



*Diseño e implementación de un control de velocidad para los autobuses de transporte de pasajeros*

*Design and implementation of a speed control for passenger transport buses*

*Projeto e implementação de um controle de velocidade para ônibus de transporte de passageiros*

Roberto Carlos Oñate López <sup>I</sup>  
[ronate@stanford.edu.ec](mailto:ronate@stanford.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-6288-8362>

Segundo Alberto Guapi Acán <sup>II</sup>  
[aguapi@stanford.edu.ec](mailto:aguapi@stanford.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-4717-568X>

Stalin Ronaldo Huebla Quisnancela <sup>III</sup>  
[shuebla@stanford.edu.ec](mailto:shuebla@stanford.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-5981-623X>

Brayan Stalyn Colcha Lugmaña <sup>IV</sup>  
[bcolcha@stanford.edu.ec](mailto:bcolcha@stanford.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-1128-8778>

**Correspondencia:** [ronate@stanford.edu.ec](mailto:ronate@stanford.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de agosto de 2022 \***Aceptado:** 12 de septiembre de 2022 \* **Publicado:** 24 de octubre de 2022

- I. Magíster en Sistemas de Control y Automatización Industrial Docente de la Carrera de Redes y Telecomunicaciones, Instituto Superior Tecnológico Stanford, Riobamba, Ecuador
- II. Máster en Ingeniería de las Telecomunicaciones Docente de la Carrera de Redes y Telecomunicaciones, Instituto Superior Tecnológico Stanford, Riobamba, Ecuador
- III. Estudiante de la Carrera de Redes y Telecomunicaciones, Instituto Superior Tecnológico Stanford, Riobamba, Ecuador
- IV. Estudiante de la Carrera de Redes y Telecomunicaciones, Instituto Superior Tecnológico Stanford, Riobamba, Ecuador.



## Resumen

Se diseñó e implementó un sistema de control de velocidad para los autobuses de transporte de pasajeros. Mediante el método deductivo se pudo partir de un análisis general de sistemas de automatización vehicular y se llegó a un modelo particular que puede ser implementado en cualquier automotor a diésel, utilizando una tarjeta de adquisición de datos, un sensor de velocidad, circuito de potencia, cilindro eléctrico, computador entre otros elementos electrónicos. Basándonos en reglamentos de tránsito de circulación vehicular programaremos nuestra tarjeta para el control de velocidad para una conducción segura y confiable. El control de velocidad se lo ha diseñado basándonos en sistemas ya probados, pero con un costo elevado. Se mejorará el diseño bajando los costos para la implementación, siendo accesible en el mercado nacional. El administrador vehicular seleccionara el tipo de recorrido que realice ya sea urbano o perimetral, el sistema permitirá obtener resultados en el momento que el conductor intente sobrepasar el nivel de velocidad permitido por la Ley de tránsito, es decir, el sistema evitara las sanciones por exceso de velocidad y además permitirá un viaje tranquilo y seguro, evitando así en un 80% los accidentes de tránsito ocasionados por el exceso de velocidad.

**Palabras Clave:** Automatización; tarjeta de adquisición de datos; sensor de velocidad; eléctrico.

## Abstract

A speed control system for passenger transport buses was designed and implemented. Through the deductive method, it was possible to start from a general analysis of vehicle automation systems and a particular model was reached that can be implemented in any diesel vehicle, using a data acquisition card, a speed sensor, a power circuit, electric cylinder, computer among other electronic elements. Based on traffic regulations for vehicular circulation, we will program our speed control card for safe and reliable driving. Cruise control has been designed based on proven systems, but at a high cost. The design will be improved by lowering the costs for implementation, being accessible in the national market. The vehicle administrator will select the type of route to be carried out, whether urban or perimeter, the system will allow results to be obtained when the driver tries to exceed the speed level allowed by the Traffic Law, that is, the system will avoid penalties for excess of speed and will also allow a calm and safe trip, thus avoiding 80% of traffic accidents caused by excessive speed.

**Keywords:** Automation; data acquisition card; speed sensor; electric.

## **Resumo**

Foi projetado e implementado um sistema de controle de velocidade para ônibus de transporte de passageiros. Através do método dedutivo, foi possível partir de uma análise geral dos sistemas de automação veicular e chegou-se a um modelo particular que pode ser implementado em qualquer veículo a diesel, utilizando uma placa de aquisição de dados, um sensor de velocidade, um circuito de potência, cilindro elétrico, computador entre outros elementos eletrônicos. Com base nas regras de trânsito para circulação de veículos, programaremos nosso cartão de controle de velocidade para uma condução segura e confiável. O controle de cruzeiro foi projetado com base em sistemas comprovados, mas a um custo alto. O projeto será aprimorado diminuindo os custos de implantação, sendo acessível no mercado nacional. O administrador do veículo irá selecionar o tipo de percurso a ser realizado, se urbano ou perimetral, o sistema permitirá obter resultados quando o motorista tentar ultrapassar o nível de velocidade permitido pela Lei de Trânsito, ou seja, o sistema evitará penalidades por excesso de velocidade e também permitirá uma viagem tranquila e segura, evitando assim 80% dos acidentes de trânsito causados por excesso de velocidade..

**Palavras-chave:** Automação; cartão de aquisição de dados; sensor de velocidade; elétrico.

## **Introducción**

El principal reto que se presenta en los sistemas de automatización es obtener el control y supervisión de los mismos, optimizando los recursos humanos, técnicos y económicos a la vez reduciendo los costos de implementación. Utilizando tecnología de última generación, se implementará un sistema sencillo de utilizar y programar por cualquier persona.

El diseño e implementación para el control de velocidad nos ayudará a no sobre pasar los límites de velocidad establecidos por la comisión nacional de tránsito, se realizará el diseño de un prototipo implementado en el bus de la Facultad de Informática y Electrónica el cual actuara directamente en paralelo al sistema de frenado, a la par se enviará un sistema visual y de audio que nos indicara que se ha excedido del límite de velocidad de acuerdo al tipo de transporte y lugar de circulación.

El control de velocidad se lo ha diseñado basándonos en sistemas ya probados, pero con un costo elevado. Se mejorará el diseño bajando los costos de implementación siendo accesible en el mercado nacional.

En la actualidad los accidentes de tránsito por exceso de velocidad no se han reducido debido a la irresponsabilidad de los conductores que infringen los límites de circulación vehicular al no respetarla. Todo esto ha demandado en una constante búsqueda a realizar un sistema que se presenta a continuación, utilizando modelos de prototipos y técnicas de trabajo.

Demostrando que nuestro sistema es factible realizar para controlar de forma eficiente, segura y confiable la circulación vehicular, utilizando una adecuada tarjeta de adquisición y una programación estructurada ideal.

### **Metodología**

El diseño e implementación de un control de velocidad para los autobuses de transporte de pasajeros, especificando las diferentes partes que la conforman. Este sistema puede ser visto por el chofer del vehículo cuando la velocidad se va incrementando, al llegar al límite establecido nos dará una señal audible y visible denotando que el conductor ha llegado a su límite, este límite dependerá del recorrido establecido que lo asignará el administrador, para circulación en zonas urbanas será 40 km/h o en perimetral a 90 km/h.(Piuri s. f.)

Si la velocidad del vehículo excede los límites establecidos automáticamente se enviará una señal al solenoide quien activara la electroválvula 5/2 para que se accione el cilindro neumático para que interrumpa la aceleración inmediatamente, se desactivara cuando la velocidad del vehículo sea reducida hasta un rango inferior del límite de velocidad.(Arellys y Calvache s. f.)

Realizaremos un modelo particular que puede ser implementado en cualquier automotor a diésel, siendo diferente el modelo a gasolina.

### **Por qué instalar una señal de alerta**

El cuerpo humano reacciona ante los estímulos externos, tanto físicos como químicos o electromagnéticos, que desencadenan reacciones funcionales en el organismo. Para recibir esos estímulos el cuerpo se vale de los sentidos: los oídos, la nariz, la boca, los ojos y la piel.(Arellys y Calvache s. f.)

Por tal razón era necesario instalar dispositivos audibles (chicharra) y visibles (luces) para alertar al usuario cuando este se esté excediendo el límite de velocidad, para indicar que el sistema de control de velocidad accionara el freno y el bloqueo del acelerador.(Naranjo y Mauricio s. f.)

## **Por qué utilizar un Actuadores Neumático**

Aunque en esencia los actuadores neumáticos e hidráulicos son idénticos, los Neumáticos tienen un mayor rango de compresión y además existen diferencias.

En cuanto al uso y estructura. Considerando que la presión necesaria para la activación el cilindro neumático es de 65 PSI, con la que podemos fácilmente elevar el pedal del acelerador que dando de tal manera bloqueada; Una vez localizado los tanques de aire del autobús los cuales generan una presión de 220 PSI (Libras por pulgada cuadrada), decidimos utilizar una electroválvula con su respectivo cilindro neumático.(Nazif s. f.)

## **Por qué se utilizó la tarjeta Arduino Uno**

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas con microcontroladores disponibles para la computación física. Parallax Basic Stamp, BX-24 de Netmedia, Phidgets, Handyboard del MIT, y muchos otros ofrecen funcionalidades similares. Todas estas herramientas organizan el complicado trabajo de programar un microcontrolador en paquetes fáciles de usar.(Enríquez y Navarrete s. f.)

Arduino, además de simplificar el proceso de trabajar con microcontroladores, ofrece algunas ventajas respecto a otros sistemas a profesores, estudiantes y amateurs:

Asequible - Las placas Arduino son más asequibles comparadas con otras plataformas de microcontroladores.

Multi-Plataforma - El software de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux. La mayoría de los entornos para microcontroladores están limitados a Windows.(Roggero et al. 2013)

Software ampliable y de código abierto- El software Arduino está publicado bajo una licencia libre y preparado para ser ampliado por programadores experimentados. El lenguaje puede ampliarse a través de librerías de C++, y si se está interesado en profundizar en los detalles técnicos, se puede dar el salto a la programación en el lenguaje AVR C en el que está basado. De igual modo se puede añadir directamente código en AVR C en tus programas si así lo deseas.

Hardware ampliable y de Código abierto - Arduino está basado en los microcontroladores ATMEGA168, ATMEGA328 yATMEGA1280. Los planos de los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que diseñadores de circuitos con experiencia pueden hacer su propia versión del módulo, ampliándolo u optimizándolo.

Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión para placa de desarrollo para entender cómo funciona y ahorrar algo de dinero.(Arellys y Calvache s. f.)

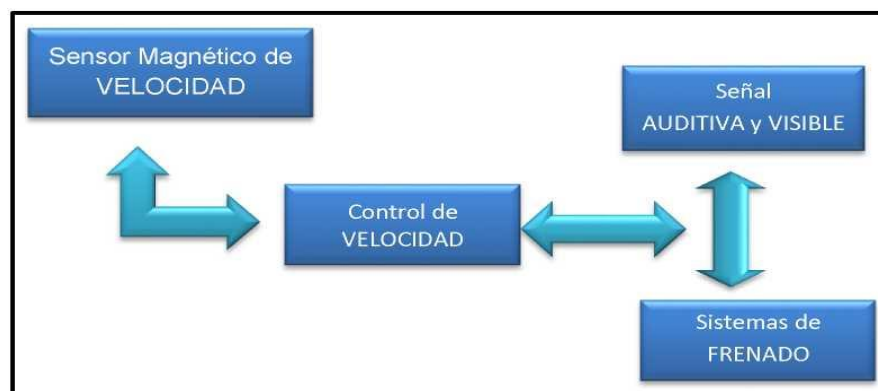
### Diagrama de bloques del sistema de control

El diagrama de bloques de la figura.V.26 muestra todas las etapas que debe cumplir el sistema de control de velocidad. Cuenta con las etapas de entrada, control, actuador.

Etapas del Sistema de control de velocidad:

La entrada de datos será mediante un sensor digital que enviará un tren de pulsos cuando se incremente la velocidad del vehículo, entregándose un tren de pulsos para nuestra tarjeta de adquisición que ejercerá en control de velocidad, la cual enviará una señal a nuestro circuito de potencia que realizará el frenado del bus mediante el freno mecánico a través del circuito de potencia.

Si excede el límite permitido paralelo al sistema de frenado se encenderá un sistema audible (pito) y una señal visible una luz intermitente.(Morales y Germán s. f.)



*Ilustración 1. Diagrama de bloques del sistema*

FUENTE: (Autores)

### Bloque de entrada de datos

Hemos definido como entrada de datos a la señal binaria que nos enviará el sensor VSS colocado en el vehículo a prueba. La generación de señales binarias es importante en el desarrollo de cualquier dispositivo electrónico, es así que el generador de señales se utiliza para proporcionar



condiciones de prueba conocidas para la evaluación y verificación de las señales faltantes en sistemas como el de control de velocidad.(Palma s. f.)

Para la generación de estas señales existen varios tipos de generadores de señales, los cuales tienen diversas características en común:

- > Primero la frecuencia de la señal debe ser estable y conocerse con exactitud.
- > Segundo se ha de controlar la amplitud, desde valores muy pequeños hasta relativamente altos. Por último, la señal debe estar libre de distorsión.

La entrada de datos nos enviará el sensor de velocidad del vehículo (VSS), que en nuestro caso actuará en paralelo con nuestro sistema, para modificar las funciones del motor y poner en marcha rutinas de diagnóstico.(Damián y Marcelo s. f.)

Tiene en su interior un imán giratorio que genera una onda senoidal de corriente alterna directamente proporcional a la velocidad del vehículo. Por cada vuelta del eje genera 8 ciclos, su resistencia debe ser de 190 a 240 Ohmios. Este sensor nos envía datos en paralelo tanto para el tacómetro como para nuestro sistema. Con un voltímetro de corriente alterna se verifica la tensión a la salida del sensor, estando desconectado y poniendo a girar una de las ruedas motrices a una velocidad de 40 km/h.

El voltaje a la salida del sensor de velocidad deberá estar en un rango de 7.2 a 12 V.

### **Bloque de control**

En el bloque de control la señal binaria será decodificada por nuestra tarjeta Arduino de adquisición de datos, la señal que ingresa es de 12 Vdc, por cada vuelta del eje genera 8 ciclos. Se debe conectar la entrada de la señal del sensor Vss al pin 12 de la tarjeta Arduino. En la etapa de control se maneja señales de entradas y salidas, las señales del sensor que ingresan son decodificadas por la tarjeta Arduino. Por medio del pin 12 recibe la señal de frecuencia (Tren de pulsos), mediante la relación de la tabla. VI.3 se enviará la señal de control a la electroválvula y freno de máquina.

Se puede utilizar los pines del Arduino a donde están conectados los Reles:

<b>Pin Arduino</b>	<b>Relé</b>
5	RB0
6	RB1
7	RB2
8	RB3



9	RB4
10	RB5
11	RB6
12	RB7

*Tabla 1. Designación de Pines de la tarjeta Arduino*

FUENTE: (Autores)

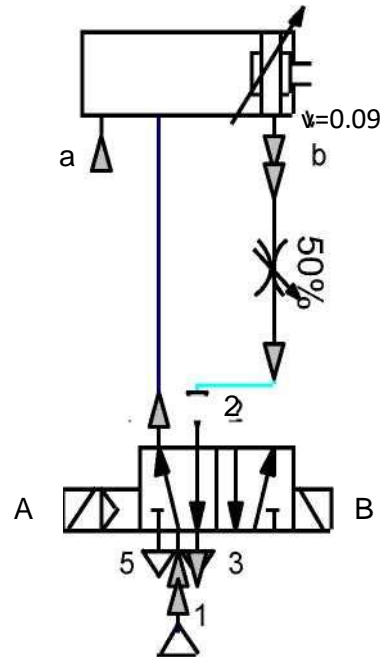
Esta señal es tomada para realizar la comparación a los cambios de velocidad. Mediante una comparación se realiza la variable a visualizar, se activa los actuadores.

Utilizamos el pin 13 para el control del freno de máquina mediante un relé de 12 Vdc, por medio del pin 10 controlamos luces de aviso cuando se ha excedido del límite de velocidad. Por medio del pin 11 controlamos el bloqueo del acelerador, el cual se desactivará cuando la velocidad se haya reducido al límite permitido.

### **Bloque de actuador**

En este bloque se realizará el control de frenado para reducir la velocidad del bus, con los parámetros antes mencionados, cuando se exceda del límite de velocidad la etapa de potencia enviará una señal al relé para active el freno de máquina hasta llegar a una velocidad inferior del límite establecido. La desactivación será inmediata cuando el sistema llegue a una velocidad inferior del 5 % del límite de sanción.(Tipán y Ulco s. f.)

BLOQUE DEL SISTEMA DE ACELERACIÓN

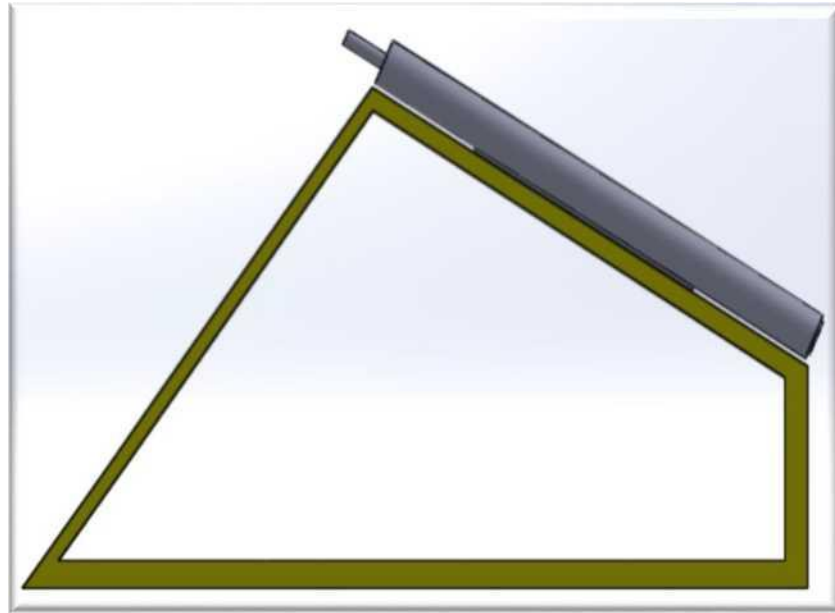


*Ilustración 2. Simulación del sistema de bloqueo del acelerador*

FUENTE: (Autores)

Se debe bloquear a la vez el sistema de aceleración para que no exista interferencia con el sistema de freno y pueda desarrollarse de acuerdo a las especificaciones técnicas. Mediante una válvula neumática 5/2 se realizará el control de paso del aire, esta válvula se activará cuando se exceda del límite de velocidad, habilitando el paso de aire al cilindro neumático, bloqueando el acelerador de forma inmediata.

Para establecer el control de la velocidad en el sistema propuesto, se realizará por medio del freno de máquina, cuando se active este control el acelerador debe estar totalmente bloqueado, La señal transmitida desde la tarjeta Arduino en el bloque de control, permitirá que la electroválvula se accione, entrando en funcionamiento el cilindro neumático, levantando el pie del conductor del acelerador y bloqueando hasta llegar a una velocidad permitida. En paralelo se activa el freno de máquina del bus.



*Ilustración 3. Diseño de Bloqueo al sistema de aceleración*

**FUENTE:** (Autores)

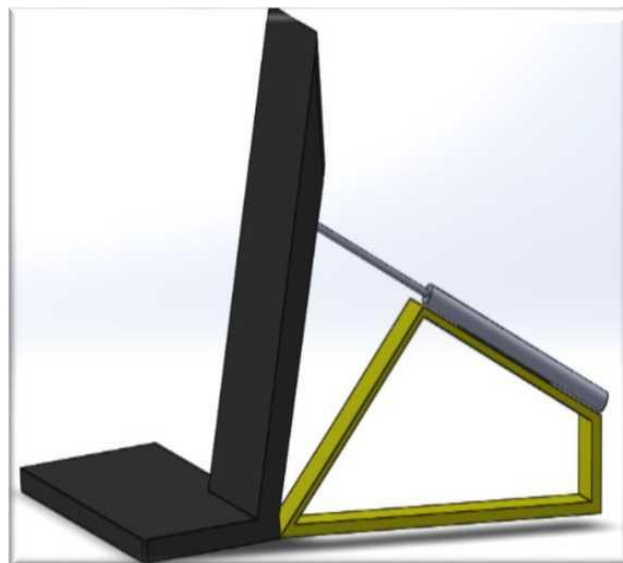
Para obtener un diseño final del sistema de bloqueo, se realizó diferentes pruebas de posicionamiento, debemos tomar en cuenta el grado de inclinación al momento de realizar el diseño de bloqueo del acelerador, es importante tomar las dimensiones entre la base y el acople del acelerador para seleccionar el actuador neumático adecuado, con esto evitaremos la alteración del diseño original en el sistema de aceleración.



*Ilustración 4. Adaptación de bloqueo al acelerador*

**FUENTE:** (Autores)

Bloqueo final del sistema de aceleración. Es importante tener presión en el cilindro neumático para que se bloquee el acelerador



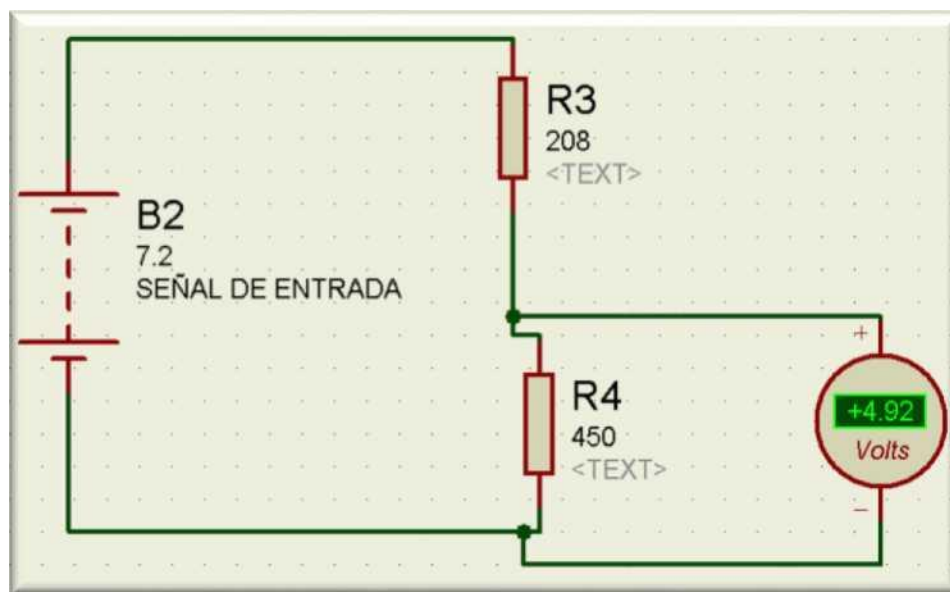
*Ilustración 5. Construcción del sistema de bloqueo*

**FUENTE:** (Autores)

## Diseño de la Etapa de potencia en el Bloque del Actuador

### Diseño del divisor de voltaje

Para alimentar al sistema de control de velocidad, se ha tomado la alimentación suministrada por el banco de baterías del bus, el cual consta de dos baterías de 12 VDC. Conectadas en serie dotará un voltaje de 24 VDC. Se aplicó un divisor de voltaje en la entrada de alimentación al sistema, para suministrar la tensión requerida del sistema. En el divisor de voltaje la salida dependerá de la resistencia de la carga que alimenta. (Roggero et al. 2013)



*Ilustración 6. Simulación divisor de voltaje*

FUENTE: (Autores)

## Resultados

Como resultado de la investigación se obtuvo el diseño e implementación de un sistema de control de velocidad para los autobuses de transporte de pasajeros. El cual cuenta con un manual de prácticas y guía de usuario donde se detallan los pasos y procedimientos que hay que seguir para poner en operación de una manera segura y correcta el sistema de control de velocidad, por lo que se debe tener una copia de este documento para la correcta operación del módulo de proceso, ya que además contiene las especificaciones técnicas de cada dispositivo utilizado en el sistema de control.

Una vez diseñado el sistema e instalado en bus de la Facultad de Informática y Electrónica se procedió a verificar que los datos entregados por el sensor de velocidad que sean reales, mediante un tacómetro colocado en la llanta trasera. Se estableció una relación velocidad vs frecuencia mediante la Tabla.2 se realizó una relación entre el tren de Bit y la velocidad. Estableciendo de manera significativa el tiempo real de recorrido. Demostrando que es factible la implementación del sistema automatizando el sistema de frenado. Tomando la señal en paralelo al sensor de velocidad tipo Vss.

Cuando se sobre pase del límite de circulación permitida, se activará los sistemas de alerta en un tiempo de 2 Segundos. La velocidad se reduce en menos 5 Km/h al límite máximo establecido en un tiempo de 5 a 8 Segundos. Se puede circular en zona urbana a un límite de 0 km/h hasta los 38 km/h. Zona Perimetral de 0kn/h hasta los 88 km/h, si se excede los límites el sistema se activará inmediatamente.

Mediante un análisis exhaustivo se llegó a la conclusión que es más seguro y confiable activar el frenado de aire que el frenado de tambor para controlar la velocidad al límite permitido.

## ACOPLAMIENTO DE LA SEÑAL DEL SENSOR VSS

*Tabla 2. Tiempos de desarrollo de las prácticas*

FUENTE: (Autores)

<b>RELACION TREN DE PULSOS DEL SENSOR CON VELOCIDAD</b>			
RANGOS TREN DE PULSOS		VELOCIDAD	
1767 - 1835	Bit	5	Km/h
110 - 1200	Bit	10	Km/h
800 - 850	Bit	15	Km/h
615 - 620	Bit	20	Km/h
488 - 490	Bit	25	Km/h
418 - 420	Bit	30	Km/h
355 - 360	Bit	35	Km/h
310 - 315	Bit	40	Km/h
275 - 280	Bit	45	Km/h
245 - 250	Bit	50	Km/h
220 - 225	Bit	55	Km/h
210 - 215	Bit	60	Km/h
195 - 200	Bit	65	Km/h

175 - 180	Bit	70	Km/h
173 - 174	Bit	75	Km/h
156 - 161	Bit	80	Km/h
150 - 155	Bit	85	Km/h
140 -145	Bit	90	Km/h

Es importante que las variables de control en el sistema diseñado coincidan con las variables originales aplicadas al freno de máquina del bus.

## Conclusiones

- Con la implementación del sistema se controla de forma eficiente, segura y confiable, la velocidad óptima del bus en zonas urbana y perimetral.
- La elección del sistema a utilizar se realizó previo un análisis de costos y soporte técnico.
- El sistema está diseñado con una presentación amigable e intuitiva para que cualquier persona pueda entender con facilidad.
- Como indicador de seguridad se colocó un sistema audible una chicharra y en paralelo un sistema visible con una luz intermitente multicolor (rojo-azul).
- Se reforzó la seguridad de conducir mediante la incorporación de un sistema de frenado automático al exceder los límites de circulación vehicular indicado.
- El sistema es administrado por una central de operaciones, acorde al lugar de circulación vehicular, mediante la selección por teclado del tipo de circulación.
- El sistema es reprogramable y actualizado en los parámetros del límite de velocidad, dependiendo de la reglamentación de circulación vehicular vigente.
- Se obtuvo el voltaje necesario de la señal de entrada mediante un divisor de voltaje.
- Se logró la adaptación en el bus del sistema neumático para el bloqueo del acelerador.
- Se observó el correcto funcionamiento del bus con el sistema de control de velocidad instalada.



## Referencias

1. Arelys, Jiménez Herrera Jenny, y Ing Enrique Calvache. s. f. «ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA CONTROL DE PASAJEROS Y APERTURA DE PUERTAS EN UN BUS TIPO.» 96.
2. Damián, Guerrero Cueva Marcos, y Moreno Tobar Cristian Marcelo. s. f. «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DEDICADO AL REGISTRO Y CONTROL DE PASAJEROS DE AUTOBUSES INTERPROVINCIALES PARA LA EMPRESA TELINEMAX EMPLEANDO LAS REDES GPRS/GPS PARA SU MONITOREO». 190.
3. Enríquez, Darío Javier Quishpe, y Marcos Andrés Reyes Navarrete. s. f. «PLAN DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.» 140.
4. Morales, Paredes, y Rommel Germán. s. f. «Diseño y elaboración de un prototipo para un sistema inteligente de prevención de accidentes de tránsito por exceso de velocidad aplicado al transporte interprovincial». 76.
5. Naranjo, López, y Carlos Mauricio. s. f. «Diseño, construcción e implementación de un sistema de monitoreo de temperatura del funcionamiento de frenos y velocidad del vehículo aplicado a autobuses interprovinciales». 164.
6. Nazif, José Ignacio. s. f. «Guía práctica para el diseño e implementación de políticas de seguridad vial integrales, considerando el rol de la infraestructura». 54.
7. Palma, Ángel Diego Fares. s. f. «CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR». 91.
8. Piuri, Jeffersson Vicente Tinoco. s. f. «CARRERA DE ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES». 106.
9. Roggero, R., G. Croce, P. Gattari, E. Castellana, A. Molfese, G. Marchesi, L. Atzeni, C. Buran, A. Paleari, G. Ballarin, S. Manzini, F. Alagi, y G. Pizzo. 2013. «BCD8sP: An Advanced 0.16  $\mu\text{m}$  Technology Platform with State of the Art Power Devices». Pp. 361-64 en 2013 25th International Symposium on Power Semiconductor Devices & IC's (ISPSD). Kanazawa: IEEE.

10. Tipán, Javier, y Eduardo Ulco. s. f. «DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD ACTIVA PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD APLICADO A BUSES INTERPROVINCIALES CON UN SISTEMA DE REGISTRO ABORDO EN RUTA». 7.

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).