



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN
INGENIERIA Y TECNOLOGIAS AVANZADAS

PROYECTO INTEGRADOR

SISTEMA AUXILIAR PARA EL CAMBIO DE VELOCIDAD MEDIANTE
EL USO DE SENSORES EN LA TRANSMISIÓN ESTÁNDAR

Con la carrera de:

Ingeniería en Sistemas Automotrices

Que para obtener el título de
Ingeniero en Sistemas Automotrices

Presenta:

Yuri Tonatiuh Netzahualcoyotl Cruz

Asesores: ING. Julio César Suárez Tapia

DRA. Blanca Rosa Briseño Tepepa



CIUDAD DE MÉXICO, A 31 DE ENERO DE 2022



Autorización de uso de obra

Instituto Politécnico Nacional

Presente

Bajo protesta de decir verdad el que suscribe YURI TONATIUH NETZAHUALCOYOTL CRUZ (se anexa copia simple de identificación oficial), manifiesto ser autor (a) y titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada SISTEMA AUXILIAR PARA EL CAMBIO DE VELOCIDAD MEDIANTE EL USO DE SENSORES EN LA TRANSMISIÓN ESTÁNDAR,

en adelante "La Tesis" y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgo a el Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales, Plataforma de la Dirección de Bibliotecas del IPN y/o consulta directa en la Coordinación de Biblioteca de la UPIITA "La Tesis" por un periodo de 5 años contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a "El IPN" de su terminación.

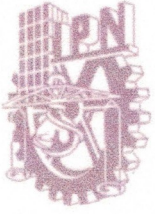
En virtud de lo anterior, "El IPN" deberá reconocer en todo momento mi calidad de autor de "La Tesis".

Adicionalmente, y en mi calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de "La Tesis", manifiesto que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por el suscrito respecto de "La Tesis", por lo que deslindo de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido de "La Tesis" o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumo las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México, a 31 de Enero de 2022.

Atentamente

Yuri Tonatiuh Netzahualcoyotl Cruz



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA
EN INGENIERIA Y TECNOLOGIAS AVANZADAS**



PROYECTO INTEGRADOR

**SISTEMA AUXILIAR PARA EL CAMBIO DE VELOCIDAD MEDIANTE EL USO DE SENSORES
EN LA TRANSMISIÓN ESTANDAR**

Con la carrera de:

Ingeniería en Sistemas Automotrices

Que para obtener el título de
Ingeniero en Sistemas Automotrices

Presenta:

Yuri Tonatiuh Netzahualcoyotl Cruz

Asesores

ING. Julio César Suárez Tapia

DRA. Blanca Rosa Briseño Tepepa

Presidente del jurado

**M. EN C José Antonio Aquino
Robles**

Profesor titular

**M. EN C. Mauricio Méndez
Martínez**

CIUDAD DE MÉXICO A 31 DE ENERO DEL 2022

Dedicatorias

Quiero agradecer en primer lugar a mis padres, a mi madre María del Carmen Cruz Castillo por ser la persona que más me ha apoyado en este mundo, por siempre darme ánimos y fuerzas para seguir adelante, por su infinita paciencia que nos ha tenido a mi hermana y a mí y por nunca rendirse a pesar de las adversidades, por su fuerza hoy soy el hombre que soy y siempre será mi ejemplo a seguir. A mi padre Yuri Elvicamina Netzahualcoyotl Almazán porque siempre se sacrificó para darnos la mejor educación que un padre puede dar, por enseñarme las mejores lecciones de vida las cuales no se aprenden en la escuela y por siempre enseñarme que para superar todos los problemas hay que trabajar en ellos.

A mi hermana Pilar de los Ángeles Nizaguie Netzahualcoyotl Cruz que más que mi familia es la mejor amiga que puedo tener, ella es la persona que más admiro en este mundo, por siempre darme los mejores consejos cuando más lo necesitaba, por demostrar interés en mí y en mi carrera la cual es mi mayor pasión, por ayudarme a buscar soluciones más creativas a problemas que he tenido, por siempre creer en mí y por todas las experiencias que hemos pasado juntos. Es la mejor persona que conozco, mi maestra de vida, mi consciencia y mi modelo a seguir.

También quiero dedicarle este proyecto a mi abuelo Abel Cruz Martínez porque siempre demostró tener un gran interés en lo que es la ingeniería y sobre todo en mi carrera, gracias a él y a que siempre me alentó a investigar cómo funcionan las cosas es que decidí ser ingeniero. A mi abuela Julia Castillo Acevedo quien, a pesar de la distancia, siempre me ha apoyado como persona, por siempre buscar mi bienestar por eso y más siempre estarán en mi corazón.

A mi abuela María de los Ángeles Almazán Fuentes que, aunque ya no esté conmigo, me dio su apoyo cuando más vulnerable estaba y por buscar mi bienestar cuando ella podía. A mi tía Mónica Netzahualcoyotl, por su apoyo a mi familia y a mí cuando más lo necesitábamos, por acompañarme por una de las mejores experiencias que he tenido en mi vida y por siempre quererme y protegerme como solo una tía lo sabe hacer.

Al Instituto Politécnico Nacional por abrirme las puertas para estudiar ingeniería, por su apoyo académico que recibí a lo largo de los años, a ESIME Zacatenco por los 6 semestres

mas importantes de la carrera y a la UPIITA por dejarme terminar en sus instalaciones mi formación como ingeniero.

A todos mis profesores y amigos que me han acompañado en este camino, por darme los mejores conocimientos y lecciones que pude haber aprendido.

Por último, pero no menos importante a mis asesores el ING. Julio Cesar Suarez Tapia y la DRA. Blanca Rosa Briseño Tepepa quienes a pesar de mis errores y contratiempos nunca perdieron la paciencia y por el contrario lo tomaban con humor. Por darme las mejores herramientas que pude aplicar para desarrollar este proyecto.

Resumen

Dentro del presente trabajo se encuentra el diseño de un prototipo, el cual apoya al usuario conductor a realizar los cambios de velocidad o marcha en un vehículo estándar, utilizando datos proporcionados por el sensor de velocidad de la unidad, así como sensores de proximidad instalados en la palanca de velocidades, todo esto desplegado en una ayuda visual, en este caso un display.

Para el acondicionamiento de los datos proporcionados por los sensores, se utilizaron componentes discretos y para el tratamiento de las señales se hizo uso de un microcontrolador de 8 bits de bajo costo y de plataforma libre.

Abstract

Within the following project is the design of a prototype, which is a support for the driver to make changes in speed or gear in a standard vehicle, using provided data from the speed sensor of the unit, as well as proximity sensors installed on the gear lever, all this depleted in a visual aid, in this case, a display.

For the conditioning of data provided by the sensors, discrete components were used and for the processing of the signals an inexpensive, free platform 8-bit microcontroller was used.

*“Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor,
la electricidad y la energía atómica: la voluntad.”*

Albert Einstein

ÍNDICE:

Índice de abreviaturas	1
Índice de tablas y gráficas	2
Índice de diagramas y figuras	2
1.0 Introducción	4
1.1 Antecedentes	4
2.0 Marco teórico	6
2.1 Las cajas de velocidades	6
2.2 Par motor	6
2.3 Potencia	6
2.4 Transmisión mecánica, manual o estándar	7
2.5 Transmisión automática o hidráulica	7
2.6 Elementos activos y pasivos	8
2.7 Sensor de efecto hall	8
2.8 Convertidor de frecuencia a voltaje y voltaje a frecuencia LM331	9
2.9 Buck boost (Step down-up)	9
2.10 Sensores automotrices	9
2.10.1 Sensor CKP	10
2.10.2 Sensor VSS	10
3.0 Estado del arte	11
3.1 Shift light	11
3.2 Cambio manual pilotado	11
4.0 Estado de la técnica	12
5.0 Planteamiento del problema	12
6.0 Justificación	12
7.0 Objetivos	13
7.1 Objetivo general	13
7.1.1 Objetivos específicos	13
8.0 Desarrollo de la solución	13
8.1 Generación del concepto	14
8.1.1 Metodología	14
9.0 Desarrollo del proyecto	16
9.1 Desarrollo de diseño final del sistema	21

9.2 Programación	23
9.3 Tabla ponderativa para decisión para el uso de microcontrolador.....	27
10.0 Resultados	28
11.0 Presupuesto final	32
12.0 Conclusiones	33
Anexo 1	34
Anexo 2	35
Anexo 3	36
Anexo 4	37
Anexo 5	38
Anexo 6	39
Referencias	40

Índice de abreviaturas

Abreviatura	Significado
CVT	Transmisión variable continua
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
LED	Diodo Emisor de Luz
ECU	Unidad de Control de Motor
CKP	Sensor de Posición del Cigüeñal
VSS	Sensor de Velocidad del Vehículo
OLED	Diodo Orgánico Emisor de Luz
LCD	Display de Cristal Liquido
MC	Microcontrolador
V	Volts
RPM	Revoluciones Por Minuto
OP AMP	Amplificador Operacional
Vs	Voltaje suministrado
RF	Radio frecuencia
T	Temperatura

Índice de tablas y gráficas

Número y título de tabla	Página
Tabla 1. Recomendación para el cambio de marcha aconsejado por el fabricante.	26
Tabla 2. Tabla de ponderación para elección de microcontrolador [4].	27
Tabla 3. Valores Voltaje por velocidad.	29
Gráfico 1. Voltaje vs velocidad.	29
Tabla 4. Cambio de marcha a diferentes temperaturas de trabajo con su error porcentual.	30
Gráfico 2. Cambio de velocidad a diferentes regímenes de Temperatura.	31
Tabla 5. Presupuesto.	32

Índice de diagramas y figuras

Número y título de diagrama y figura	Página
Figura 1. Ejemplo de grafica para demostrar la velocidad de régimen [3].	7
Figura 2. Diferencia entre caja mecánica y caja automática.	8
Figura 3. Circuito básico de Buck – Boost.	9
Diagrama 1. Metodología general de desarrollo.	14
Figura 4. Sensor de efecto hall KY-003.	16
Figura 5. Características típicas de operación para los sensores de efecto hall: a) grafica de operación de sensor 3144, b) grafica de	16

operación de 49E (Ambos tomados de sus respectivas hojas de datos).	
Diagrama 2. Conexión de los sensores hall al MC con diodos.	17
Figura 6. Sensores montados sobre el tambor de la rueda izquierda trasera.	18
Figura 7. Conexiones sobre placa de pruebas fijada sobre la suspensión.	18
Figura 8. LCD de 16x2 con información mostrada en pantalla.	18
Figura 9. Sensor de velocidad VSS.	19
Figura 10. Sensor de velocidad VSS conectado a la toma de señal directa al MC.	20
Figura 11. Onda provista por el sensor de velocidad vista desde el osciloscopio.	21
Figura 12. Convertidor de frecuencia a voltaje, 10 kHz máxima escala.	21
Diagrama 3. Conexión con LM7812.	22
Diagrama 4. Conexión final con Buck Boost.	23
Diagrama 4. Algoritmo básico de programación de proyecto.	23
Figura 13. Display OLED ubicado cerca del tablero de instrumentos del vehículo.	28
Figura 14. Sensores de efecto hall montados sobre la palanca de velocidades.	28

1.0 Introducción

En la actualidad, se ha vuelto una necesidad imperante el desplazarse distancias en el menor tiempo posible, con la mayor eficiencia viable y con una considerable autonomía que un vehículo pueda ofrecer y es por tal motivo que los vehículos automotores de combustión interna impulsados por gasolina han tomado una colosal importancia desde su creación en 1885 por el ingeniero alemán Karl Benz. Sin duda los primeros carros no son como actualmente los conocemos dado que, como todo primer modelo, su ingeniería era relativamente austera. Poco a poco los vehículos fueron liderando la forma en que las personas se trasladaban de un lugar a otro y el combustible usado por estas máquinas es relativamente fácil de conseguir y muy abundante. Así mismo la cantidad de vehículos circulando en las calles aumenta de manera consecuente, por lo tanto, la preponderante necesidad de aumentar la seguridad y el confort en estos medios de transporte, por el bien de tanto los conductores como los transeúntes, es en nuestros días la meta principal de las grandes empresas automotrices pues el motor de combustión interna está en una máquina madura para la época en que nos encontramos y muy pocas cosas se pueden modificar de este [1].

Los sistemas automotrices son máquinas, las cuales necesitan un periódico mantenimiento: tanto preventivo como correctivo, el cual debe ser suministrado por el usuario o alguien capacitado para dicha tarea. Existen varias gamas y tipos de vehículos y cada uno tiene ciertos requerimientos para un correcto funcionamiento, normalmente especificado en el manual de usuario con el que cada vehículo cuenta.

1.1 Antecedentes

En el comienzo los vehículos eran impulsados por una banda de una sola velocidad y solo variaba el torque que era otorgado por el motor, después se crearon sistemas más complejos que permitían tener un mayor control sobre la velocidad del carro como lo fueron: el sistema de transmisión por engranes lineales (estándar o manual), la incorporación de un sistema hidráulico que acciona un sistema de engranes planetarios (automático), la transmisión variable continua (CVT) o transmisión por poleas y actualmente los sistemas eléctricos los cuales modifican la velocidad con un motor eléctrico.

Actualmente y según cifras provistas por el INEGI, en México, circulan hasta 45,476, 133 vehículos de combustión interna, de los cuales poseen sistemas de transmisión como los ya mencionados anteriormente (exceptuando los eléctricos) y varios de ellos son estándar [2].

El avance de la tecnología es cada día más veloz, se dice que entre menor sea la intervención del ser humano en la conducción más seguras serán las carreteras, es por ello que siempre se ha buscado que los automóviles sean autónomos, y en el camino para un manejo independiente al ser humano se plantea la estrategia de eliminar los carros con el tipo de transmisión estándar y actualizarlos por una automática. Sin embargo, eliminar por completo este tipo de automóviles es una tarea complicada y más cuando en México aún existen alrededor de 87 modelos que incorporan la transmisión estándar en sus unidades más nuevas.

2.0 Marco teórico

2.1 Las cajas de velocidades

Como ya se ha mencionado, existen diferentes formas de entregar el par motor y transformarlo a movimiento lineal representado por una velocidad vehicular, sin embargo, esto no sería posible sin la intervención de un sistema el cual transforme la velocidad angular del motor a una lineal. Para este estudio se analizarán de manera superficial las dos principales cajas de velocidades: la estándar o manual y la automática. Para empezar a estudiar estos sistemas se comenzará con el concepto de par motor y potencia.

2.2 Par motor

Corresponde específicamente a “la fuerza de expansión de los gases multiplicado por la distancia entre el eje de la biela y el cigüeñal” [1], esto quiere decir a que la fuerza se multiplica por una distancia, esto ya lo hemos estudiado antes y corresponde a un torque. Por lo tanto, depende enteramente del poder de expansión que el combustible nos puede otorgar, dejando de lado a las revoluciones por minuto.

2.3 Potencia

Así pues, el producto del número de revoluciones por minuto por el par motor correspondería a la potencia que un vehículo puede entregar.

Es entonces que se puede concluir que par motriz y potencia están relacionados el uno con el otro, y si bien uno puede ser mayor a otro se sabe que existe un punto en el que estos dos son máximos y representan la franja en el cual la eficiencia del motor se aprovecha al máximo. Este punto es denominado como velocidad de régimen o zona económica de conducción [1].

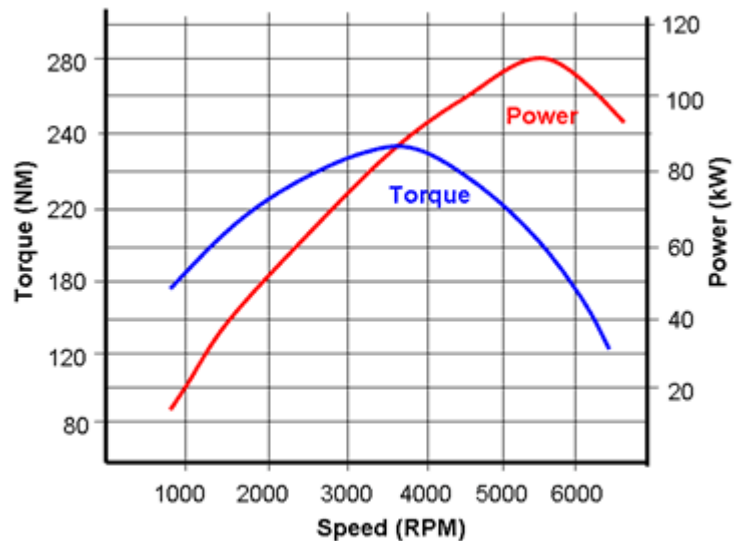


Figura 1. Ejemplo de grafica para demostrar la velocidad de régimen [3].

2.4 Transmisión mecánica, manual o estándar

Este tipo de transmisión basa su funcionamiento en el acoplamiento y desacoplamiento del eje conductor de la caja de velocidades al par motriz suministrado por el motor y el control de velocidad se da por la relación de engranes y como toda caja de velocidad, tiene el objetivo de reducir el giro del motor en proporción a la relación cantidad de dientes que posee el piñón conducido entre la cantidad de dientes que posee el piñón conductor.

2.5 Transmisión automática o hidráulica

En esta, la relación de cambio de marcha es elegida directamente desde la computadora y depende totalmente de la velocidad del vehículo, del régimen del motor. El accionamiento de los actuadores que realizan los cambios de velocidad es hidráulico o electrónicos los cuales acoplan o desacoplan un sistema de engranajes planetarios o epicicloidales modificando a la conveniencia del vehículo la relación de transmisión.

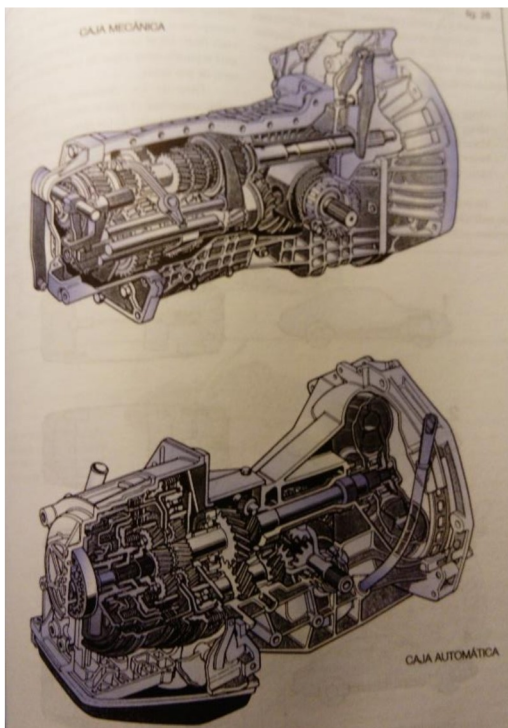


Figura 2. Diferencia entre caja mecánica y caja automática [4].

2.6 Elementos activos y pasivos

Se refiere a elementos pasivos o activos a los componentes electrónicos que producen o generan energía, dependiendo sus propiedades físicas y/o químicas. Es decir, los componentes electrónicos son todos aquellos elementos que conforman a un circuito y lo hacen funcionar, clasificándose como:

- Activos: son todos aquellos que producen energía denominándose como fuentes o generadores, pues proporcionan al circuito, ganancia o energía eléctrica.
- Pasivos: son aquellos que consumen la energía y se denominan como carga o consumidores. Estos utilizan la energía dada por una fuente y la transforman en: energía estática, calor; y pueden ser ejemplos: resistencia, inductor, capacitor, etc. [5]

2.7 Sensor de efecto hall

El efecto hall es un fenómeno físico el cual se basa en que cuando un campo magnético atraviesa una lamina sobre la cual pasa corriente, el campo magnético provoca un desplazamiento de cargas, positivas de un lado y negativas del otro lado estimulando un campo eléctrico sobre la misma y un flujo de corriente opuesto al campo magnético y a través de la lámina. En resumen,

en la presencia de un campo magnético, los dispositivos que utilizan el principio de efecto hall, permiten el paso de corriente y en ausencia de este, bloquean el paso de corriente [6]

2.8 Convertidor de frecuencia a voltaje y voltaje a frecuencia LM331

El dispositivo LM331 es un elemento pasivo el cual través de un voltaje dado lo convierte a frecuencia, sus rangos pueden variar dependiendo del fabricante, pero entre los más comunes está $0 \text{ Hz} \leq \text{Frecuencia} \leq 10 \text{ kHz}$. Su conversión de voltaje a frecuencia suele ser proporcional y su conversión de frecuencia a voltaje tiene un comportamiento casi lineal [7].

2.9 Buck boost (Step down-up)

El convertidor de voltaje de corriente directa a corriente directa (DC-DC) tienen la finalidad de entregar un voltaje mayor o menor a un voltaje dado. Estos dispositivos tienen una eficiencia del 98% a comparación de otros reguladores de voltaje, la elección del voltaje se realiza mediante una resistencia variable la cual manda a corte la corriente si esta excede el voltaje seleccionado. El convertidor Buck – Boost eleva o disminuye el voltaje y mantiene ese voltaje, aunque exista variación de este.

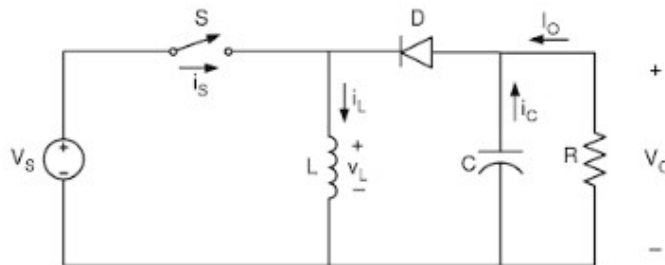


Figura 3. Circuito básico de un Buck – Boost.

[8]

Un ejemplo de un Buck – boost se puede encontrar en el anexo 5.

2.10 Sensores automotrices

Los sensores que se pueden encontrar en el vehículo son variados, actualmente los carros cuentan con un sinnúmero de sensores, los cuales le permiten leer variables del entorno y transformarlas a señales eléctricas, las cuales pueden ser fácilmente leídas por una unidad de control, el uso de sensores es una necesidad en un automóvil, pues con ellos podemos mejorar la seguridad y el confort que un usuario puede experimentar.

Los sensores, entonces, son dispositivos que transforman una magnitud física o química a impulsos eléctricos, que pueden ser interpretados por un sistema de control. Su correcto uso puede optimizar la gestión del automóvil.

Así mismo, las variables que pueden tratar son varias, no solo son tensiones o corrientes, sino que pueden ser también amplitudes, frecuencias, periodos, duración de un impulso, entre otras.
[6]

2.10.1 Sensor CKP

El sensor CKP o Crankshaft Position Sensor es un dispositivo que permite conocer la posición del cigüeñal, esto mediante el uso de un sensor de efecto hall. Normalmente se ubica en distribuidor del vehículo. Este sensor nos indica la posición del cigüeñal (como su nombre lo indica) así como la velocidad o el régimen del motor, para lo cual nos ayuda a sincronizar la chispa y el flujo de inyección de combustible.

2.10.2 Sensor VSS

El sensor de velocidad o Vehicle Speed Sensor es un componente que nos permite conocer la velocidad lineal a la que se desplaza el vehículo. Su funcionamiento se basa en un sensor de efecto hall (en la mayoría de los casos) el cual genera una frecuencia la cual es interpretada por la unidad de control, el aumento o disminución de dicha frecuencia es proporcional a la velocidad en tiempo real de la unidad. El conocimiento de esta magnitud le permite al usuario controlar la rapidez a la que se está conduciendo el automóvil.

3.0 Estado del arte

Todos los vehículos, sin excepción cuentan con un medidor de velocidad, sea analógico o digital, el cual se posiciona en un lugar visible para este. Los dispositivos que miden la velocidad se llaman velocímetros y los que miden las revoluciones por minuto se conocen como tacómetros.

Medir y tener un control sobre la velocidad del automóvil y de las revoluciones siempre ha sido una necesidad. Existen varios sistemas que auxilian al usuario para realizar los cambios de marcha, por ejemplo:

3.1 Shift light

El shift light es un dispositivo cuya función principal es avisar al usuario el momento “adecuado” para realizar un cambio de marcha. Es un sistema cuyo precio puede variar de los \$300 a los \$5000 y cuyo funcionamiento se basa en una luz, generalmente de un LED ultrabrillante, que indica al conductor que cuando el tacómetro llega a un punto este debe realizar el cambio de velocidad, sin embargo este límite, generalmente, es programado por el usuario (en algunos productos mediante un potenciómetro) conectándose a un pin de la Unidad de Control de Motor (ECU o computadora del vehículo), el pin genera información a través pulsos provenientes del Sensor de la Posición del Cigüeñal (CKP) ya que de igual forma informa sobre las revoluciones del motor.

En carros donde ya se tiene integrado un sistema similar se encontró en vehículos de gama alta. En el vehículo Audi© a4 road 2010, en el que se indica en el display del clúster que cuando se ha alcanzado una velocidad determinada una flecha verde muestra que es momento de realizar el cambio de marcha. Incluso se llega a mencionar que este sistema puede llegar a reducir de un 10 a un 30% el consumo de combustible [9].

3.2 Cambio manual pilotado

Consiste en emular un cambio automático, de igual forma es conocido como pseudo – automático, consiste en un sistema hidráulico el cual realiza los cambios de marcha cuando la ECU del vehículo lo ordena, aunque pareciera ser un cambio automático, aun se requiere de la acción del conductor para realizar dicho cambio [10].

4.0 Estado de la técnica

Se encontró también en el trabajo de investigación de Jimena Sánchez Mendoza, en su propuesta **“Prototipo de controlador difuso para el cambio de marchas en transmisión automáticas”** de proyecto integrador, el cual se encuentra en el Instituto Politécnico Nacional. Su metodología en la cual analiza los criterios que una transmisión automática aplica al momento de realizar los cambios de marcha la cual involucra: velocidad del vehículo, emisiones de gases, consumo de combustible, entre otras [11].

5.0 Planteamiento del problema

Un carro estándar no es muy diferente a uno automático, ambos buscan la mayor eficiencia del automóvil modificando sus cajas de velocidades, aumentando el número de marchas o posiciones de la palanca en el caso de los manuales o utilizando una mayor cantidad de sensores para saber el momento indicado para realizar el cambio en los carros automáticos, la diferencia entre estos dos tipos es quién realiza dichos cambios de velocidad. Es por ello que surge una propuesta de solución la cual pretende mejorar la eficiencia de un carro con el tipo de transmisión estándar, pues la mayoría de las fallas son provocadas por la equivocada forma de manejar y de tratar a este tipo de sistemas. Por lo tanto, se plantea la idea, si es posible igualar o al menos aproximar el comportamiento de un automóvil estándar a uno automático.

6.0 Justificación

Los carros estándar son muy atractivos por diversas razones pudiendo encontrarse entre las mas fuertes: por el placer de conducir, por costo y la facilidad de conseguir refacciones, por su precio accesible y relativamente económico, entre otras. Son motivos que hacen atractivo seguir comprando un carro estándar. No obstante, hay varias personas mas que no compran un vehículo de estos por el confort que puede obtenerse al manejar un carro automático, porque puede parecer complicado manejar un carro con transmisión manual y por la mayor eficiencia que uno de transmisión hidráulica tiene sobre el manual.

Los carros automáticos y estándar tienen sus pros y contras según el conductor que los maneje, pues se debe tener en cuenta que este es el que elige que tipo de auto conducir. Los carros estándar: su caja de velocidades dura más y es más barata, su respuesta es mucho mayor que un automático, la pérdida de potencia es menor, se tiene más control sobre el control de velocidad

y si se conduce de manera adecuada la eficiencia puede ser mayor; el automático: es por mucho más cómodo que un estándar, la computadora realiza el control electrónico sobre los cambios de velocidad y por lo tanto la durabilidad puede ser mayor que un estándar cuando la experiencia del conductor es poca sobre los manuales [12].

7.0 Objetivos

7.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema capaz de auxiliar al usuario a realizar de forma eficiente los cambios de velocidades en un vehículo de transmisión estándar.

7.1.1 Objetivos específicos

- Instalar sensores electrónicos en el automóvil para facilitar las lecturas de ciertas variables.
- Leer magnitudes proporcionadas por sensores automotrices ya existentes incorporados al motor.
- Desplegar en una ayuda visual la información necesaria para que el usuario ejecute el cambio de marcha.

8.0 Desarrollo de la solución

Es por esto que se recurrió a diseñar una solución que además de ayudar a hacer más eficiente la conducción de los autos estándar, pueda ser una herramienta para el aprendizaje y un complemento para el buen conductor del automóvil. Para resolver este problema se ideó que, a partir de una ayuda visual, el usuario pudiera determinar el momento adecuado para realizar el cambio de velocidad o en su defecto que se le avisara cuando tuviera que realizar dicho cambio.

8.1 Generación del concepto

8.1.1 Metodología

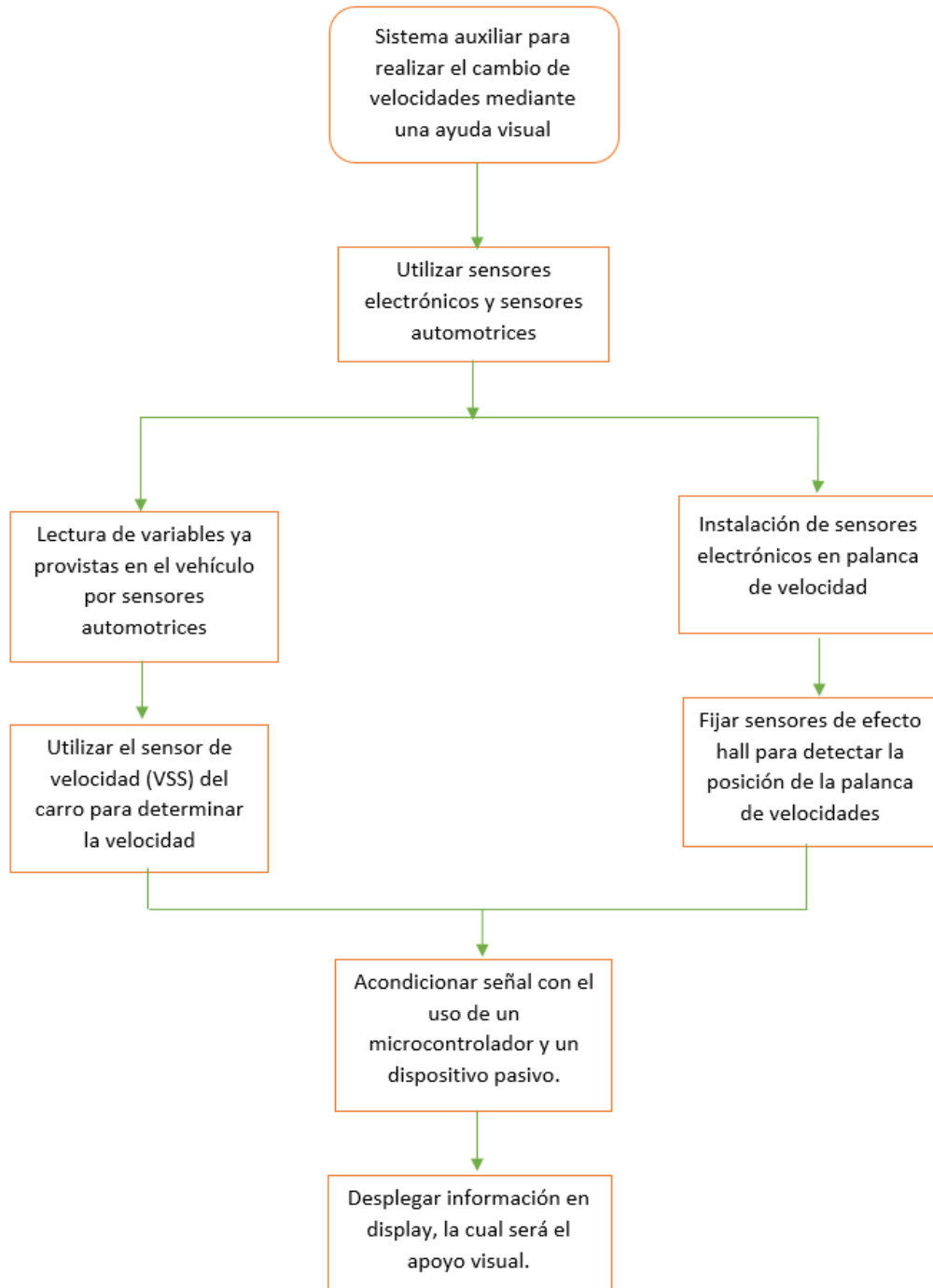


Diagrama 1. Metodología general de desarrollo.

Desarrollando la metodología general se inicia con la directiva de tomar la señal de sensores instalados de fabrica en el vehículo y sensores electrónicos que puedan ser usados para leer ciertas variables.

Investigando un poco mas sobre como funcionan los sensores del vehículo y conociendo que algunos tienen más relevancia de uso dentro de la computadora que otros se decidió utilizar al sensor de velocidad VSS, el cual genera una señal cuadrada de fácil lectura y que pequeñas caídas de carga no afectan al comportamiento del automóvil.

Para realizar el cambio de velocidad normalmente el usuario debe saber la posición de la palanca en la cual la transmisión se encuentra. Para saber eso de manera electrónica se optó por instalar sensores de proximidad. Pudiendo ser estos: sensores capacitivos/inductivos, reed switch o sensores de efecto hall. Se eligió al sensor de efecto hall por su resistencia a altas temperaturas y por su desempeño al proporcionar una constante de la interacción con campos magnéticos.

Utilizar un microcontrolador simplifica en demasía el tamaño del proyecto, ya que este realiza las instrucciones utilizando un algoritmo de programación diseñado por el programador.

El display a utilizar será un OLED, pues este por su bajo consumo (0.08 a 0.06 W), su temperatura de operación de hasta 70°C la cual es un mayor a la que se puede alcanzar dentro del habitáculo y comparativamente pequeño tamaño con respecto a un LCD.

9.0 Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se inició con una idea sencilla, la cual fue instalar sensores de efecto hall para que detectaran la velocidad a la que se desplazaba el vehículo, con ciertas limitaciones tanto de espacio como de agentes externos que pudieran intervenir con el buen funcionamiento de los sensores. Para este caso se utilizaron los sensores de efecto hall 3144 instalados en un módulo KY-003.

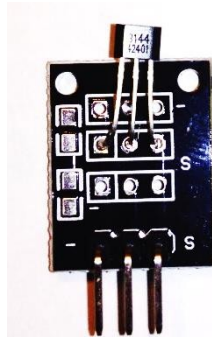


Figura 4. Sensor de efecto hall KY-003.

Se seleccionó este sensor principalmente por su comportamiento de tipo switch, esto quiere decir que a partir de un determinado campo magnético el sensor proporcionaba un pulso en alto y cuando este era retirado un pulso en bajo, lo cual era importante pues se requería una señal digital y no una analógica como otros sensores por ejemplo el 49E (sensor de efecto hall lineal).

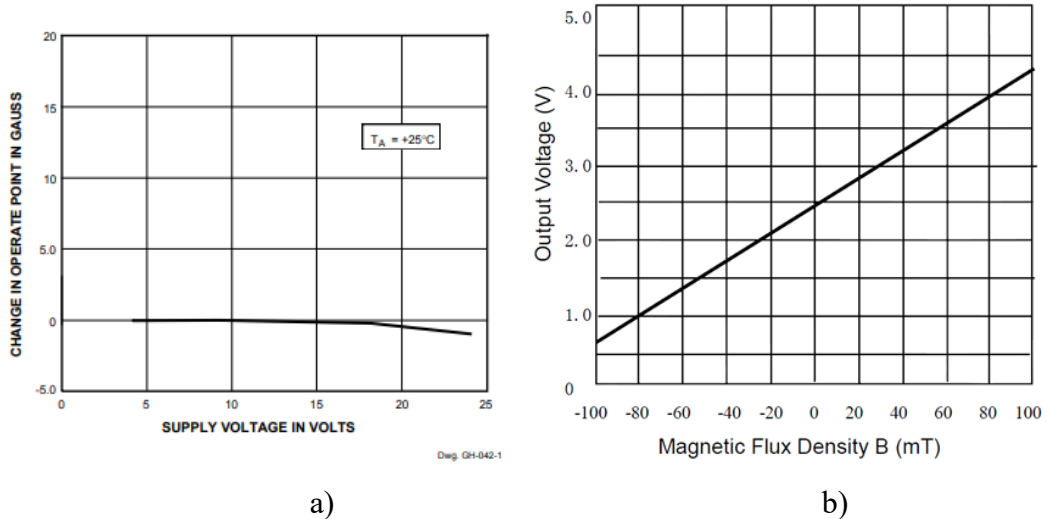


Figura 5. Características típicas de operación para los sensores de efecto hall: a) grafica de operación de sensor 3144, b) grafica de operación de 49E (Ambos tomados de sus respectivas hojas de datos).

Soporta voltajes de hasta 28 V, ya que en un principio se pensaba conectar a la fuente de 12 V suministrada por la batería del carro. También por su operación a altas temperaturas de hasta 150° Celsius (C) que era importante puesto que el sensor se iba a ubicar en el exterior del carro, montado en el tambor el cual aumentaba su temperatura debido al calor del medio ambiente y/o de la fricción de los frenos. De igual forma se propuso que la resolución fuera de 4 sensores que tomaran la señal, es decir, se formulaba diseñar un “encoder” de 4 tomas de señal. de estos 4 sensores se planeó que se conectaran a un solo pin del microcontrolador (MC) pero presentaba el problema de que había retroalimentación ya que cuando se activaba un sensor por efecto del campo magnético, los 3 restantes también se activaban y para resolver este problema se conectaron diodos de la serie 1NXXXX.

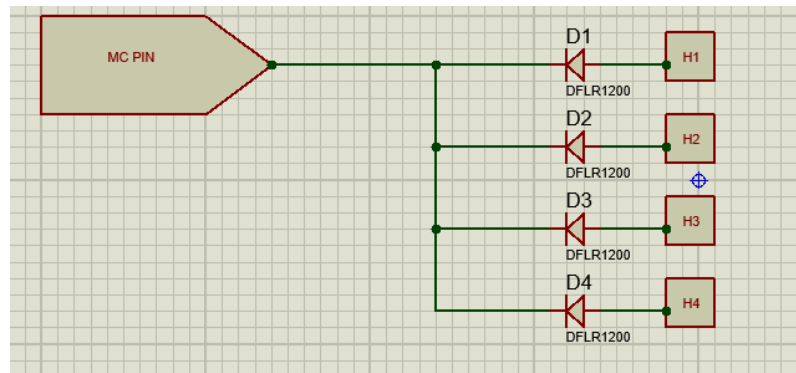


Diagrama 2. Conexión de los sensores hall al MC con diodos.

De esta misma manera, y por tratar de obtener la velocidad mediante el uso de un encoder, se necesitaba realizar cierto cálculo para calcular la rapidez real del automóvil con el diámetro de la rueda y la velocidad lineal de esta. Por lo que se obtuvo la siguiente formula.

$$1 \text{ RPM} = 1 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}$$

El diámetro de una rueda con rin 175/70 R13 es igual a 575 mm

$$\text{Velocidad lineal} = \text{RPM} \left(120\pi \frac{\text{rad}}{\text{h}} \times \frac{575 \times 10^{-6} \text{ km}}{2} \right)$$

Finalmente, la instalación de los 4 sensores quedó de tal forma que tenían una separación de 90° entre cada sensor y el imán era el elemento que giraba como se muestra en la figura 4. Las conexiones de cada sensor se vincularon con una placa de pruebas o protoboard, y de esta salían directamente a un pin del MC, dicha protoboard se fijó a la suspensión donde no interfiriera con ningún sistema, tal y como se muestra en la figura 5.



Figura 6. Sensores montados sobre el tambor de la rueda izquierda trasera.



Figura 7. Conexiones sobre placa de pruebas fijada sobre la suspensión.

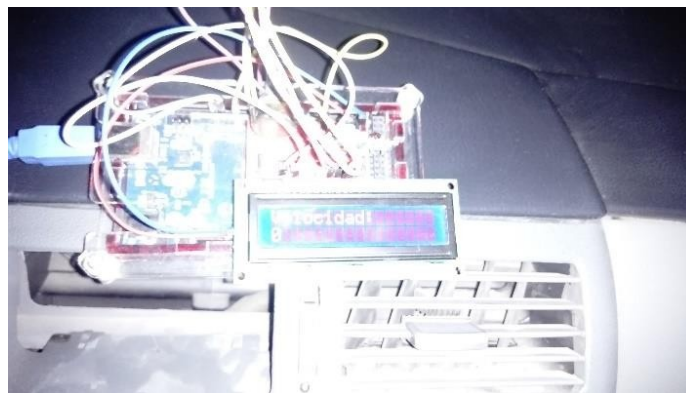


Figura 8. LCD de 16x2 con información mostrada en pantalla.

La transmisión de datos se haría vía radiofrecuencia (RF) utilizando dos microcontroladores: uno para la lectura y cálculo de las variables proporcionadas por los sensores y otro para desplegar en un LCD de 16x2 la información necesaria para apoyar al usuario en el cambio de marcha (Figura 6). Esta idea se desechó por el hecho de que, para los sensores hall, la contaminación por agentes externos (agua, polvo, vibraciones) era considerablemente alta, además la resolución era pequeña para los propósitos del proyecto, y en un determinado momento, a velocidades muy altas, el rango de detección de los sensores se perdía. Para la transmisión de datos vía RF, el hecho de utilizar dos microcontroladores agrandaba los costos de producción del sistema, por otro lado, en la programación, había fragmentos en los que los recursos compartidos no permitían el buen funcionamiento del código. Las soluciones más viables eran aumentar el número de sensores hall y colocar un imán con un campo magnético mayor para que el rango de detección no se perdiera, lo cual aumentaría tanto el costo de producción como las vibraciones sobre el sistema.

La segunda idea que se formuló fue tomar la señal de un sensor ya instalado en el carro, es decir, automotriz, para esta etapa se investigó con que sensor funciona el velocímetro del vehículo y se encontró que es un sensor de velocidad (VSS) tipo efecto hall, el cual proporciona una señal cuadrada variando la frecuencia cada vez que giran las ruedas, este sensor está incorporado a la transmisión delantera y mediante un engrane le proporciona el giro necesario para variar la frecuencia.



Figura 9. Sensor de velocidad VSS.

Para esta etapa se consideraba el tomar de igual forma, la señal del sensor automotriz ubicado en el alternador del vehículo (las revoluciones por minuto (RPM)) para complementar el

algoritmo del cambio de velocidad, sin embargo ya no se consideró para el desarrollo del proyecto ya que con la velocidad era suficiente porque debido al desplazamiento de la unidad se puede determinar la posición de la palanca a la que debería ir el carro, también se analizó que el sensor de velocidad no es requerido por la computadora para realizar la mezcla correcta de aire – combustible, pero el sensor de las revoluciones sí lo es, por lo tanto para evitar daños al sistema y evitar señales de error (check engine) se optó por no utilizar este dispositivo.

Para tomar la señal del VSS se pensó en conectar un circuito acondicionador, un amplificador operacional (OP AMP) en modo seguidor de voltaje, ya que la alta impedancia del seguidor no permitiría el paso de carga y solo voltaje, para no interferir con la computadora automotriz o el indicador de velocidad (velocímetro) del tablero de instrumentos. Al configurar este circuito en físico, se observó que el funcionamiento no era el adecuado pues se presume que la impedancia del seguidor de voltaje no era muy alta y por lo tanto la carga y el voltaje se drenaban a tierra.

Como el VSS tiene tres terminales, si es de efecto hall, esto nos indica que son: tierra, voltaje suministrado (Vs) y señal (Figura).

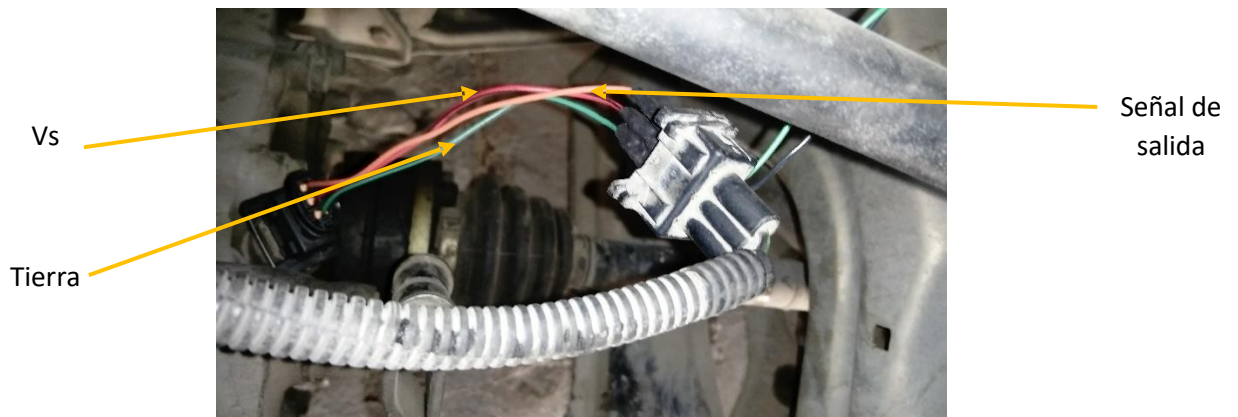


Figura 10. Sensor de velocidad VSS conectado a la toma de señal directa al MC.

Como el VSS proporcionaba un ciclo de trabajo de 5V a $\approx 0V$, como se puede observar la figura 9, variando la frecuencia según la velocidad del vehículo, se planteó utilizar un convertidor de frecuencia a voltaje.

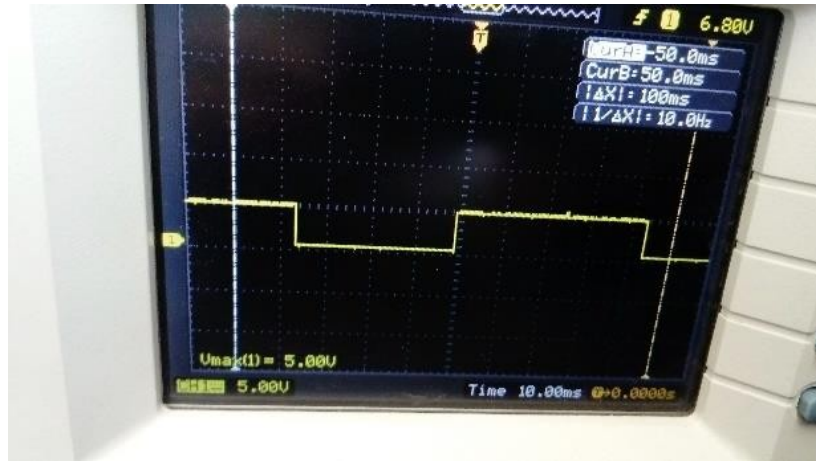


Figura 11. Onda provista por el sensor de velocidad vista desde el osciloscopio.

9.1 Desarrollo de diseño final del sistema

Se consideró utilizar el LM331 y el LM2907, de estos dos, su circuito de aplicación para convertir frecuencia a voltaje se encuentra disponible en su datasheet correspondiente y también se puede observar en el anexo 3.

Para este caso se armaron ambos circuitos en una placa de pruebas y se comparó la señal proporcionada, también se analizó que ambos circuitos, como señal de salida, proporcionaban un voltaje que incrementaba conforme aumentaba la velocidad de giro de la transmisión, no obstante, se observó que a bajas frecuencias la señal adquiría otra de ruido y afectaba un poco al voltaje de salida proporcionado por el convertidor de frecuencia a voltaje (FVC).

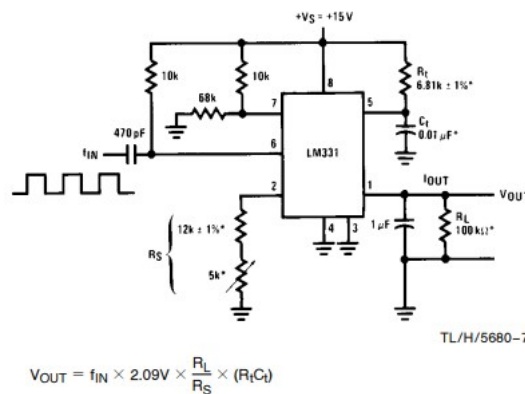


Figura 12. Convertidor de frecuencia a voltaje, 10 kHz máxima escala [7].

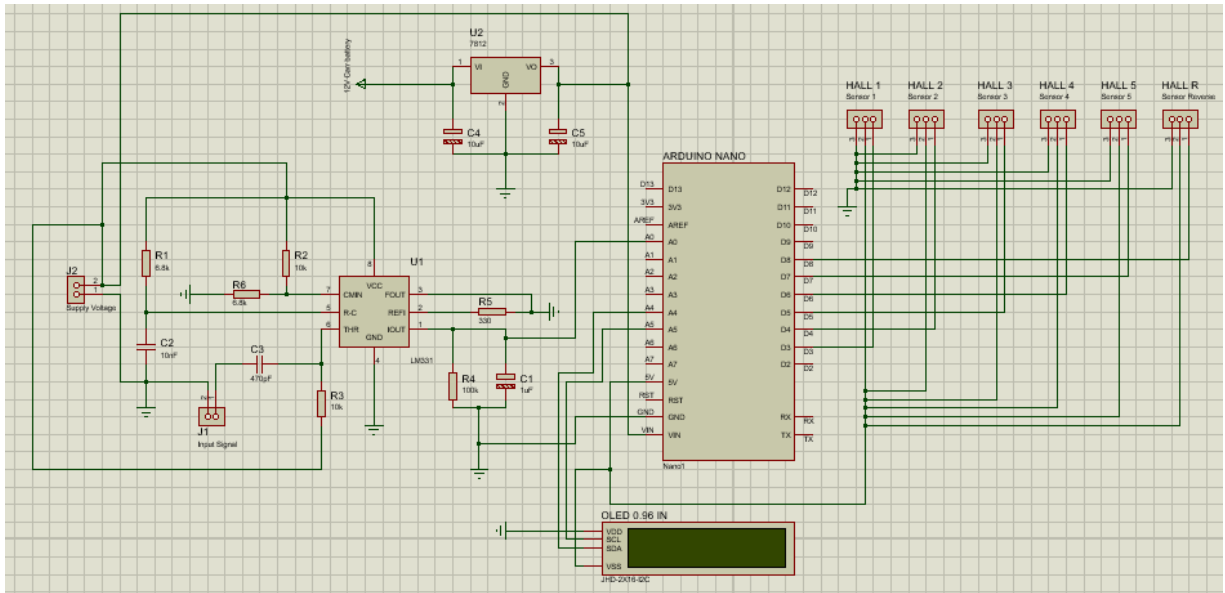


Diagrama 3. Conexión con LM7812.

Como se puede observar en el diagrama 3, las tierras se conectan de manera común, el voltaje que alimenta al circuito entero proviene de una fuente externa la cual es la batería del carro la cual proporciona un voltaje de 12V, sin embargo no es constante pues el voltaje puede variar y llegar a voltajes de hasta 13.8V (según pruebas que se hicieron), lo cual no es conveniente para el microcontrolador y tampoco para ser voltaje de referencia del LM331, es por esta razón que se conecta a un regulador de voltaje LM7812 el cual amortigua el voltaje y protege de sobrevoltajes al microcontrolador así mismo permitiendo tener un voltaje de referencia (V_{ref}) estable para el LM331, el cual es muy importante porque la señal analógica entregada por el circuito varía si se modifica V_{ref} provocando alteraciones en la lectura del sensor las cuales son interpretadas por el microcontrolador.

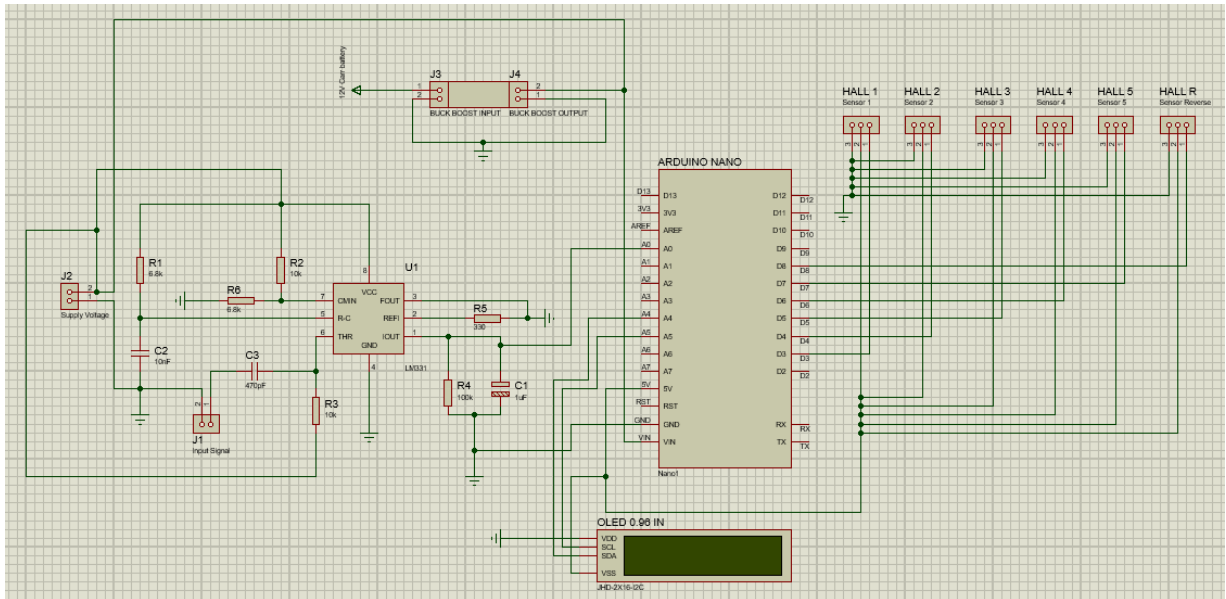


Diagrama 4. Conexión final con Buck boost.

No obstante, el mismo regulador de voltaje es muy poco eficiente en comparación con otros reguladores step Down, como lo es por ejemplo el LTC3780, el cual, como ya se especificó anteriormente, puede llegar a tener una eficiencia de hasta el 97%, esto se comprobó con las variaciones de voltaje que se experimentaron al utilizar la batería del vehículo.

Con esta conexión final se hizo uso eficientemente del sensor de velocidad del vehículo, de la misma manera se eliminó el ruido que se filtraba proveniente del motor, sin embargo existía otro factor que no permitió que la conversión de datos fuera constante y era la temperatura dentro del habitáculo, el capacitor de $1\mu\text{F}$ (microfaradio) electrolítico, conectado al pin 1 del LM331, a temperaturas mayores a $40\text{ }^\circ\text{C}$ dejaba de funcionar y conectaba a la salida de la señal como un circuito abierto, impidiendo el paso de información. Es por ello que se decidió optar por un capacitor de poliéster de igualmente $1\mu\text{F}$ (105J). De esta manera se pudo aminorar las repercusiones de la temperatura sobre el circuito convertidor de frecuencia a voltaje.

9.2 Programación

La placa de adquisición que se utilizó para tratar la información dada por los diferentes sensores instalados fue ARDUINO NANO el cual por su relación costo – beneficio, principalmente, fue seleccionado para realizar la tarea del tratamiento de la información, así como el desplegar en un display OLED de 0.96 pulgadas la información necesaria para que el usuario realizara los cambios de velocidad de manera eficiente y “a tiempo”.

El algoritmo de programación se muestra de la manera siguiente:

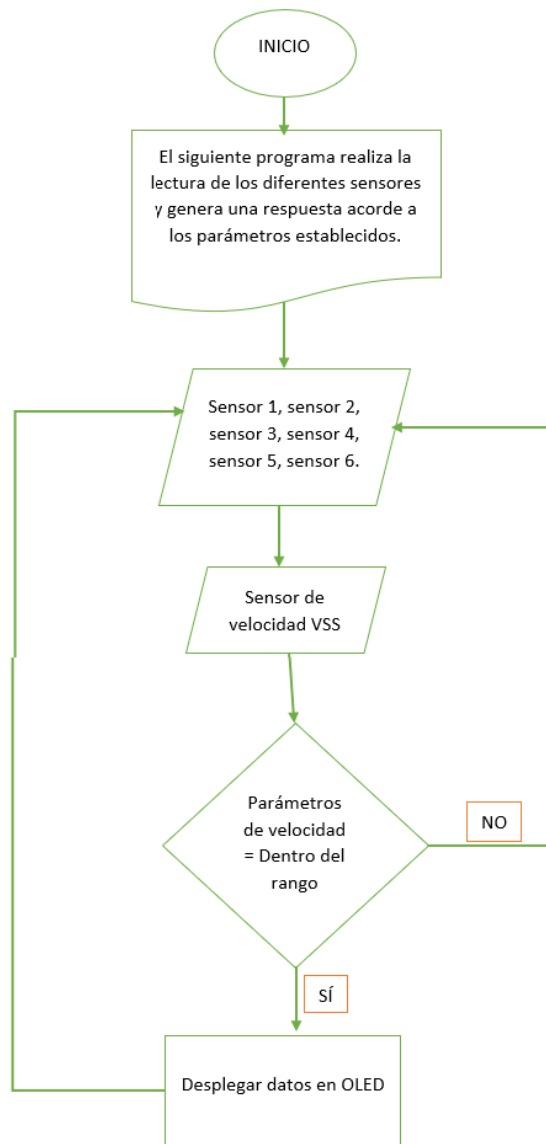


Diagrama 5. Algoritmo básico de programación de proyecto (pseudocódigo).

Analizando el algoritmo:

Como todo programa, primero, se especifican las variables que se van a utilizar, para este caso se hizo uso de variables globales, para que pudieran ser llamadas en cualquier momento:


```

//Pines
int Primera = 3;
int Segunda = 4;
int Tercera = 5;
int Cuarta = 6;
int Quinta = 7;
int Reversa = 8;
int sensorPin = A0;

//Variables
int sensorValue = 0;
int currentSpeed;
int velocidadMedia;
int a = 20;
int l = 20;

int ac = 54;
int lc= 20;//32

//Rangos
//Primera
int Uno_a = 0;
int Uno_b = 13;
int Uno_c = 10;
//Segunda
int Dos_a = 40;
//Tercera

```

A partir de las lecturas provistas por los sensores de proximidad de tipo efecto hall instalados en la palanca de velocidades, es indicado en qué posición se encuentra la palanca, es decir, el número de marcha actual la cual se despliega en la pantalla OLED, esta operación se realiza mediante un switch – case.

```

switch(currentSpeed) {
case 1:
if(velocidadMedia >= Uno_a && velocidadMedia <= Uno_b){
Serial.println(currentSpeed);
u8g.drawStr(ac,lc,"1");
delay(i);
}
else if(velocidadMedia > Uno_b && velocidadMedia <= Dos_a){
Serial.print(currentSpeed);Serial.print("<->");Serial.println("2");
u8g.drawStr(a,l,"1->2");
delay(i);
}
else if(velocidadMedia > Dos_a && velocidadMedia <= Tres_a){
Serial.print(currentSpeed);Serial.print("<->");Serial.println("3");
u8g.drawStr(a,l,"1->3");
}
else if(velocidadMedia > Tres_a && velocidadMedia <= Cuatro_a){
Serial.print(currentSpeed);Serial.print("<->");Serial.println("4");
u8g.drawStr(a,l,"1->4");
}
else if(velocidadMedia > Cuatro_a){
Serial.print(currentSpeed);Serial.print("<->");Serial.println("5");
u8g.drawStr(a,l,"1->5");
}
break;

case 2:

```

Después de conocer este dato, el microcontrolador leerá la señal analógica que nos proporciona el sensor del vehículo VSS, el cual está conectado al circuito LM331, proporcionando una señal que varía de 0 a 1023. Estos datos llegaron a variar en ocasiones con un error de hasta el 45% en las mediciones hechas a bajas velocidades y de hasta del 11% en velocidades medias y del

7% – 10% en velocidades altas, por lo tanto, se utilizó una función para encontrar el promedio de los datos medidos y así se logro reducir el error en menos del 10% para todas las velocidades.

```
// read the value from the sensor:
for(int j = 0; j <100 ; j++){
  sensorValue = analogRead(sensorPin);
  ave.push(sensorValue);
}

velocidadMedia = ave.mean();
Serial.println(velocidadMedia);
/*velocidadMedia = analogRead(sensorPin);
Serial.println(velocidadMedia);*/
```

Dependiendo de los rangos obtenidos experimentalmente se ajustan los datos para que la velocidad sea modificada dependiendo del régimen del motor. Se conoce a partir del manual de usuario que el cambio de velocidad (y en la mayoría de los vehículos) se debe realizar entre 2500 y 3000 revoluciones por minuto (RPM). Es por ello que el cambio de velocidad se programa para que sea realizado por el usuario mediante un aviso visual a la velocidad lineal de la unidad correspondiente a la velocidad de giro del motor.

Marchas	Km/h
1 ^a a 2 ^a	25
2 ^a a 3 ^a	40
3 ^a a 4 ^a	65
4 ^a a 5 ^a	72

Tabla 1. Recomendación para el cambio de marcha aconsejado por el fabricante.

“No conducir a un régimen de revoluciones del motor innecesariamente alto. Cambiando antes a una marcha superior ayuda a ahorrar combustible, reduce los ruidos y la contaminación [13].”

Experimentalmente se puede notar que según la recomendación del fabricante los cambios de velocidad se deben realizar entre el rango de revoluciones especificadas anteriormente. Se hicieron los ajustes correspondientes para que el cambio de marcha se realizara en el régimen de cambio especificado.

9.3 Tabla ponderativa para decisión para el uso de microcontrolador

- Visto bueno

- No cumple

Descripción	Arduino NANO	ARM Córtex M3 STM32F103RB	AVR Atmega328P
Costo accesible	•	-	-
Eficiencia	•	•	•
Durabilidad	•	•	•
Tamaño	•	-	•
Programación	•	•	-
Facilidad de adquisición	-	-	•
Plataforma libre	•	-	•
Librerías disponibles para display	•	-	-
Bajo consumo energético	•	•	•
Mayor cantidad de pines que aceptan 5V	•	-	•

Tabla 2. Tabla de ponderación para elección de microcontrolador.

10.0 Resultados

Desarrollando el diseño final. El sistema quedó de la siguiente manera:

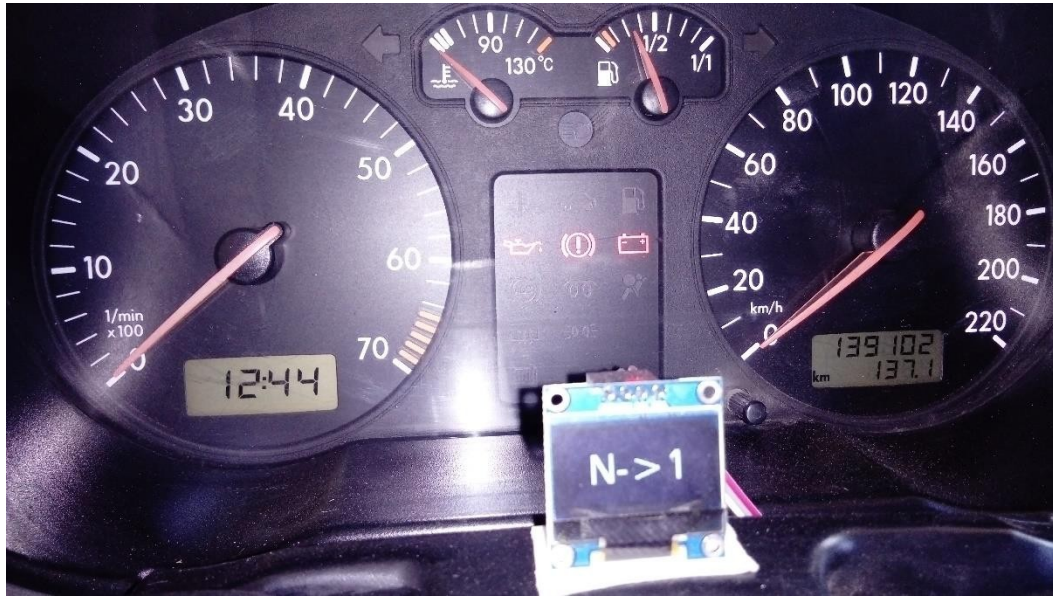


Figura 13. Display OLED ubicado cerca del tablero de instrumentos del vehículo.

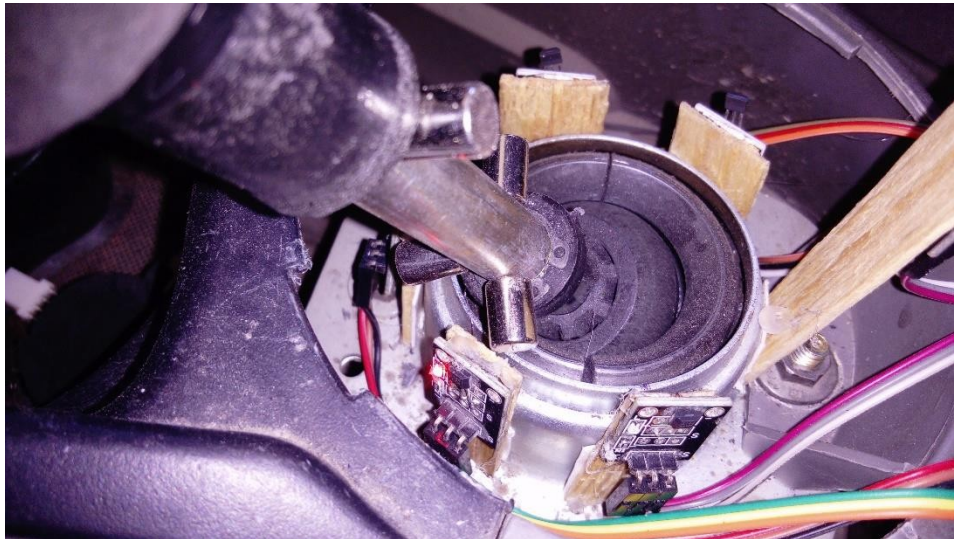


Figura 14. Sensores de efecto hall montados sobre la palanca de velocidades.

Velocidad km/h	Voltaje (Volts)
10	0.07
20	0.2
30	0.31
40	0.44
50	0.56
60	0.68
70	0.82
80	0.94
90	1.06
100	1.16

Tabla 3. Valores Voltaje por velocidad.

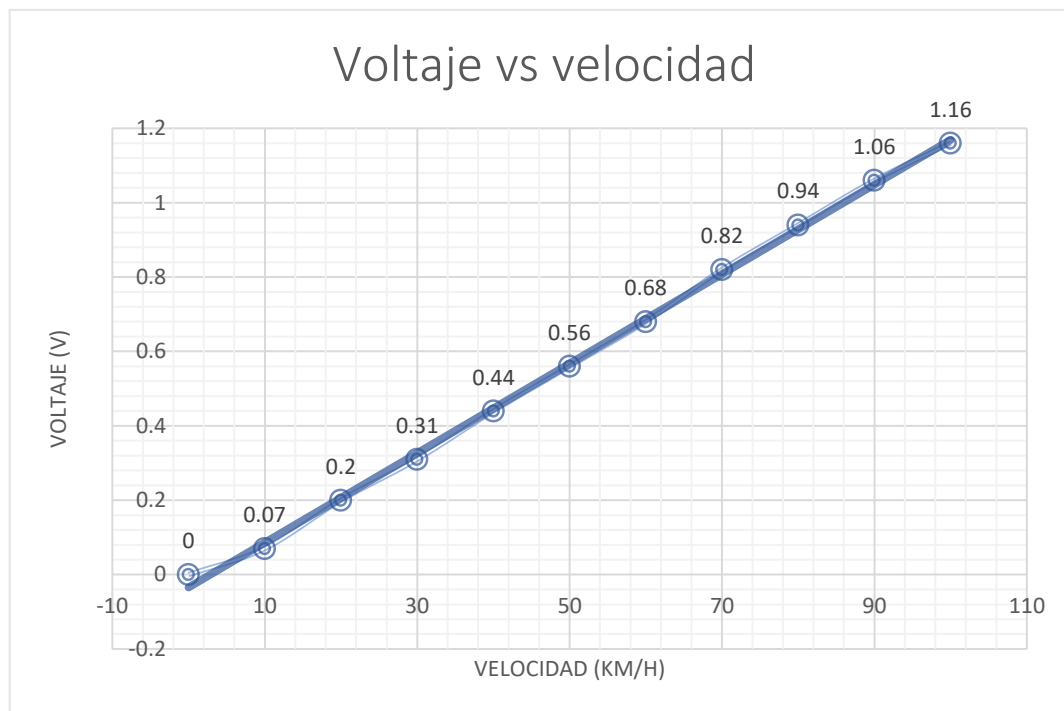


Gráfico 1. Voltaje vs Velocidad

En el gráfico 1 se puede observar los valores que el convertidor de frecuencia a voltaje (LM331) entrega para el microcontrolador tomando la señal del sensor de velocidad VSS de la unidad, de la misma manera se observa que el comportamiento es casi lineal.

De los resultados obtenidos se destacan los siguientes:

- 1) El circuito funciona con eficiencia, el conectar un regulador que alimente al circuito y al MC proporciona un voltaje menor a 12 V ($\approx 11.1 \pm 0.2V$). El uso del regulador step up-Down es útil al momento que la batería del carro alimenta otros circuitos como lo son las luces, el ventilador o el radio, permitiendo tener un voltaje constante.
- 2) El comportamiento del LM331 es, como se puede observar en la grafica 1, de comportamiento lineal. Por lo que es una señal análoga.
- 3) En el desarrollo físico del proyecto se pudo observar que el sistema presentaba cierta interferencia la cual se presumía provenía de la baja frecuencia que el sensor de efecto hall presentaba porque a velocidades mas altas este ruido era casi imperceptible. Se podía observar como actuaba esta interferencia cuando se desplegaba la información en display OLED al cambiar constantemente la imagen.
- 4) El principal factor que afecta la medición es la temperatura, se comprobó que a temperaturas menores de 20°C los valores analógicos leídos se modificaban y la medición se veía afectada:

<i>Cambio de marcha</i>	<i>Velocidad de cambio (km/h) a $T < 20^{\circ}C$</i>	<i>Velocidad de cambio (km/h) a $20^{\circ}C < T < 40^{\circ}C$</i>	<i>Error (%) con respecto a $20^{\circ}C < T < 40^{\circ}C$</i>	<i>Velocidad de cambio (km/h) a $T > 40^{\circ}C$</i>	<i>Error_2(%) con respecto a $20^{\circ}C < T < 40^{\circ}C$</i>
<i>1^a a 2^a</i>	18	20	10%	25	25%
<i>2^a a 3^a</i>	30	35	14%	40	14%
<i>3^a a 4^a</i>	40	45	11%	50	11%
<i>4^a a 5^a</i>	80	95	15%	100	5%

Tabla 4. Cambio de marcha a diferentes temperaturas de trabajo con su error porcentual.

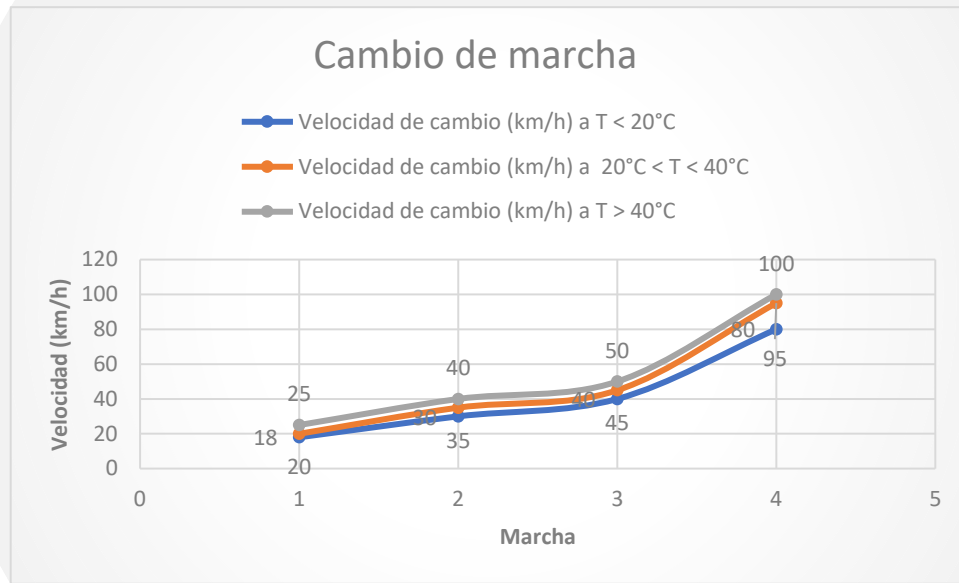


Gráfico 1. Velocidad de cambio de marcha en función de la temperatura.

Se presume que esta variación de lectura de temperatura causa sobre el circuito del LM331. Provoca un error en la lectura con respecto a la lectura esperada, es decir, entre mayor sea la temperatura, mayor será la velocidad de cambio. Y para atenuar este error se recomienda que el circuito acondicionador sea posicionado en un lugar donde la temperatura se mantenga en un estado constante.

Para eliminar esta variación de lectura se decidió instalar un sensor de temperatura (LM35) para que a partir de la modificación de esta variable se cambiaran los rangos programados para realizar el cambio de marcha, a los que posteriormente se les denominó como rangos dinámicos.

NOTA: El montaje final se muestra en el anexo 6.

11.0 Presupuesto final

Material	Cantidad	Costo	Total
Sensores de efecto hall	6	\$ 25.0	\$ 150.0
Pantalla OLED	1	\$ 95.0	\$ 95.0
Arduino Nano	1	\$ 80.0	\$ 80.0
LM331	1	\$ 65.0	\$ 65.0
LM35	1	\$ 30.0	\$ 30.0
Sensor VSS (Puede o no incluirse).	1	\$ 655.0	\$ 655.0
Conector tipo arnés	1	\$ 100.0	\$ 100.0
Buck boost (step up)	1	\$ 345.0	\$ 345.0
Extras: Cables, dispositivos pasivos, adhesivos, placa de pruebas.	1	\$ 150.0	\$ 150.0
		Total, con VSS	\$ 1,770.0
		Total, sin VSS	\$ 1015.0

Tabla 5. Presupuesto.

Como se puede observar en la tabla anterior el costo total fue de \$995.0 sin hacer gasto sobre el sensor de velocidad, pues se debe tener en cuenta que para que se pudiera realizar el proyecto, este sensor debió estar en optimas condiciones.

12.0 Conclusiones

Finalmente, con el desarrollo del proyecto se concluye que, a partir de los sensores: electrónicos e instalados en el vehículo se pueden obtener las variables necesarias para que un carro de transmisión manual pueda emular las decisiones que un automóvil de transmisión automática toma al momento de realizar los cambios de velocidad no de manera independiente al conductor, pero si brindando al usuario la información necesaria para que este pueda realizar dicha actividad.

Es necesario instalar sensores que soporten altas temperaturas cuando se fijan en cualquier parte de la transmisión.

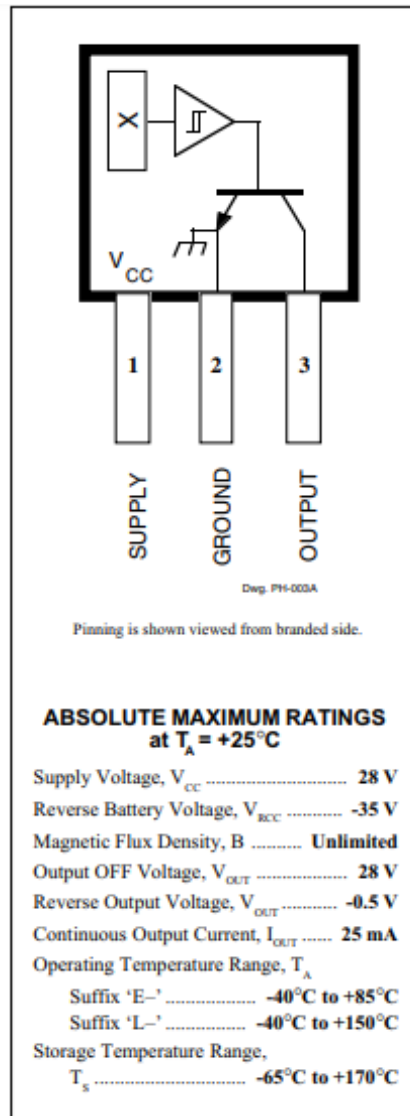
Utilizar sensores de efecto hall lineales es útil solo cuando se quiere conocer la distancia a la cual se aproxima un objeto magnético, de lo contrario si solo se requieren pulsos, es preciso utilizar los de tipo switch.

Se cumplió con el objetivo de “Desarrollar un sistema capaz de auxiliar al usuario a realizar de forma eficiente los cambios de velocidades en un vehículo de transmisión estándar”. Sin embargo, aunque el sistema funciona de manera eficaz respetando los rangos de cambio previamente programados. La interferencia de datos provocado por el ruido eléctrico provoca que el sistema presente cierto error el cual se intentó atenuar en lo mayor de lo posible pero no eliminar del todo.

Por último, es significativo mencionar que se pueden mejorar varias situaciones con este proyecto y se puede complementar haciendo mas robusta la idea, por ejemplo, instalando un aviso sonoro, la eliminación completa del ruido, la creación y diseño de un case que pueda contener al circuito completo.

Anexo 1

Diagrama de conexión interna del encapsulado 3144.



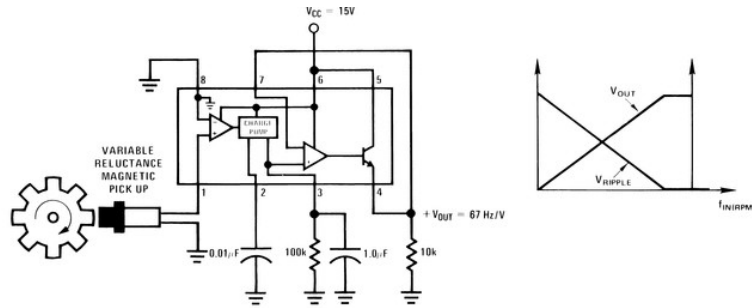
Sensor Hall 3144. (Datasheet).

[14]

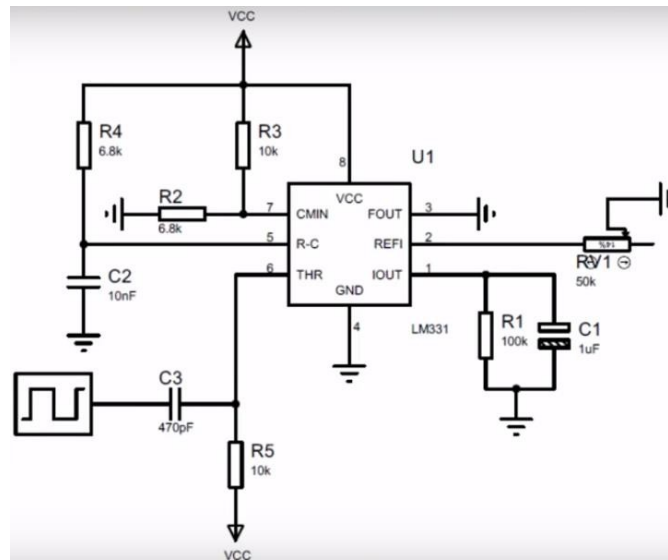
Anexo 2

Ficha técnica de sensor de velocidad de Volkswagen Pointer 2001	
Voltaje de alimentación	12 V
Voltaje entregado	(0.4 – 5) V
Tipo de señal	Cuadrada
Dentro del empaque	1 engrane
Terminales	3 terminales
Uso	Caja de velocidades

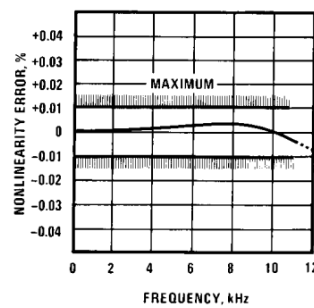
Anexo 3



Circuito de aplicación de LM2907 convertidor de frecuencia a voltaje.



Circuito de aplicación de LM331 en modo convertidor frecuencia a voltaje.



Error porcentual contra frecuencia en convertidor de Frecuencia a voltaje

[7]

Anexo 4

NORMA Oficial Mexicana NOM-194-SCFI-2015, Dispositivos de seguridad esenciales en vehículos nuevos-Especificaciones de seguridad.

3.5 Controles e indicadores:

3.5.1 Controles:

Mandos de accionamiento manual relacionados a un dispositivo los cuales permiten al conductor producir un cambio en el estado o el funcionamiento de un vehículo o subsistema del vehículo.

3.5.2 Indicadores:

Dispositivos que permiten mostrar una señal a los usuarios con el fin de indicar el estado del funcionamiento de algunos dispositivos del automóvil.

Tabla 1. Dispositivos de Seguridad Esenciales y sus Especificaciones en Vehículos Ligeros Nuevos

Dispositivo	NOM o NMX	FMVSS/SAE	Directivas Europeas	SRRV	KMVSS	CONTI
Apoyacabeza	---	202 ó 202a	78/932/EEC (87/534) ó 74/408/EEC	TRIAS Art. 22-4 1983 / 32-2-2005 Attach 34	26 ó 99	220 ó
Cinturón de seguridad	---	209 ó 210 ó 208	78/115/EEC (90/38) y 77/541/EEC (90/628)	TRIAS Art.22-3 31-1994/37-1998 Attach 3 1/32/33	27 ó 103	048 ó 221
Indicadores	---	101	78/316/ EEC	---	13	225 ó
Controles	---	101	78/316/ EEC	---	13	225 ó
Doble cerradura de cofre	---	113	---	---	21	481 ó 831

Dispositivos de seguridad esenciales y sus especificaciones en vehículos ligeros nuevos [15].

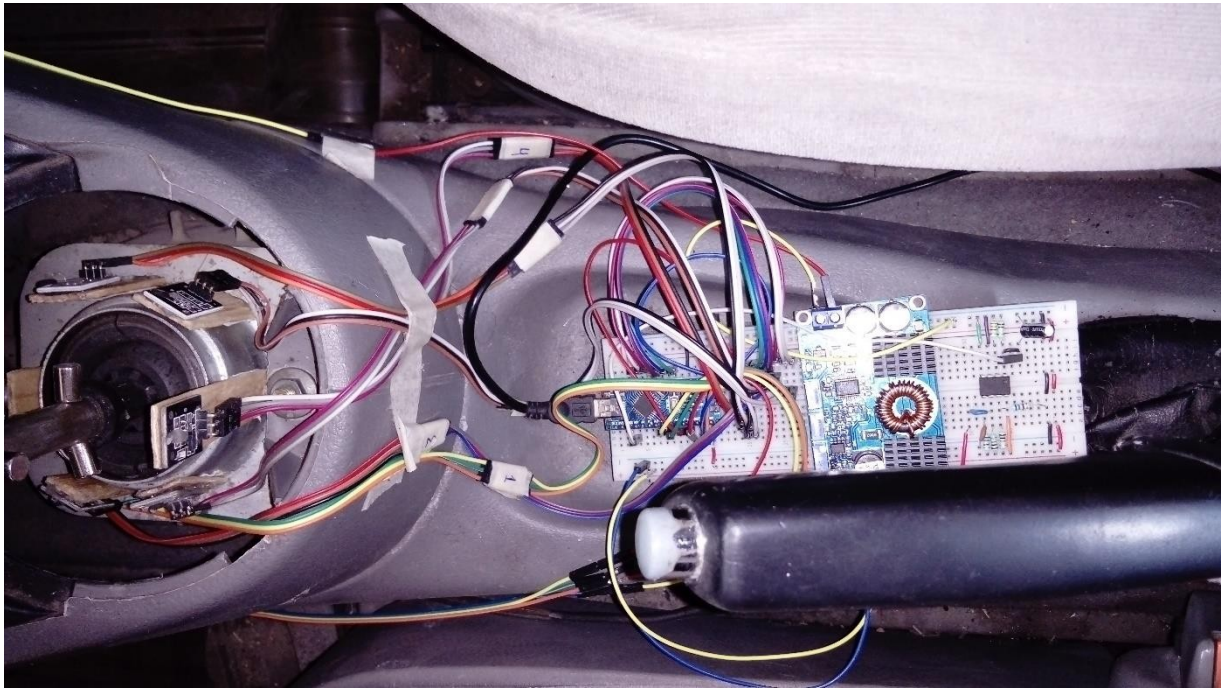
Anexo 5



Buck – boost (step – Down).

En este circuito, la resistencia variable selecciona el limite de voltaje al cual el de entrada va a ser regulado.

Anexo 6



Montaje de circuito final sobre placa de pruebas.

En esta placa se puede observar al circuito acondicionador de la señal (LM331) el convertidor de frecuencia a voltaje, el regulador Buck – boost y los sensores de efecto hall situados sobre la palanca los cuales se conectan al microcontrolador.

Referencias

- [1] A. A. T. Dávila, S. S. M. García y E. H. Amaro, *Motores de combustión interna*, México: Agua mecánica, 2012.
- [2] INEGI, «Vehículos de motor registrados en circulación,» México, 2017.
- [3] D. Sarvaiya, «¿Cuál es la relación entre potencia y torque?,» Quora, 31 Mayo 2016. [En línea]. Disponible: <https://www.quora.com/What-is-the-relation-between-engine-RPM-and-engine-torque>. [Último acceso: 12 Mayo 2019].
- [4] D. Hermógenes Gil Martínez, «El cambio de velocidades,» de *Nuevo manual práctico del automóvil*, Madrid, Cultural, 2015, pp. 788-800.
- [5] L. M. P. F. J. F. M. Juan Carlos Álvarez Antón, «Elementos de un circuito,» de *Introducción al análisis de circuitos eléctricos*, España, Textos universitarios ediuno, 2007, pp. 29-32.
- [6] BOSCH, «Sensores de aceleración de efecto Hall,» de *Los sensores en el automóvil*, Editorial Reverté, 2002, p. 73.
- [7] N. Semiconductor, «LM131A/LM131, LM231A/LM231, LM331A/LM331 Precision Voltage-to-Frequency Converters». U. S. A Patente RRD-B30M115, Diciembre 1994.
- [8] M. H. Rashid, «Buck-Boost Converter,» de *Power Electronics Handbook: Devices, Circuits and Applications*, USA, Academic Press, 2007, p. 251.
- [9] A. Service, «Consejos para cuidar tu Audi,» Audi AG, 2018. [En línea]. Disponible: <http://www.audi.com.mx/mx/web/es/servicios-al-cliente/postventa/cuidar-tu-audi.html>.
- [10] D. Villarreal, «Transmisiones y cajas de cambio [estado de la tecnología del automóvil],» *Diariomotor*, 3 Febrero 2012. [En línea]. Available: <https://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/02/03/cajas-de-cambio-estado-de-la-tecnologia-del-automovil/>. [Último acceso: 15 Mayo 2019].
- [11] J. S. Mendoza, «Prototipo de controlador difuso para el cambio de marchas en transmisión automáticas,» Ciudad de México, 2014.
- [12] «Ventajas de manejar un coche manual y un automático,» *El universal*, 23 Diciembre 2017.
- [13] Volkswagen, *Gol - Gol country Manual de instrucciones*, 2001, p. 57.
- [14] M. Inc., «3141 thru 3144 SENSITIVE HALL-EFFECT SWITCHES». Massachusetts Patente 27621.6A, 1999.

- [15] S. d. Gobernación, «Diario Oficial de la Federación,» 2015. [En línea]. Disponible: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5436325&fecha=09/05/2016. [Último acceso: 9 Mayo 2019].