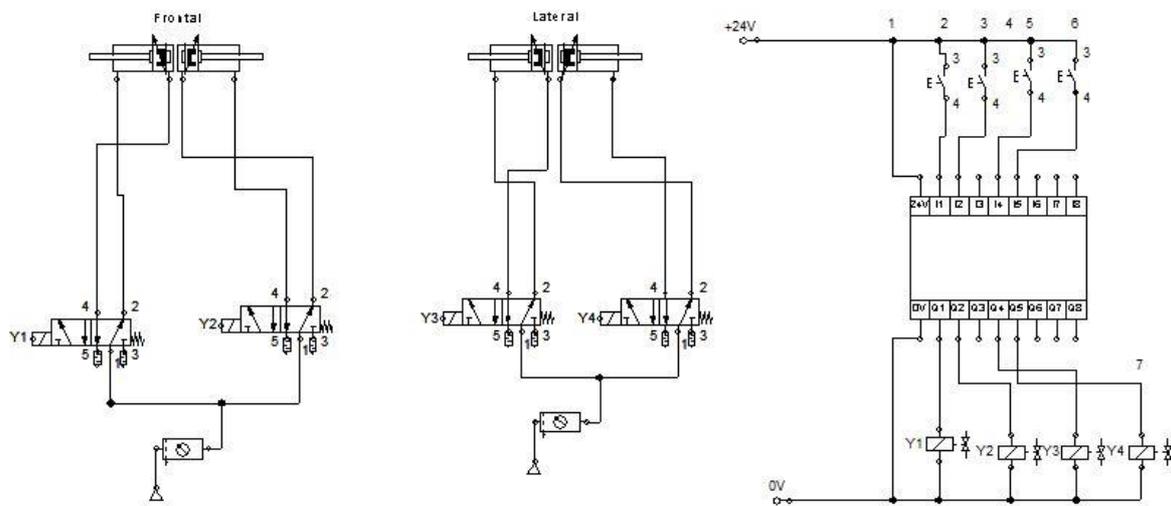


Figura 6: Diseño del circuito neumático.

Se utilizan dos cilindros en cada eje, es decir, dos cilindros en la parte frontal para el movimiento vertical y dos cilindros en la parte lateral de manera que se puedan tener movimientos horizontales tres en posiciones: medio, arriba y abajo. Con esto se puede, en el caso del eje lateral, mover hacia la derecha, hacia la izquierda o quedarse en el medio. Así mismo, para el eje vertical en la parte frontal puede moverse hacia arriba, hacia abajo o volver al medio.

3. RESULTADOS

En el prototipo se realizaron varias pruebas para ver si primero hacia donde estaba inclinándose la motocicleta en verdad era la dirección correcta y segundo para ver si los tiempos coincidían exactamente y si no existía algún delay de la unidad de control hacia el servomotor. Después de varias pruebas se ajustó exactamente los tiempos y la dirección de giro, ya que al principio se tomó en cuenta viendo la motocicleta desde la parte frontal, lo cual estaba erróneo porque se tenía que ver desde la parte trasera para hacer que los movimientos coincidan con los del video.



Figura 7: Prototipo viaje en ruta en una recta.

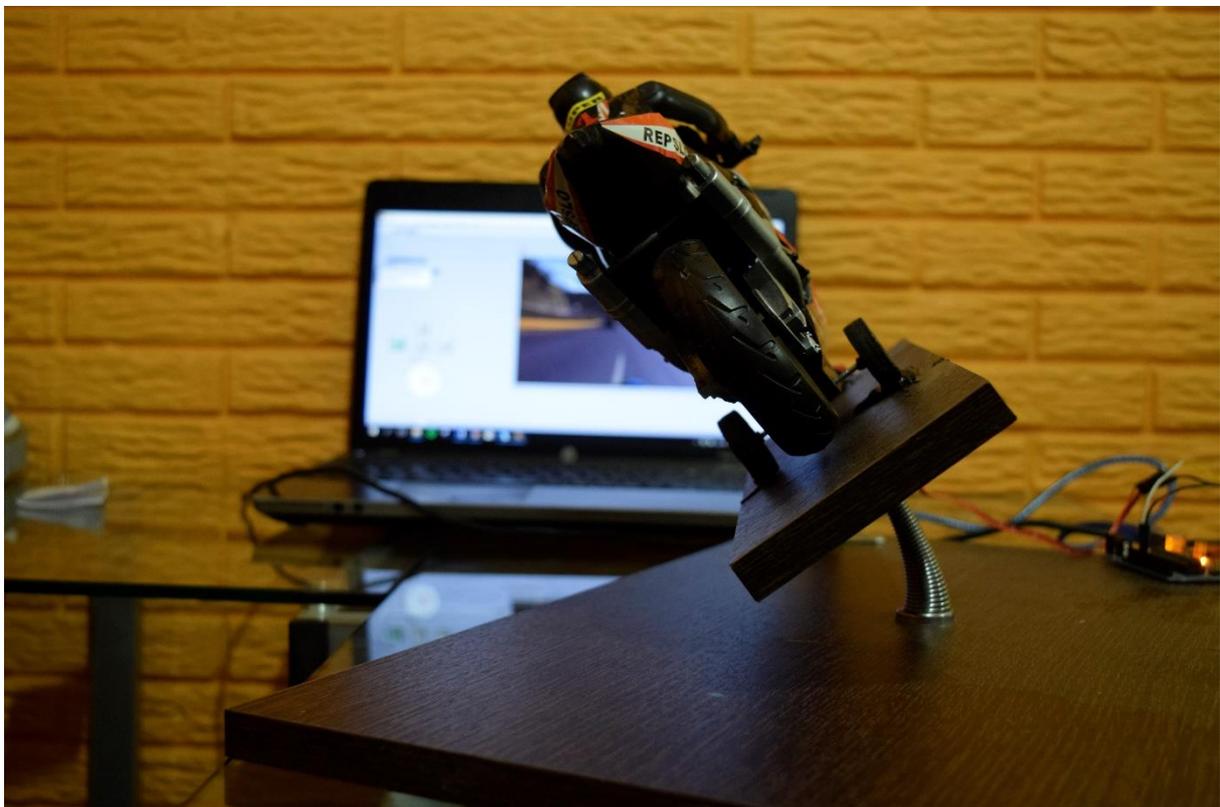


Figura 8: Prototipo del simulador viaje en ruta curva hacia la izquierda.

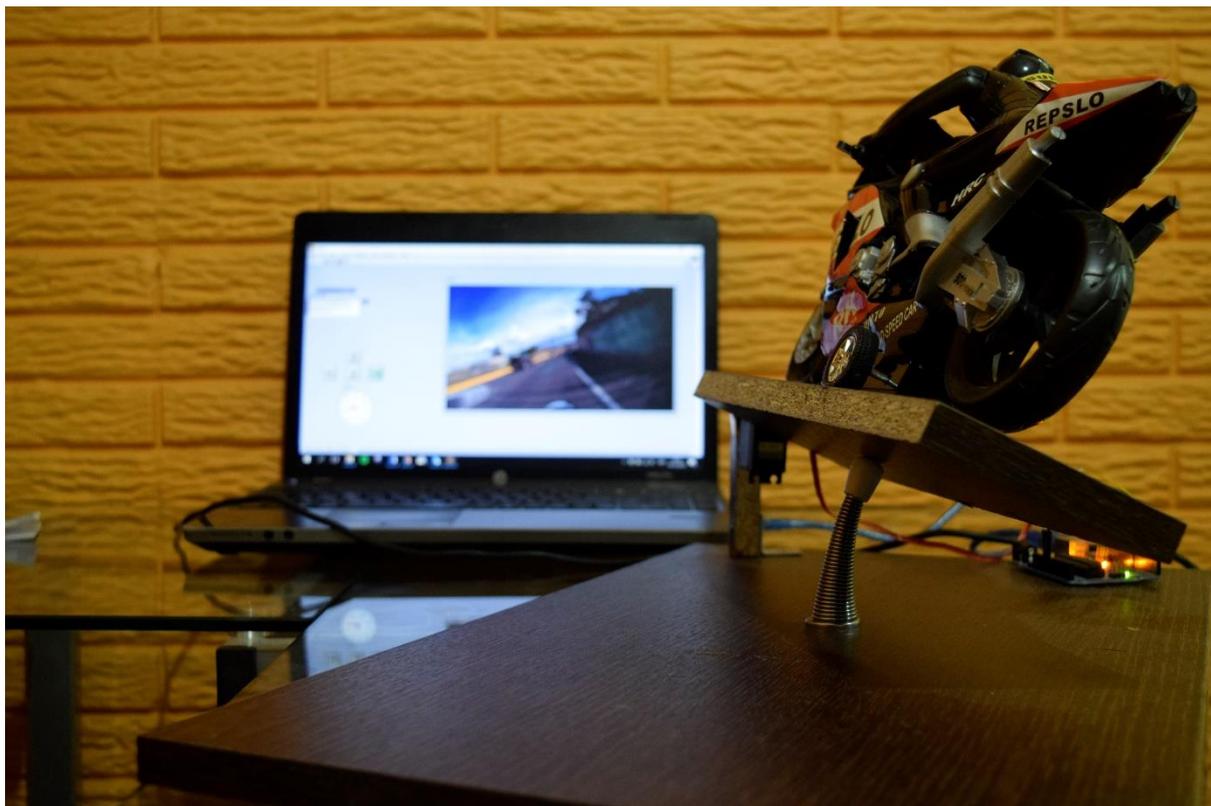


Figura 9: Prototipo del simulador viaje en ruta curva hacia la derecha.

Como se puede observar en la Figura 7 el prototipo está simulando el viaje en una recta y es por eso que la base de la motocicleta se encuentra recta. En cambio, en la Figura 8 se puede observar que la motocicleta está inclinada hacia la izquierda simulando una curva hacia este sentido. Por otro lado, en la Figura 9 se está simulando una curva hacia la derecha es por eso que la motocicleta se encuentra inclinada hacia esta dirección. Con estos resultados obtenidos después de varias pruebas se puede decir que finalmente el prototipo del simulador está funcionando de la manera adecuada, y por ende el simulador también funcionará de la misma manera.

4. CONCLUSIONES

Con el simulador se pretende concienciar a los conductores de motocicletas sobre los riesgos que implica: el conducir este medio de transporte a altas velocidades y el realizar movimientos bruscos, especialmente cuando se transportan más de una persona en la motocicleta. Por lo tanto, lo que se espera, es disminuir el índice de accidentes, ya que en el Ecuador, como se citó anteriormente, los accidentes de tránsito de motocicletas se encuentran en segundo lugar después de los accidentes de tránsito en automóviles. (Agencia Nacional De Transito, 2016).

El simulador también constituirá una herramienta de ayuda para aquellos que empiezan en la conducción ya que su aprendizaje será más cómodo y fácil, y podrán ejercitarse en situaciones como: subirse a la motocicleta, controlar mejor la velocidad y como realizar maniobras en curvas. De esta manera, el aprendizaje a partir de la simulación evita eventos de riesgo que pueden ocurrir al realizar las prácticas directamente en la motocicleta. Después de una preparación previa en base a una simulación, resultará más fácil y seguro realizar una práctica en vivo.

Por otro lado, el simulador podría ser usado también de una forma más recreativa como un juego, algo similar a un toro mecánico. Las personas manejarían la motocicleta sorteando algunos obstáculos hasta que el tiempo establecido se termine.

De esta manera el simulador tendría dos opciones de uso: el uso automático en el que se ejemplificará lo que se realiza en un viaje en una motocicleta y el uso manual que permitirá utilizar al simulador como un juego mecánico para eventos de promoción.

Ya en la parte ejecutoria, a la hora de realizar el circuito neumático se tuvo varias dificultades ya que en el Ecuador no se pueden conseguir todas las válvulas que se necesitan,

por lo que se tuvo que adaptar el proyecto a las válvulas que se encuentran en el mercado ecuatoriano. Otra dificultad que se encontró fue relacionada con los cilindros. Los cilindros neumáticos solo tienen dos posiciones: aquellos con el vástago completamente contraído o aquellos con el vástago completamente expuesto. Debido a que se necesitaban tres posiciones para realizar los movimientos necesarios del simulador se procedió a unir dos cilindros para así poder tener tres movimientos.

La implementación del simulador en tamaño real no se pudo realizar debido a los costos que esto implica. La institución que lo requería no contó con el financiamiento necesario para invertir en su elaboración, por esta razón se decidió realizar un prototipo a escala para ejemplificar lo que sería el simulador una vez que estuviera implementado. Sin embargo, el prototipo no muestra exactamente lo que el simulador sería capaz de realizar debido a varias razones. Una razón es que la parte mecánica del prototipo no es igual a la parte mecánica de la motocicleta que se tiene que utilizar en el simulador. Además, con la parte neumática se obtiene una simulación más cercana a la realidad a comparación de lo que se puede hacer con el servomotor que se utilizó en el prototipo. De todas maneras, el diseño del prototipo, tanto en su módulo de control como en su módulo de actuación neumática se encuentra realizado, lo que facilitara realizar la implementación a escala real en un futuro.

5. REFERENCIAS

- Agencia Nacional De Transito. (12 de Octubre de 2016). *Siniestros Octubre 2016*. Recuperado el 9 de Diciembre de 2016, de Agencia Nacional De Tránsito: <http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/3813-siniestros-octubre-2016>
- Bengoechea, E., Sánchez, E., & Gil, J. (2006). *Palanca Háptica Versátil de Bajo Coste para Simuladores de Conducción y Entrenamiento*. Recuperado el 26 de noviembre de 2016, de Asociación Interacción Persona-Ordenador: <http://aipo.es/?q=node/668&id=227>
- Coma, I., Rueda, S., Sánchez, M., & Fernández, M. (2002). *Diseño Interactivo de Escenarios para Simulación de Conducción*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2016, de Revista de Enseñanza y Tecnología: https://www.researchgate.net/profile/Silvia_Rueda2/publication/277230121_Disenio_Interactivo_de_Escenarios_para_Simulacion_de_Conduccion/links/5660071e08ae1ef929856ff7.pdf
- Instruments, N. (s.f.). *Software de Desarrollo de Sistemas NI LabVIEW*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2016, de National Instrument: <http://www.ni.com/labview/esa/>
- Lajara Vizcaíno, J. R., & Pelegrí Sebastián, J. (2011). *LabVIEW Entorno gráfico de programación*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor.
- Molina Martínez, J. L., Silveira Prado, E. A., Heredia Ruiz, D., Fernández Caraballo, D., Bécquer Mendoza, L., Gómez Hernández, T., . . . Castro, M. (2012). *Los simuladores y los modelos experimentales en el desarrollo de habilidades quirúrgicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Salud*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2016, de Revista Electrónica de Veterinaria: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060612/061204.pdf>
- Romero Navarrete, J. A., Martínez Urquiza, E., Valencia Hernández, M., & Martínez Madrid, M. (2004). *Generalidades sobre el entrenamiento de conductores y el desarrollo de simuladores de manejo*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2016, de Instituto Mexicano del Transporte: <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt240.pdf>
- Sánchez, M., Valero, P., & Pareja, I. (2000). *Interfaz de Usuario en el Desarrollo de un Simulador de Conducción*. Recuperado el 3 de Diciembre de 2016, de Universidad de Valencia: <http://www.uv.es/Sintec/papers/InterfazSimulador.pdf>
- Soria Tello, S. (2013). *Sistemas Automáticos Industriales de Eventos Discretos*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor.