



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**DISEÑO DE TREN DE POTENCIA, CHASIS Y ANÁLISIS DE
COSTOS PARA UN VEHÍCULO ELÉCTRICO DE
FÓRMULA SAE.**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTA:
GUADALUPE CORONA ORDAZ**

**NOMBRE DEL ASESOR:
MARIO EDUARDO LEAL LÓPEZ**

APIZACO, TLAX., MAYO 2024





Apizaco, Tlaxcala, 02/mayo/2024.

Oficio No. MM/370/2024.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno (a):	GUADALUPE CORONA ORDAZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. De Control:	15370836
Nombre del Proyecto:	DISEÑO DE TREN DE POTENCIA, CHASIS Y ANÁLISIS DE COSTOS PARA UN VEHÍCULO ELÉCTRICO DE FORMULA SAE.
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica»
Pensar para Servir, Servir para Triunfar



ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. METAL-MECÁNICA

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA


MARIO EDUARDO LEAL LÓPEZ
ASESOR

c.p.- Expediente
Archivo.

EAB*petry.



Apizaco, Tlax., 07/mayo/2024
No. OFICIO: DEP-CT/509/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

GUADALUPE CORONA ORDAZ
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 15370836
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"DISEÑO DE TREN DE POTENCIA, CHASIS Y ANÁLISIS DE COSTOS PARA UN VEHÍCULO ELÉCTRICO DE FÓRMULA SAE"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®*



MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



c.p. archivo

Agradecimientos

A mis padres por su amor incondicional, por guiarme hacia el camino correcto y apoyarme en las dificultades que se presentaron en el mismo.

A mis tíos Braulio, Max, Ana, Carmen y Manuel, que han sido un pilar en mi vida, por brindarme su tiempo y consejos, así como a mis hermanas por impulsar mis sueños y ser un ejemplo de valentía e integridad; Todos ustedes fueron la motivación más grande para concluir con éxito este proyecto.

Al Instituto Tecnológico de Apizaco por permitirme convertirme en un ser profesional, integral en formación, así como los profesores que me guiaron y me brindaron su experiencia para realizar la investigación.

Mi agradecimiento a el Dr. Raúl Cortés Maldonado, por su apoyo y enseñanzas.

Al personal de SAE por capacitarme y brindarme la información requerida para lograr los objetivos trazados en este proyecto.

Índice

1 Introducción	5
1.1.1 Formula SAE	5
1.2 Motor eléctrico.....	5
1.3 Microcontrolador.....	5
1.4 SOLIDWORKS.....	5
2 Descripción de la empresa	6
2.1 Misión	6
2.2 Visión	6
2.3 Valores	6
3 Planteamiento del problema	6
4 Objetivos	7
4.1 Objetivo General.....	7
4.2 Objetivos Específicos	7
5 Justificación.	7
6 Marco teórico.....	8
6.1 Definiciones	8
6.2 Etapas de diseño	17
6.2.1 Parámetros	17
6.2.2 Elección de componentes.....	17
6.2.3 Costos	18
7 Desarrollo.....	18
7.1 Asistencia a conferencias	18
7.2 Subsistemas del controlador.....	25
7.2.1 Alimentación	26
7.2.2 Controlador	26
7.2.3 Sensores.....	26
7.2.4 Interfaz	26
7.2.5 Salidas.....	26
7.3 Elección de componentes	27
8 Resultados.....	32
8.1 Costos	34

9 Conclusiones	41
10 Anexo	42
Bibliografía.....	44

1 Introducción

1.1 Formula SAE

LA fórmula SAE, es una competición de coches de carreras monoplace a nivel universitario que promueve el desarrollo de la ingeniería aplicada a la automoción. Los participantes de esa competición son equipos que presentan a universidades de países de todo el mundo. El nombre viene dado por Society of Automotive Engineers (Sociedad de ingenieros de automoción) ahora llamada SAE Internacional (1905).

La competencia demanda un excelente rendimiento en la pista y debe de cumplir con los parámetros, reglas y normas establecidas por la sociedad de ingenieros automotrices SE especificadas en el reglamento EV 2021.

1.2 Motor eléctrico

Enstronj es una empresa que se dedica a desarrollo tecnológico, producción y ventas de motores y controladores EMRAX de alta eficiencia, bajo peso y alta potencia.

EMRAX es un nuevo tipo de motor de flujo axial sin escobillas síncrono trifásico de CA u motor eléctrico de alta potencia, alto par, extremadamente ligero, de accionamiento directo, bajo nivel de ruido del motor y su eficiencia de hasta un 98%.

Debido a la alta torsión del motor EMRAX puede lograr una alta potencia también a velocidades relativamente bajas así el objetivo final de la empresa. Permite un accionamiento sin engranajes tiene más alta relación potencia-peso en comparación con otros motores síncronos de CA sin escobillas. (Cabrera Paredes & Calle Pérez, 2016)

1.3 Microcontrolador

Un microcontrolador no es ni más ni menos que un pequeño chip que dentro tiene circuitos necesarios para funcionar como un computador: un procesador, memoria y unidades de entrada/salida. El microcontrolador es el cerebro de un sistema electrónico y se encarga de hacer cálculos y generar señales en base a unas directrices que previamente se han de grabar en él. EL microcontrolador va acompañado de otros componentes electrónicos para que pueda funcionar. (HETPRO Herramientas Tecnología Profesionales, s.f.)

1.4 SOLIDWORKS

Es un software de diseño CAD 3D para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos 2D. SOLIDWORKS ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto, como lo son: Crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño (TALENTUM Industrias Avanzadas, 2020).

2 Descripción de la empresa

Instituto Tecnológico de Apizaco

2.1 Misión

Formar profesionistas que sean líderes visionarios, emprendedores, con capacidad de generar soluciones disruptivas, innovando en la ciencia y la tecnología, comprometidos con el desarrollo económico, responsabilidad social teniendo una visión sostenible y sustentable.

2.2 Visión

Ser una Institución de educación superior tecnológica de vanguardia, formadora de ciudadanos del mundo, con conocimientos intercultural, respetando la diversidad social.

2.3 Valores

HONESTIDAD: Se demuestra día a día a través de la transparencia con la ejecución de las actividades laborales cotidianas.

RESPONSABILIDAD: Es la actitud que caracteriza al personal en el cumplimiento de su tarea con eficacia y eficiencia en beneficio de la comunidad.

LEALTAD: Es la actitud que caracteriza al personal del Instituto Tecnológico de Apizaco, aplica sus conocimientos y habilidades en el logro de las metas institucionales, sin olvidar en ningún momento el lema.

Lema: “Pensar para servir, servir para triunfar”

Ubicación: en Av. Instituto Tecnológico s/n Conurbado Tzompantepec, 90300 Apizaco, Tlaxcala.

3 Planteamiento del problema

En un vehículo eléctrico el accionador eléctrico es de gran importancia para el buen desempeño del motor. Sin embargo, el rendimiento del controlador es influido por la variación de los parámetros del sistema, y las perturbaciones externas.

El motor de CD es uno de los actuadores eléctricos de más amplio uso por su versatilidad, variedad de tamaño y facilidad de control.

En México no se tienen antecedentes de controladores para vehículos de forma SAE.

Siendo el controlador a desarrollar pionero dentro de este concurso, tomando en cuenta las variables de potencia eléctrica, corriente de la carga conectada, tensión de entrada, torque de la carga, revoluciones por minuto y temperatura; como también el mantenimiento, las ventajas y desventajas del mismo.

El controlador se divide en cuatro etapas principales conforme a su funcionamiento teniendo: alimentación, controlador, interfaz y salidas al usuario, el desarrollo del presente controlador permite participar en la producción de un artículo científico, así como un manual que indica el procedimiento para su elaboración y da paso a siguientes investigaciones, poniéndonos como un referente de investigación a nivel estatal y nacional dentro de este ámbito.

4 Objetivos

4.1 Objetivo General

Diseñar un controlador para un monoplaza planteado según las normas de fórmula SAE 2021 desarrollando un sistema electrónico, que sea capaz de medir variables de forma paralela, según se vayan presentando, en el menor tiempo posible.

4.2 Objetivos Específicos

Determinar las especificaciones requeridas modelado, programación y análisis del ordenador Arduino para el motor EMRAX 208.

Definir las variables relevantes a medir. Diseñar un sistema de control de temperatura.

Diseñar un sensor de velocidad que facilite la interpretación de los datos.

Diseñar un sensor que permita conocer la posición del volante.

5 Justificación.

La presente investigación se enfoca en el diseño e implementación de un controlador para un vehículo eléctrico tipo formula SAE que permita adquirir datos para mostrar el desempeño general del vehículo basado en datos simulados por medio de sensores que nos permita reducir costos, manteniendo la eficiencia de controladores comercializados para este tipo de competencia. Asimismo, investigar los diferentes controladores desarrollados por equipos que han participado en formula SAE para tomarlos como referencia para ampliar la visión del mismo y alcanzar una perspectiva global e interdisciplinar.

6 Marco teórico

6.1 Definiciones

Señal analógica y digital.

Una señal eléctrica transmite información a través de la electricidad generada por algún fenómeno electromagnético que varía con el tiempo. Existen dos tipos de señales: Las señales analógicas y Las señales digitales. Es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo (representando un dato de información) en función del tiempo.

Analógica: Es un tipo de señal generada por un fenómeno electromagnético; representable por una función matemática continua en la que la variable es su amplitud y periodo en función del tiempo. Son señales que tienen una variación continua por ejemplo una onda sinusoidal es una señal analógica de una sola frecuencia.

Señal eléctrica analógica es aquella en la que el valor de la tensión o voltaje puede variar en cualquier instante de tiempo. Es decir, para cada instante de tiempo existe un valor independiente del resto.

Señal digital, es una señal discreta cuantificada que se expresa en Bits (número finito de amplitudes). La lógica binaria utilizada es (0,1) se determina en conjunto con la amplitud la cual cambia cada segundo. Formada por dos variables eléctricas con dos niveles bien diferenciados que se alternan en el tiempo transmitiendo información según un código previamente acordado, cada nivel eléctrico representa cero o uno.

Tabla 1 Señal analógica – digital

Señal analógica	Señal digital
Valores de amplitud infinitos	Número finito de amplitudes
Variación continua de amplitud en el tiempo	Lógica binaria (0,1)
Obtenida por transductores	La amplitud cambia cada T (Tiempo: Segundos)

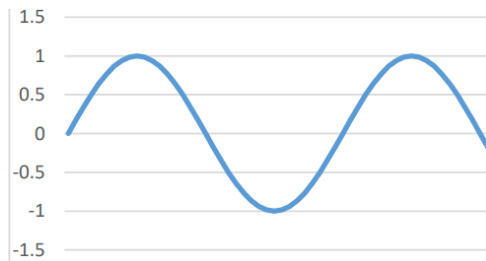


Fig. 1 Señal analógica



Fig. 2 Señal digital

El tiempo que transcurre entre una repetición y la siguiente se denomina periodo de la señal y se expresa en segundos.

La frecuencia es la cantidad de veces por segundo que se repite la señal, se expresa en hercios (Hz) y se calcula como el inverso del periodo:

$$t = \frac{1}{T}$$

Donde:

F es la frecuencia.

T es el periodo.

Una señal con un periodo de 1 ms tiene una frecuencia de 1kHz o 1.000Hz lo que nos habla de que a señal se repite 1.000 veces por segundo. [1]

Convertidor analógico digital (ADC)

Es un dispositivo electrónico que convierte una entrada de voltaje a un número digital. La salida digital puede usar diferentes esquemas de codificación, como binario, aunque algunos dispositivos no eléctricos o parcialmente eléctricos pueden ser considerados como conversores analógicos-digitales. La resolución de un conversor indica el número de valores discretos que este puede producir sobre un rango de valores de voltaje, expresado en bits.

Una clasificación de los convertidores A/D, es la siguiente:

Conversores de transformación directa.

Conversores con transformación (D/A) intermedia, auxiliar.

El convertidor ADC (Analog to Digital Converter) efectúa los siguientes procesos:

- 1.-Muestreo de la señal analógica.
- 2.-Cuantización de la propia señal.
- 3.-Codificación del resultado de la cuantización, en código binario.

Muestreo de una señal analógica

La representación gráfica de medio ciclo positivo (+), correspondiente a una señal eléctrica analógica de sonido, con sus correspondientes armónicos. Como se podrá observar, los valores de variación de la tensión o voltaje en esta senoide pueden variar en una escala.

Para convertir una señal analógica y digital, el primer paso consiste en realizar un muestreo de ésta, o lo que es igual, tomar diferentes muestras de tensiones o voltajes en diferentes puntos de la onda sinodal. La frecuencia a la que se realiza el muestreo se denomina razón, tasa o también f

Frecuencia de muestreo y se mide en kilo Hertz (kHz). En el caso de una grabación digital de audio, a mayor cantidad de muestras tomadas, mayor calidad y fidelidad tendrá la señal digital resultante. [2]

Modulación por ancho de pulso "PWM"

Modulación por ancho de pulso. Es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una sinodal o una cuadrada) Para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

Una señal, ya sea analógica o digital, se debe modular para que se transmita sin perder potencia o sufrir distorsión por interferencias, es decir sirve para variar la energía recibida por un dispositivo electrónico variando rápidamente la energía que este recibe. Una variación de PWM produce un cambio en el ciclo de trabajo (*Duty Cycle*) que es el tiempo que la señal está activa frente al tiempo que la señal está apagada. Con un ciclo de trabajo del 50% la señal está activa la mitad del tiempo, mientras que la otra mitad estará apagada. Si el ciclo de trabajo es de 100%, la señal estará activa durante todo el tiempo.

El ciclo de trabajo de una señal periódica es el ancho relativo de su parte positiva relación con el periodo.

Expresado matemáticamente:

$$D = \frac{\tau}{T}$$

Donde:

D: es el ciclo de trabajo.

τ : Es el tiempo en que la función es positiva (ancho del pulso).

T: Periodo de la función.

El ciclo de trabajo permite controlar el voltaje promedio de la señal, es decir, variar el voltaje de salida.

El voltaje promedio se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_{prom} = (V_H + V_L) * \frac{D}{100}$$

Donde:

V_H = Voltaje en estado alto.

V_L = Voltaje en estado bajo.

Con el PWM el periodo y la frecuencia son constantes. Lo que varía es el tiempo que está en estado alto (high) y bajo (low), lo que hace que la señal PWM sea tan útil y práctica.

Una de las entradas se conecta a un oscilador de onda de dientes de sierra, mientras que la otra queda disponible para la señal moduladora. En la salida la frecuencia es generalmente igual a la de la señal. [3]

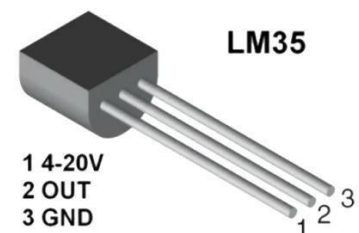
Sensor de temperatura LM35

Un sensor es un dispositivo que está capacitado para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. Estos aparatos pueden transformar las magnitudes físicas o químicas en magnitudes eléctricas. Los sensores son dispositivos que responden ante estímulos externos.

El sensor LM35 Es un circuito electrónico que permite medir temperatura. Su salida es analógica, es decir, te proporciona un voltaje proporcional a la temperatura. El sensor tiene un rango desde -55°C a 150°C. Este sensor no necesita el uso de un microprocesador basta con medir el voltaje de la salida del sensor con un multímetro. Para convertir el voltaje a la temperatura el sensor proporciona 10mV por cada grado centígrado.

Tabla 2 Características principales de LM35

Resolución	10mV por cada grado centígrado
Voltaje de alimentación	4Vdc hasta 20Vdc
Tipo de medición	Salida analógica
Numero de pines	3 pines, GND, VCC y V Salida
No requiere calibración	Precisión $\pm 1/4$ °C esta calibrado para °C
Consumo de corriente	60 μ A



Los pines del sensor de temperatura son tres GND, VCC y Vsalida y dependiendo el empaquetado será el orden de conexión. El TO-92 como se muestra en fig. 1 tiene la siguiente distribución:

1 Vs: Tensión de alimentación, se conecta de 4 a 20 volts.

2 Vout: salida

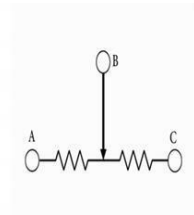
3 GND: tierra [4]

Potenciómetro

Un potenciómetro es un resistor eléctrico con un valor de resistencia variable y generalmente ajustable manualmente. El valor del potenciómetro viene expresado en ohmios (símbolo Ω) como las resistencias, y el valor del potenciómetro siempre es la resistencia máxima que pueda llegar a tener, el mínimo es cero.

Tabla 3 características de Potenciómetro

Resistencia	10K Ω
Potencia	0.5W
Temperatura de operación	-10 a +80°C
Tolerancia	20%
Numero de pines	3 Pines



Se cuenta con tres terminales de conexión al circuito la terminal A y C corresponden a las terminales de conexión al circuito y la terminal B se puede interpretar como la conexión de señal o punto de referencia.

Terminal A corresponde a GND.

Terminal B corresponde a señal.

Terminal C corresponde a V o señal de entrada.

$$x = \frac{V_s R_B}{R_A + R_B}$$

Donde:

V_s voltaje de la fuente

R_a y R_b son las dos resistencias que forman el potenciómetro. [5]

Resistencias

La resistencia es una medida de la oposición al flujo de corriente en un circuito eléctrico.

La resistencia se mide en ohmios. Cuanto mayor sea la resistencia, menor será el flujo de corriente. Cuanto menor sea la resistencia, mayor será el flujo de corriente.

Existen diferentes tipos de resistores disponibles que se pueden usar en circuitos eléctricos y electrónicos para controlar el flujo de corriente o para producir una caída de voltaje.

El código de color del resistor se utiliza para indicar el valor de la resistencia. Los estándares para los registros de codificación de colores se definen en las normas internacionales IEC 60062. Esta norma describe la codificación de colores para resistores con terminales axiales y el código numérico para resistores SMD. [6]

Tabla 4Código de colores de Resistencias

Color	VALOR 1	VALOR 2	VALOR 3	MULTIPLICADOR	Tolerancia
NEGRO	0	0	0	1 Ω	+/-1%
ROJO	2	2	2	100 Ω	
NARANJA	3	3	3	1k Ω	
AMARILLO	4	4	4	10K Ω	
VERDE	5	5	5	100K Ω	+/-0.5%
AZUL	6	6	6	1M Ω	+/-0.25%
VIOLETA	7	7	7	10m Ω	+/-0.10%
GRIS	8	8	8		+/-0.05%
ORO				0.1 Ω	+/-5%
PLATA				0.01 Ω	+/-10%

Transistor

Transistor viene del "Transfer resistor" o resistor de transferencia es un dispositivo que regula el flujo de corriente o de tensión sobre un circuito actuando como interruptor y/o amplificador, es un semiconductor capaz, de modificar una señal eléctrica de salida como respuesta a una entrada.

Los transistores operan sobre un flujo de corriente, dependiendo de cuál de las tres posiciones ocupe en determinado momento que son:

Activo: Se permite el paso de la corriente variable (más o menos corriente).

Corte: no deja pasar la corriente eléctrica.

Saturación: Deja pasar todo el caudal de corriente eléctrica (corriente máxima).

El transistor NPN es un transistor de unión bipolar. La primera letra indica una capa de material con carga negativa y una P indica una capa con carga positiva. Tiene un área positiva que se encuentra entre dos capas negativas. Los transistores NPN se utilizan generalmente en circuitos de conmutación, amplificando las señales eléctricas que pasan a través de ellos. Cuentan con tres terminales llamadas emisor, base y colector por los cuales se conecta el transistor a la placa o circuito electrónico. Cuando una corriente fluye a través del transistor NPN, el terminal de la base del transistor recibe una señal eléctrica, el colector genera

una corriente eléctrica más fuerte que la que pasa por la base y por el emisor pasa esta corriente más fuerte al resto del circuito.[7]

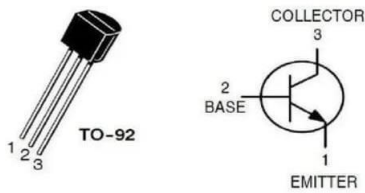


Fig. 5 Transistor NPN

Diodo rectificador

Dispositivo semiconductor que permite el flujo de la corriente eléctrica en una sola dirección. Está diseñado para dejar pasar la mitad positiva o negativa de la señal de corriente alterna (AC) usando la rectificación. El diodo rectificador presenta una curva característica que muestra las bases de su funcionamiento.

Polarización directa: Se conecta a la fuente de tensión en donde el potencial positivo está en ~~con~~ con el ánodo y el negativo con el cátodo. Esta configuración directa de tensión permite que el componente electrónico conduzca el paso de la corriente.

Polarización inversa: El diodo rectificador se une con los polos de una batería, quedando así el cátodo conectado al terminal positivo y el ánodo al negativo. Este genera la transmisión de corriente de baja potencia, conocida como saturación inversa o fugas.

A medida que eleva la temperatura esta corriente crece.

Si la tensión aplicada está por debajo del valor conocido como tensión de ruptura se genera un flujo de energía independiente, lo que hace que la corriente suba de forma rápida y con pequeños picos de tensión. [8]



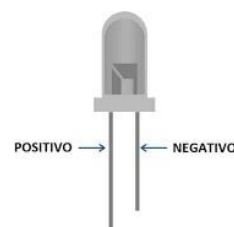
Fig. 6 Diodo rectificador

Led

Los diodos emisores de luz Proporcionan luz compuestos principalmente por una combinación semiconductor. El fenómeno de emisión de luz se basa en la teoría de bandas, por lo cual una tensión externa aplicada a una unión p-n polarizada directamente, excita a los electrones, de manera que son capaces de atravesar la banda de energía que separa dos regiones. Si la energía es suficiente de los electrones escapan del material en forma de fotones, Cada material semiconductor tiene unas características determinadas como se muestra en la Tabla 5. [3]

Tabla 5 Características de led

Material	Longitud de onda	Color
GaAs:Zn	9000A	Infrarrojo
GaAsP.4	6600A	Rojo
GaAsP.5	6100A	Ámbar
GaAsp.85:N	5300A	Amarillo
GaP:N	5600A	Verde



Cable

Los cables se utilizan para conducir electricidad. Se fabrican generalmente de cobre o aluminio por su excelente conductividad.

Un cable eléctrico se compone de: conductor, aislamiento, capa de relleno y cubierta.

Conductor es el elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios filamentos.

Aislamiento es el recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.

Capa de relleno es un material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.

Cubierta está hecha de materiales que protegen mecánicamente al cable. Su función es proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.

Los cables deben ser tan cortos como sea posible ya que los cables largos provocan caídas de tensión dinámicas debido a su impedancia.

Tabla 6 Amperaje de cables

Nivel de temperatura	60°C	75°C	90°C
Tipo de aislante	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, ThWN-2

Nomenclatura: capa de aislamiento que sirve para identificar el tipo de aislamiento del cable.

-T (Thermoplastic): Aislamiento termoplástico.

-H (Heat resistant): Resistente al calor hasta 75°C

-HH (Heat restant): Resistente al calor hasta 90°C

-W (Water resistant): Resistente al agua y humedad

-LS (Low esmoke): Baja emisión de humos y gases contaminantes en caso de ignición.

-N (Nylon): Cubierta de nylon, la cual resiste la abrasión, aceite y químicos.

Medida/Calibre del cable	Amperaje soportado		
14AWG	15 A	15 A	15 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A
10 AWG	30 A	30 A	30 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A
3 AWG	85 A	100 A	115 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A
1 AWG	110 A	130 A	145 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A

Arduino

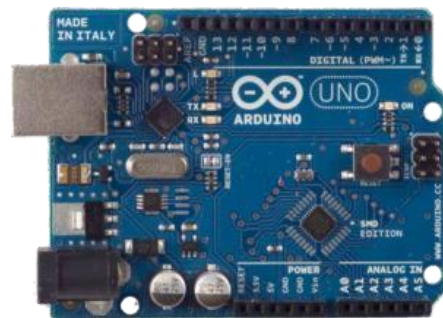
Arduino es una placa de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes usos.

Arduino es una placa con todos los elementos necesarios para conectar periféricos a las entradas y salida de un microcontrolador. Está basada en un microcontrolador ATMEL.

El microcontrolador Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos. El periférico que puedas usar para enviar datos al microcontrolador depende de gran medida de que uso le estés pensando dar. Cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. [9]

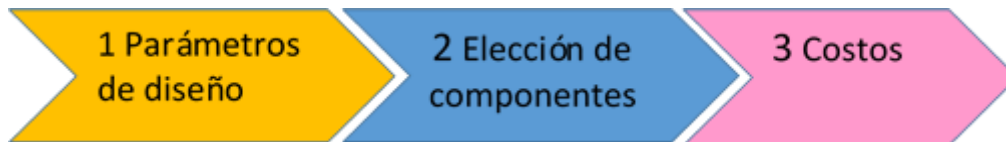
Tabla 7 Características técnicas de Arduino uno

Microprocesador	ATMega328P
Velocidad de reloj	16MHz
Voltaje de trabajo	5V
Voltaje de entrada	7.5 a 12Voltios
Pinout	14 pines digitales(6PWM) y 6 pines analógicos
Memoria	32KB Flash (0.5 para bootloader),KB RAM y 1KB Eeprom



6.2 Etapas de diseño

El proyecto se desarrolla en tres fases como se muestra en el siguiente esquema.



6.2.1 Parámetros

La competencia requiere de la simulación de un acelerador, un volante y un sistema que permita monitorear la temperatura y , por consiguiente debemos tomar en cuenta especificaciones dentro de los mismos, algunas generales como que deben operarse desde en el interior de la cabina por un solo conductor y contar con una carcasa que este reforzada con pilonero reforzado con fibra de carbono (CFRP) además de otras particulares que son: el control de temperatura tiene que monitorear al menos 20% de las celdas del acumulador y considerar un aislamiento térmico.

6.2.2 Elección de componentes

Para desarrollar el controlador se debe simular el comportamiento de los parámetros solicitados por el reglamento y los que consideremos necesarios para optimizar el funcionamiento del controlador.

Por lo tanto, el primer paso a realizar es definir el ordenador que nos ayudara a controlar cualquier periférico, o sensor externo.

De la misma forma se requiere de un dispositivo que permita simular el incremento/decremento de la velocidad. También de un sensor que simule el movimiento del volante, y sensores para el control de temperatura, para poder elegir el sensor correcto para cada uno de los casos para cada uno de los casos se utiliza al siguiente criterio:

Determinar el tipo del sensor (tamaño, presión, rango de voltaje, salida discreta o analógica)

Determinar forma y tamaño del espacio del sensor (forma física necesaria que se adapta a la aplicación necesaria)

Tipo de configuración que necesita (determina la naturaleza del circuito de control abierto o cerrado según el caso).

Analizar si cuenta con requerimientos especiales para su uso.

Con este método se facilita la elección del sensor de acuerdo a uso.

6.2.3 Costos

Se realiza un análisis de costos al controlador para identificar los recursos necesarios y tener una visualización más clara y simple del grado de éxito que puede tener el proyecto.

7 Desarrollo

7.1 Asistencia a conferencias

En el marco de la competencia se recibieron 8 talleres que complementan el desarrollo del proyecto, así como la formación profesional a continuación se enlistan los puntos más importantes de cada taller.

Introducción a SOLIDWORKS y la interfaz de usuario

Ponente: Ing. Hanói Alexa Gonzales

SOLIDWORKS es una plataforma con elementos que permiten la elaboración de diseños con la finalidad de realizar piezas ensamblajes y planos. La finalidad del ponente es explicar y enseñar las principales funciones de trabajo y las más utilizadas con el objetivo de comprender lo básico para su uso y poder emplearlo en diferentes áreas. A continuación, se da un breve resumen abordados en la conferencia.

La plataforma cuenta con ventanas que nos permiten visualizar los documentos, mostrar barras de desplazamiento, expansión o ajuste de visualizaciones, gestionar diseños de piezas, ensamblajes, hojas de dibujo, propiedades, configuraciones y aplicaciones de complementarias.

El panel de tareas proporciona acceso a recursos de bibliotecas de diseños reutilizables, vistas y otros elementos e información de gran utilidad.

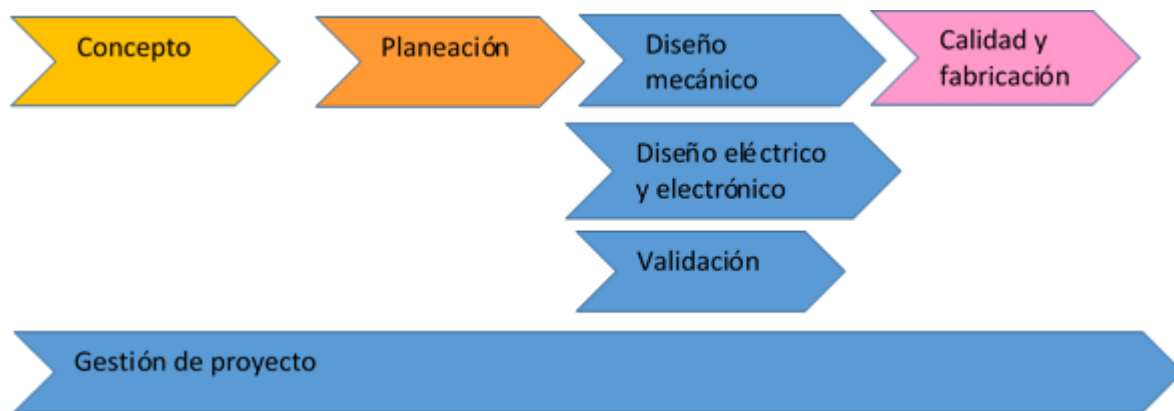
Cuenta con diversas funciones para configurar la visualización como zoom, trasladar, alinear, anotaciones entre otras, Así mismo nos permite cambiar el color de fondo en la plataforma.

SOLIDWORKS Electrical 2D

Ponente: Ing. Alan Hernández

Con este taller el ponente nos permite obtener una perspectiva general de la herramienta de SOLIDWORKS electrical para el uso en el proyecto. Se aborda temas como la introducción al diseño eléctrico los ciclos de desarrollo de un proyecto los elementos q componen a SOLIDWORKS electrical, la gestión de proyectándose interfaz de usuario.

El diseño eléctrico es el proceso de planificación y creación de equipos o sistemas eléctricos mediante diagramas esquemáticos componentes e información técnica de fabricantes, es importante trabajar con el flujo de trabajo con el sistema colaborativo de SOLIDWORKS, como se muestra a continuación. Ver fig. 8



En el que nos plantean trabajar concepto, planeación y de forma paralela diseño mecánico, diseño eléctrico y electrónico, validación y calidad y fabricación en la gestión del proyecto.

Se compone de cuatro partes importantes que son la aplicación, los datos del programa que se guarda n la carpeta y Microsoft SQL Server que contiene la base de datos y el servidor colaborativo.

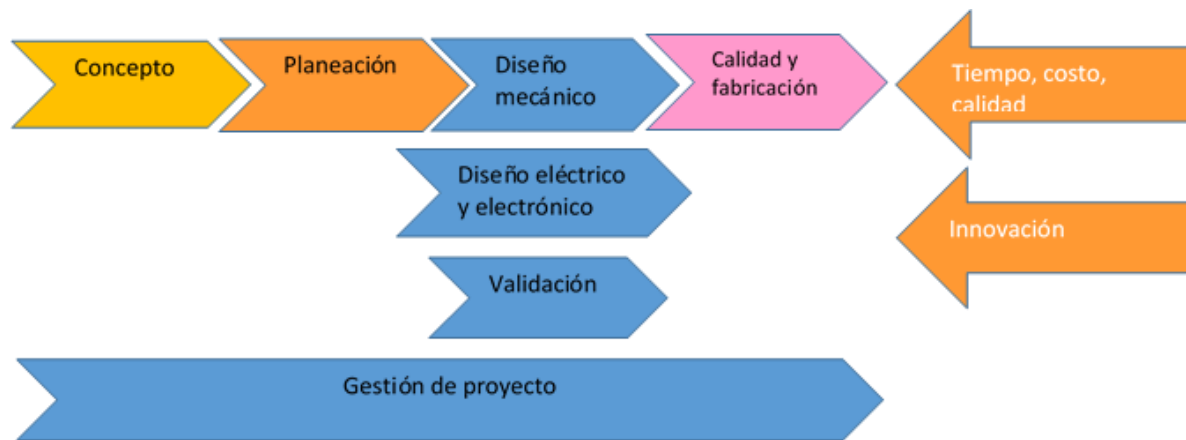
Un proyecto son un conjunto de archivos que definen una máquina eléctrica ensamble instalación sistema eléctrico y contienen no o as libros de documentos que contienen múltiples folders o diferentes tipos de dibujos trabajarlos en paralelo te permite ser más eficiente en actividades programadas educir costos, mejorar calidad, una mejor gestión de datos y poder destinar más tiempo a la innovación

SOLIDWORKS Electrical 3D y PCB

Ponente: Ing. Alan Hernández

En este taller se obtiene una perspectiva de la herramienta de SOLIDWORKS electrical 3d y SOLIDWORKS PCB para su uso en futuros proyectos.

La integración de aplicativos o herramientas que te van a permitir ubicar componentes eléctricos y usar herramientas de SOLIDWORKS routing para interconectar automáticamente los elementos de diseño eléctrico a un modelo 3d, los modelos 3d se sincronizan de modo que los cambios se actualizan automáticamente, lo que vuelve el proceso más colaborativo entre diseñadores eléctricos y mecánicos considerando tiempo, costo, calidad e innovación. Ver fig.9



Realiza interconexiones eléctricas de elementos eléctricos por el sistema de creación de recorridos automáticos que realiza la planificación y la documentación de recorridos y datos asociados.

SOLIDWORKS PCB proporciona una entrada esquemática, una biblioteca y herramientas de diseño para componentes eléctricos de placas de circuito impreso (Printed Circuit Board, PCB). Esta herramienta ayuda a ingenieros mecatrónicas y eléctricos a reducir riesgos de innovación y a comercializar productora, con mayor rapidez y menos prototipos físicos.

Modelado de sólidos y estructuras

Ponente: Eleazar López

En este taller abordan el tema de la suspensión y las necesidades que requiere para su diseño. Por lo que es necesario considerar el tipo de vehículo que va a considerar, el camino para el que estará diseñado y el peso total máximo del mismo como también la velocidad que va a correr.

Para el diseño de la suspensión es importante tomar en cuenta parámetros especiales como peso, eficiencia y velocidad puesto que la suspensión es el sistema encargado de mejorar las condiciones de manejo confort de un vehículo con la misión de mantener las ruedas en contacto con la pista la mayor cantidad de tiempo posible que además absorba las oscilaciones causadas por las irregularidades del terreno conservando la geometría de la dirección y evitando el balanceo.

Tomando en cuenta que la suspensión es una estructura ya cuenta con un conjunto de relaciones que mantienen entre sí las partes de un todo y para crearlos en SOLIDWORKS se crean croquis de entidades geométricas como base de operaciones de sólidos que pueden ser extrusiones, evoluciones y cortes, una vez realizado el croquis de la estructura se utiliza la librería de perfiles SOLIDWORKS para asignarle las propiedades al perfil, se simula con SOLIDWORKS simulation y al final la opción de malla, ejecución y resultados permite realizar el análisis de elementos finitos que permite analizar resultados como tensión y desplazamiento axial y fuerza de reacción en cada nodo.

Modelado de superficies instructor

Ponente: Ing. Hanói Alexa Gonzales

En este taller se aborda el tema de superficies y como crearlas en la plataforma SOLIDWORKS.

Las superficies son una frontera que separa dos regiones en el espacio. Un tipo de geometría que puede utilizarse para crear operaciones sólidas. SOLIDWORKS simplifica el diseño para hacer la creación de partes con formas complejas con herramientas de edición, superficie y de análisis.

Las herramientas de superficie están disponibles en la barra de herramientas, en estas puede utilizar aristas y vértices como superficie para utilizarlas como guía o trayecto, crear operaciones sólidas o de corte con la condición de a lo largo la superficie o equidistante a la superficie, crear una operación sólida dando espesor a las superficies de volumen cerrado y reemplazar una cara con la superficie.

También se deben de considerar las operaciones de superficie que permiten crear superficies que pueden ser de tangente o curvatura continua en ambas direcciones que en la mayoría de los casos ofrece un resultado de mayor calidad que la herramienta de recubrimiento. Dentro de

dichas operaciones se encuentra la revolución de superficie, superficie barrida, recubrir superficie, equidistancia superficie, radiar superficie y cortar superficie con las cuales podemos hallar la solución a obstáculos q se puedan generar a lo largo del modelado.

Se debe de tener claro q trabajar con sólidos es más fácil q trabajar con superficies ya que en estas se debe de modelar cada una de las caras del objeto y ser untadas de forma manual mientras q en solidos se lleva a cabo de forma automática, para esto Hay q tener en cuenta que para trabajar con sólidos se deben cumplir ciertos requerimientos:

Las fronteras entre las caras deben estar completamente unidas, sin ningún tipo de separación.

Un sólido se compone por un único cuerpo.

Todas las caras normales apuntan hacia la misma dirección (el interior se distingue del exterior)

Por otro lado, la principal fortaleza de las superficies puede describirse como su principal debilidad: no contienen espesor lo q significa q no es necesario preocuparse por el volumen de la pieza, permitiendo que nos entremos únicamente en la forma externa. Las formas y volúmenes pueden ser creados pieza por pieza o, si se requiere, cara por cara, concediendo un control extremo sobre el acabado del sólido. El proceso de trabajo cara a cara tiene una ventaja de ser muy lento y tedioso, pero a través de él se puede conseguir cualquier tipo de forma deseada.

Modelado de ensambles

Ponente: Ing. Alan Hernández

En el taller el ponente nos da una breve introducción a los ensambles: que son y cómo realizarlos dentro de la plataforma.

Ensamble es unir dos o más partes entre sí para formar un conjunto o subconjunto completo. En la plataforma se pueden construir ensamblajes complejos constituidos por multitud de componentes, que pueden ser piezas u otros ensamblajes denominados sub ensamblajes. Al agregar un componente a un ensamble se crea un vínculo entre el mismo y el componente. Cuando la plataforma abre el ensamblaje, busca el archivo del componente para mostrarlo en el ensamblaje. Los cambios efectuados en el componente se reflejan automáticamente en el ensamblaje. Se pueden constituir ensamblajes complejos constituidos por multitud de componentes que pueden ser piezas u otros ensamblajes denominados sub ensamblajes, Los cambios efectuados en el componente se reflejan automáticamente en el ensamblaje. Se puede crear ensamblajes utilizando diseño ascendente, descendente o una combinación de ambos métodos.

En el diseño descendente una o ms operaciones de una pieza se definen mediante un elemento del ensamblaje.

En el diseño ascendente y descendente se puede crear ensamblajes utilizando diseño ascendente o combinación de ambos métodos.

Son importantes las relaciones de posición ya que crean relaciones geométricas entre los componentes de un ensamblaje mediante que se agregan las relaciones de posición, se definen las direcciones permisibles del movimiento lineal o rotacional de los componentes y se puede mover un componente dentro de sus grados de libertad, visualizando el comportamiento del ensamblaje. También tiene la herramienta que se llama vista explosionada que muestra los componentes del ensamblaje separados, pero situados para mostrar como encajaran cuando se ensamblen.

Análisis estructural instructor

Ponente: Ing. Jaime Cruz

El ponente nos muestra cómo realizar un análisis estructural analizando tensiones, factor de seguridad deformación de componentes sin tener que configurar condiciones de carga y contorno automáticamente con SOLIDWORKS simulation agregado como complemento.

SOLIDWORKS puede realizar análisis de tensiones, factor de seguridad o deformación de componentes sin tener que configurar condiciones de carga y contorno. Las cargas necesarias se obtienen automáticamente a partir de un análisis de movimiento calculado.

Pasos para aplicar el análisis estructural

Seleccionar la configuración de simulación (barra de herramientas motionManager) para seleccionar una pieza, la duración y la hora de inicio del análisis de tensión y la malla para cada resultado.

Seleccionar calcular resultados de simulación para calcular los resultados del análisis de tensión después de configurarlos, después seleccionar la opción desplegable de los resultados de la simulación en la barra de herramientas para ver el resultado trazado y obtener un cálculo correcto.

Tenemos el trazado de tensiones, de deformación, de factor de seguridad.

Análisis de fluidos

Ponente: Ing. Jaime Cruz

El objetivo del taller es mostrarnos como se realiza un análisis de fluidos y su importancia. La plataforma nos permite simular eficazmente el flujo de los fluidos, la transferencia de calor y la fuerza de los fluidos que son elementos fundamentales para un diseño exitoso.

LA dinámica de fluidos computacional (CFD) permite a ingenieros y diseñadores utilizar datos y toma decisiones técnicas más enfocadas a la ingeniería de su trabajo.

Flow simulation puede importar las condiciones del modelo definidas para otros proyectos, lo que simplificara las definiciones del proyecto

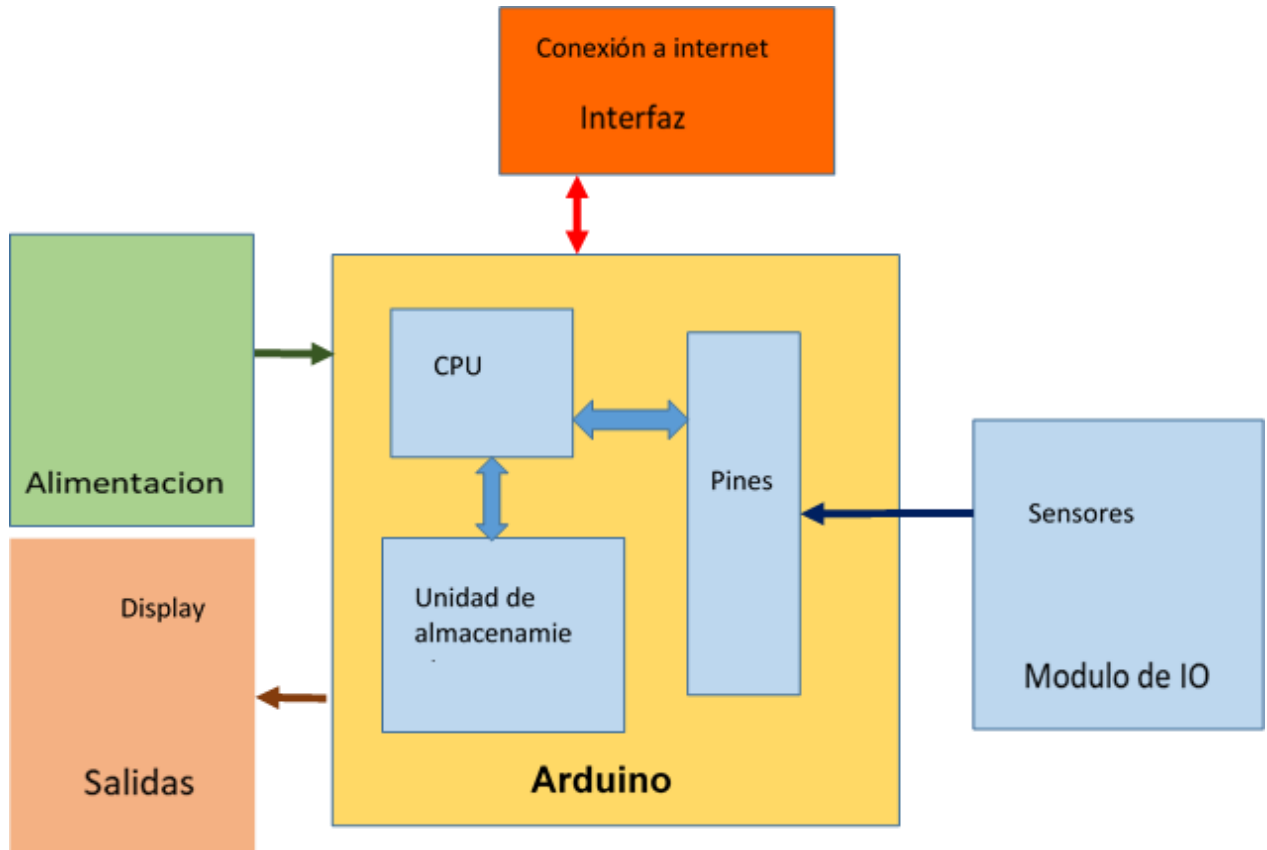
Crea una biblioteca de modelos con condiciones predefinidas.

SOLIDWORKS simulation cuenta con diferentes soluciones como Dinámica de fluidos computacional (CFD), análisis de flujo de fluidos, factores de comodidad térmica gestión térmica de dispositivos electrónicos, visualización de simulación análisis térmico de fluidos.

Y se dan conferencias sobre experiencias de los competidores e ingenieros de formula SAE como la de Brakes System Design o SAE México Automative competitions que abarcaban temas desde la experiencia de los ponentes en las competencias de tipo formula y el crecimiento laboral e intelectual que obtuvieron en la competencia, las complicaciones

7.2 Subsistemas del controlador

En la fig.10 podemos observar el controlador en subsistemas q nos permiten comprender de una manera más fácil la composición del mismo, se observan los módulos de interfaz, alimentación, salidas, controlador, y sensores. Cada uno con las siguientes características.



7.2.1 Alimentación

Alimenta la entrada del controlador teniendo un convertidor electrónico entre la fuente de alimentación (acumulador) el motor y el controlador.

7.2.2 Controlador

Se utiliza un ordenador que esté integrado con un CPU para el procesamiento de las señales, una unidad de almacenamiento, y pines digitales que nos sirven para leer y procesar las entradas.

7.2.3 Sensores

Son las entradas que le daremos a nuestro controlador las que permitirán simular el comportamiento del mismo.

7.2.4 Interfaz

Permite a su usuario comunicarse con una máquina, software o sistema, que es una pantalla para interactuar con el controlador nos permite visualizar la variación en las salidas del controlador y ver como se está comportando el programa al alterar las entradas de los sensores.

7.2.5 Salidas

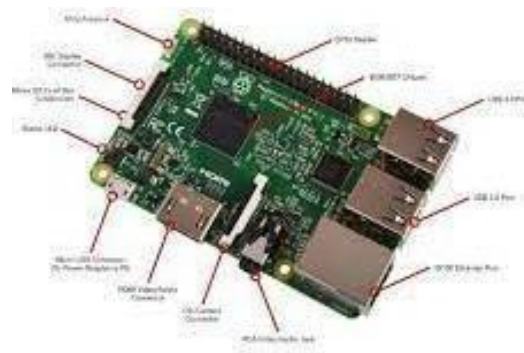
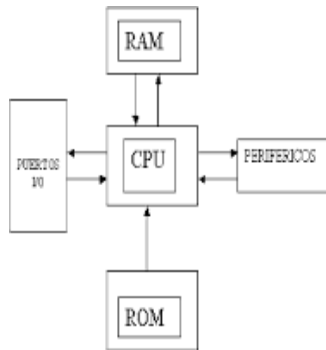
Resultado del procesamiento de señales de entrada. Los sistemas digitales, como por ejemplo un microcontrolador, usan la lógica de dos estados representados por dos niveles de tensión eléctrica, uno alto, H, y otro bajo, L, (de High y Low, respectivamente, en inglés). Por abstracción, dichos estados se sustituyen por ceros y unos, lo que facilita la aplicación de la lógica y la aritmética binaria. Si el nivel alto se representa por 1 y el bajo por 0, se habla de lógica positiva y en caso contrario de lógica negativa.

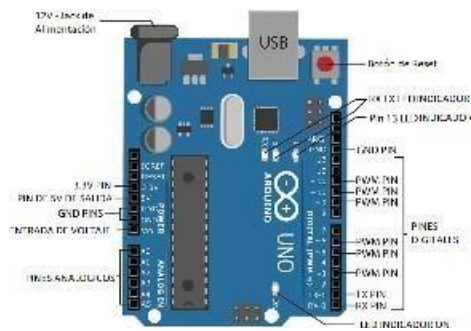
7.3 Elección de componentes

En primer lugar, se necesita definir el microordenador del controlador:

Tabla 8 Tabla comparativa

Características	Microcontrolador	Arduino	RASPBERRY
	Circuito integrado	Es una plataforma de desarrollo y creación electrónica	Serie de ordenadores de placa única.
Velocidad	4KHz	16MHz	250MHz
USB	No	Si	Si
Audio	No	No	Si
Ethernet	No	No	Si
Entradas/salidas	8 a 30	14	28
Sistema operativo	NO	GNU/Linux	Raspbian Windows 10 IoT Cores LibreELEC RetroPie
Lenguaje de programación		C alike, Arduino IDE	MicroPython C/C++
Precio	\$119	\$319	\$1090





Al elegir el ordenador nos encontramos entre Arduino y la raspberry donde tenemos un microordenador con muchos beneficios, pero solo podemos hacer uso de los básicos y bajo este concepto se elige como operador al Arduino ya que el micro operador tiene un costo más accesible y nos permite realizar el control sin tener un excedente de entradas que no se utilizan, pero si repercuten directamente en el costo del controlador

Se debe tener en cuenta las necesidades del proyecto y lo más importante el microordenador se debe de acoplar a las necesidades del proyecto y no al contrario. El raspberry necesita de una pantalla un teclado y un mouse para tener acceso al código de programación e inicializar los programas también contiene puertos de Ethernet y bluetooth sin embargo el reglamento impide el manejo del controlador fuera del vehículo lo que significaría pérdida de espacio en la cabina del conductor mientras que un Arduino por medio de una computadora se programa y está listo para usarse en cuanto se le conecte una fuente de energía.

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que se les puede dar diferentes usos.

Velocidad/Freno

Un dispositivo que permita simular el incremento/decremento de la velocidad. Se contemplan tres formas de realizar este procedimiento mediante un potenciómetro, un PID, o modulación por ancho de pulso que se describirán a continuación:

Potenciómetro

Al simular esta variación se utiliza el voltaje como referente y con esto se hace uso de la ley de ohm.

$$I = \frac{V}{R}$$

Donde:

I= corriente (amperios)

V=Voltaje (voltios)

R=Resistencia (Ohmios)

Un potenciómetro para la velocidad es el sensor más apropiado ya que al ajustar la resistencia se controla el voltaje debido a que los dos extremos de la pista de resistencia están conectados con una fuente de tensión lo que significa que la caída de tensión a través de la pista de resistencia es igual al valor de la fuente de voltaje. Si el voltaje aumenta la aceleración es positiva si reduce se produciría una desaceleración. Sin embargo, con este método se produce una pérdida de potencia lo que significa que no envía la fuerza necesaria a las ruedas y mecánicamente se generará un desgaste prematuro en las piezas.

PID (proporcional, integral y derivativo)

Este método como su nombre lo indica trata perturbaciones en un sistema retroalimentado.

El algoritmo del control PID consta de tres parámetros destinados: el proporcional el integral y el derivativo. El valor proporcional depende del error actual, el integral depende de los errores pasados y el derivativo es una predicción de los errores futuros. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar la velocidad del motor.

Un controlador PID (Proporcional, Integral y Derivativo) es un mecanismo de control simultáneo que calcula el error entre un valor medido y un valor deseado. Los tres parámetros que constituyen el algoritmo del control PID son:

- Proporcional: valor que depende del error actual.
- Integral: valor que depende de los errores pasados.
- Derivativo: predicción de los errores futuros

Modulación por ancho de pulso

Las placas de Arduino esta adaptadas para poder generar una señal pwm con Arduino de una forma muy sencilla utilizando la función analogWrite (), esta función permite generar señales pwm en los símbolos marcados con el siguiente símbolo ~.

Para generar una señal PWM se utiliza la función analogWrite (), el procesador emplea un recurso llamado temporizador o contador de 8 bits, un comparador y un valor representa el ciclo útil de la señal a generar.

El voltaje promedio se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V_{prom} = (V_H + V_L) * \frac{D}{100}$$

Donde:

V_H = Voltaje en estado alto.

V_L = Voltaje en estado bajo.

En Arduino el voltaje en estado bajo es normalmente 0V, la expresión se simplifica de la siguiente manera:

$$V_{prom} = V_{CC} * \frac{D}{100}$$

V_{CC} Es el voltaje que manejan los pines digitales de la placa 5V para Arduino uno, mega, nano, etc. y 3.3V para las placas como Wemos, NodeMCU.

El temporizador o contador de 8 bits es un número entero cuyo valor se va incrementando de 0 a 255 y una vez que alcanza ese valor regresa a 0 para comenzar el ciclo. Se incrementa hasta 255, ya que este es el máximo valor que se puede obtener con 8 bits. Al tratarse de una señal digital los valores son discretos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 255.

El comparador cuenta con dos entradas y una salida. Este es el encargado de generar la señal PWM utiliza no el contador y el valor que representa al ciclo útil.

Sensor volante

Tenido en cuenta el criterio anterior se utiliza un potenciómetro para simular el movimiento del volante si situamos en 0 el potenciómetro la tensión será la máxima que pueda tener y estará relacionada con girar al lado derecho el volante al estar en la resistencia media sería equivalente a que el volante se encuentra en el centro y por último si el volante se desplaza hacia la resistencia máxima simula que el volante es girado hacia la izquierda.

Control de temperatura

Se consideran diferentes tipos de sensores que se pueden observar en la tabla 9.

Tabla 9 Tipos de sensores

Termopares	Generación de corrientes entre dos metales con diferente comportamiento eléctrico, Respuesta lenta
Termo resistencias	Conductividad varía en función de la temperatura
Termostato	Activar o desactivar una función dependiendo de la temperatura
Sensores electrónicos	Mide la temperatura seca del aire

Se utiliza el lm35 que es un sensor de temperatura calibrada desde -55°C a 150°C a salida es lineal y equivalente a 10mV para monitorear la temperatura de las celdas del acumulador y la seguridad del conductor.

Se realiza el programa que controlara

Para realizar el análisis de costos se plantean los siguientes pasos:

- Determinar la necesidad de realizar el análisis de costos

Si se va a efectuar para determinar un presupuesto o hacer un plan estratégico para el futuro o si se realiza para un propósito más limitado o específico, como determinar si debes cobrar un servicio particular, quizá requiera de un análisis de costos más limitado que tan solo aborde los costos de ese servicio específico.

- Identifica la perspectiva de tu análisis de costos.

Determinar los datos que se recopilaran y la forma en q se va a clasificar y considerar los costos de oportunidad.

- Reúne registros e información financiera.

Usar información sobre costos reales para q sea útil y confiable.

Busca fuentes confiables y precisas.

- Determina el total de los costos.

Usa la información antes recopilada.

Programa

Para realizar el programa se necesita tener una serie de instrucciones secuenciales que permiten ejecutar acciones o programas y se divide en tres partes principales que son los datos de entrada, procesamiento de los datos y salida o resultados, a continuación, se describen:

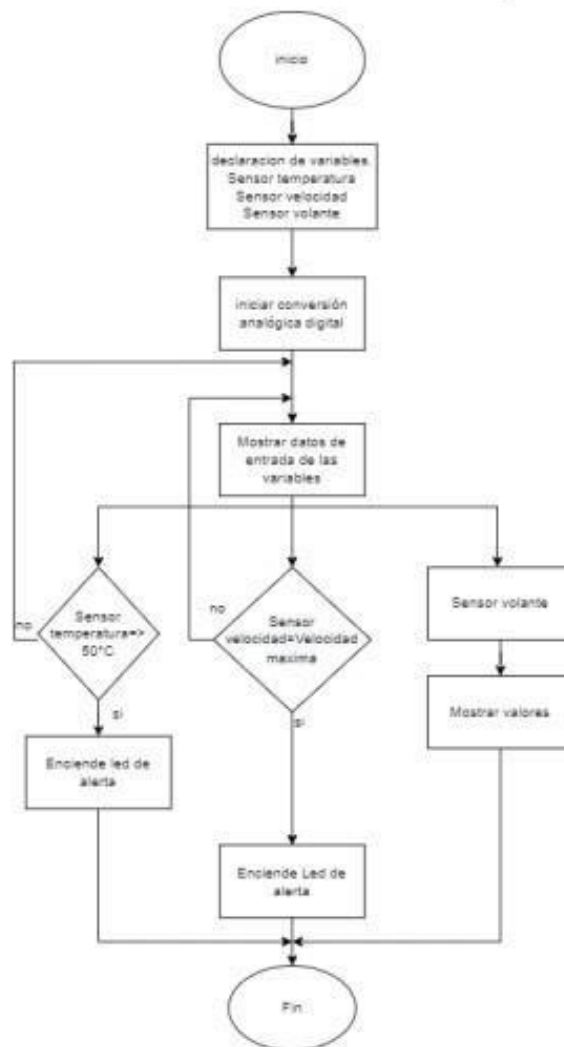
Datos de entrada: Representa la operación o acción que permite el ingreso de los datos del problema. El algoritmo tiene cero o más entadas, es decir cantidades que se entregan inicialmente al algoritmo antes de su ejecución.

Procesamiento de los datos: Representa la operación o conjunto de operaciones secuenciales, cuyo objetivo es obtener la solución del problema. Aquí incluye instrucciones aritmético-lógicas selectivas y repetitivas.

Salida o resultados: Representa una operación o conjunto de operaciones que permiten comunicar al exterior los resultados alcanzados que tiene una relación específica respecto a las entradas.

8 Resultados

Para la realización del programa se realiza el siguiente diagrama de flujo para tomarlo como base. Fig. 14.



El programa trabaja en paralelo con las tres variables que a continuación se describen

Se inicia el programa y declara las variables temperatura se adquieren los datos obtenidos por el sensor de temperatura estos datos pasan por un convertidor analógico digital para poder leerlos en el procesador y pregunta la temperatura es menor o igual a 50° ya que es la temperatura máxima. Si la respuesta es si regresa a leer los datos y se mantiene el ciclo hasta que la respuesta sea que no entonces se enciende un led de alerta y se mantiene midiendo el valor asta q este regresa a su temperatura normal y apaga el led de alerta sin dejar de adquirir lo valores del sensor.

Así mismo se da de alta la variable Sensor velocidad y se adquieren los datos obtenidos por el sensor de velocidad mediante el pin de PWM que nos permite variar el ancho de pulso de la señal con el máximo aprovechamiento de la corriente. Con esto se controla la señal digital para variar la energía que se envía a una carga, variando el tiempo de cada pulso para controlar el voltaje promedio de la salida.

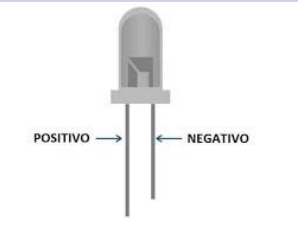
Una vez que hizo esto pregunta ¿llego a la velocidad máxima? si la respuesta es sí enciende un led y sigue midiendo, si la respuesta es no regresa a leer el valor y continua en el ciclo. Toma como velocidad máxima a la siguiente relación: Mayor ancho de pulso mayor intensidad lumínica de acuerdo a nuestra simulación.

De igual manera el sensor del volante se da de alta y se adquieren los datos obtenidos por el sensor y pasan por un convertidor analógico digital para poder leerlos en el procesador se muestran los datos obtenidos en pantalla.

8.1 Costos

Características del material a cotizar	
Características	Explicación
Área	Control de temperatura
Material	LM35
Características	Sensor de temperatura
Descripción	Proporciona un voltaje proporcional a la temperatura.
Proceso	Detecta estímulos externos, transformando magnitudes físicas en eléctricas.
Fasteners	Placa PCB
Categoría	Sensor
Unidad de medida	Voltio
Imágenes	
Terminales	GND, VCC y Vsalida
Costo total	1.47 dólares

Características del material a cotizar	
Características	Explicación
Área	Control Temperatura
Material	Led
Características	Diodo emisor de luz

Descripción	Semiconductor Una tensión externa aplicada a una unión p-n polarizada directamente excita los electrones, de manera q sean capaces de atravesar la banda de energía que separa dos regiones.
Proceso	Permite el paso de corriente en un solo sentido (funciona como interruptor abierto)
Fasteners	Placa PCB
Categoría	Semiconductor
Unidad de medida	Candela (intensidad luminosa)
Imágenes	 Diagrama de un LED con terminales positivo y negativo.
Terminales	Colector, emisor
Características de la pieza	GaAsP.4 Longitud de onda: 6600 ^a Color: Rojo
Costo total	0.24 Dólares

Características del material a cotizar	
Características	Explicación
Área	Control de velocidad
Material	Potenciómetro
Características	Resistencia variable
Descripción	Resistencia variable y ajustable manualmente

Proceso	Conforme se mueve la resistencia móvil la resistencia cambia en proporción al desplazamiento angular
Fasteners	Placa PCB
Categoría	Resistencia
Unidad de medida	Ohms
Imágenes	
Terminales	GND, V, Señal
Costo total	0.44 Dólares

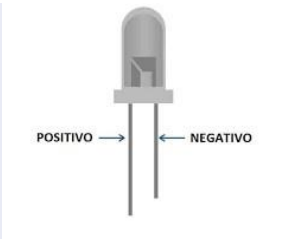
Características del material a cotizar	
Características	Explicación
Área	Control de velocidad
Material	Resistencia
Características	1k Ω
Descripción	Elemento que se Opone al flujo de corriente eléctrica en un circuito
Fasteners	Placa PCB
Categoría	resistencia
Unidad de medida	Ohms
Imágenes	

Terminales	Entrada, salida. Sin polaridad
Características de la pieza	Código de colores: Café, negro, rojo, dorado.
Costo total	0.25 Dólares

Características del material a cotizar	
Características	Explicación
Área	Control de velocidad
Material	transistor 2N2222
Características	Transistor bipolar de tipo NPN de silicio de baja potencia.
Descripción	Amplificación lineal y conmutación
Proceso	Si llega corriente a la base, es como si hubiera un interruptor cerrado entre el colector y el emisor, ya que circula corriente entre ellos. Deja pasar o corta señales eléctricas a partir de una pequeña señal de mando
Fasteners	Placa PCB
Categoría	Semiconductores
Unidad de medida	Volts
Imágenes	
Terminales	Colector, base, emisor
Características de la pieza	Encapsulado en metal tipo TO-18 Voltaje colector emisor en corte:50V

	Corriente colector constante:800mA Frecuencia de trabajo: 250-300 MHz
Costo total	3.42 Dólares

Características del material a cotizar	
Características	Explicación
Área	Control de velocidad
Material	Led
Características	Diodo emisor de luz
Descripción	Semiconductor Una tensión externa aplicada a una unión p-n polarizada directamente excita los electrones, de manera q sean capaces de atravesar la banda de energía que separa dos regiones.
Proceso	Permite el paso de corriente en un solo sentido (funciona como interruptor abierto)
Fasteners	Placa PCB
Categoría	Semiconductor
Unidad de medida	Candela (intensidad luminosa)
Imágenes	
Terminales	Colector, emisor

Imagen	
Características de la pieza	GaAsP.85: N Longitud de onda 5900 ^a Color: Amarillo
Costo total	0.24 Dólares

Características del material a cotizar	
Características	Explicación
Área	Sensor de volante
Material	Potenciómetro
Características	Resistencia variable
Descripción	Resistencia variable y ajustable manualmente
Proceso	Conforme se mueve la resistencia móvil la resistencia cambia en proporción al desplazamiento angular
Fasteners	Placa PCB
Categoría	Resistencia
Unidad de medida	Ohms

Imágenes	
Terminales	GND, V, Señal
Costo total	0.44 Dólares

Características del material a cotizar	
Características	Explicación
Área	Controlador
Material	Arduino
Características	Uno R3
Descripción	Ordenador: hardware y software
Proceso	Permite grabar instrucciones, las cuales se escriben con lenguaje de programación en plataforma Arduino IDE. Estas instrucciones crean programas que interactúan en los circuitos de la placa.
Fasteners	Placa PCB
Categoría	Microcontrolador
Imágenes	

Terminales	Alimentación: Encargada que los componentes reciban los voltajes adecuados.
	Interfaz de programación: Permite que el microcontrolador sea programado desde un ordenador.
	Microcontrolador: componentes indispensables para que el controlador funcione correctamente.
Costo total	11.86 Dólares

Fotos del circuito Ver figura 14.

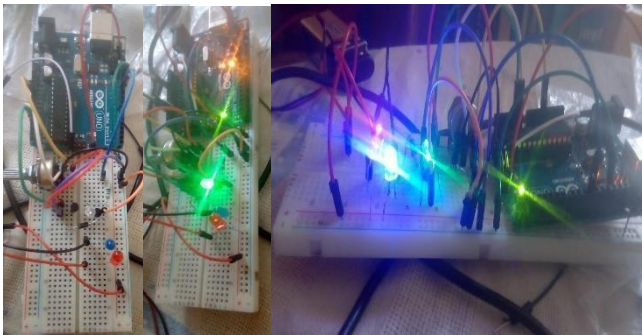


Fig. 14 Circuito

Se observa el programa funcionando primero midiendo los valores recordando que el valor de la velocidad es controlado por medio de la resistencia variable que permite variar el ancho de pulso que a la vez permite variar la velocidad sin perder intensidad de corriente. El sensor de temperatura va midiendo la temperatura de motor que esta simulado por el led ya que mientras trabaja el motor es importante no llegar a la temperatura máxima del motor para prevenir fallas. Los leds amarillo rojo y azul son los indicadores de temperatura y velocidad máxima.

9 Conclusiones

Para desarrollo del proyecto se procedió a separar en diferentes parámetros así tener un proyecto modular que nos permitiese enfocarnos en cada uno de los aspectos básicos del mismo como son los parámetros los componentes y los cosos del proyecto.

Para cada una de las fases se tomó en cuenta el reglamento de formula SAE, se eligió Arduino porque nos permite realizar el diseño de control ahorrando elementos electrónicos y el lenguaje de programación es sencillo y eficaz. Los elementos electrónicos nos ayudan a simular el comportamiento real del vehículo. El controlador realizado esta midiendo las variables de entrada y salida mostrándole al conductor señales que lo guíen en el transcurso

de recorrido como es el parámetro de velocidad le muestra la velocidad máxima que está permitida y de ahí debe desacelerar para no incumplir en el reglamento si como también la temperatura para no dañar el motor.

La contabilización de los costos ayuda a planear y controlar las actividades dicha contabilidad nos permite registrar determinar, distribuir, acumular, analizar, interpretar, controlar e informar de los costos de producción, distribución, administrativo y financiamiento.

Experiencia profesional adquirida

La experiencia profesional adquirida durante el desarrollo del proyecto se encuentra:

La capacidad de trabajar en equipo, manteniendo una sana convivencia con las diferentes áreas que se desarrollaron, fomentando la responsabilidad, empatía, el compromiso y el respeto por el trabajo e ideas aportadas al mismo.

Competencias a desarrollar

Trabajo en equipo.

Disposición intuitiva para participar en equipos de trabajo compartiendo información y para desarrollar un trabajo más eficaz sabiendo escuchar los consejos y sugerencias del resto de integrantes del equipo.

Solución de problemas.

La agilidad necesaria para encontrar ofrecer soluciones instantáneas ante problemas imprevistos e inesperados.

Compromiso.

Cumplir con requerimientos de distintos puntos de vista llegando a un resultado satisfactorio para todos en tiempo y forma, sujetando el peso del compromiso en cada etapa del proyecto descuidos y priorizando actividades sin restarles importancia a ninguna de ellas.

Solución de problemas.

Agilidad necesaria para encontrar y ofrecer soluciones instantáneas ante problemas imprevistos inesperados.

Programación.

Traducir a líneas de códigos, las tareas que queremos hacer leyendo los sensores en función de las condiciones del entorno con la interacción mediante actuadores.

10 Anexo

// Declaración de variables globales

float tempC; // Variable para almacenar el valor obtenido del sensor (0 a 1023)

```
int pinLM35 = 0; // Variable del pin de entrada  
del sensor (A)
```

```
const int led = 11; // led conectado al pin 11
```

```
const int pot = 0; // el pot está conectado al  
pin A0
```

```
int brillo; // variable para el brillo
```

```
char leer; // variable para almacenamiento de  
caracteres
```

```
void setup () {
```

```
    // configuramos el puerto serial a  
    9600 bps
```

```
    Serial.begin(9600);
```

```
    Serial.begin(9600); // inicialización  
del puerto serial para la comunicación
```

```
    pinMode (13, OUTPUT); // Se declara  
salida al pin que contiene el led
```

```
    digitalWrite(13, LOW);
```

```
    pinMode (12, OUTPUT); // Se declara  
salida al pin que contiene el led
```

```
    digitalWrite(12, LOW);
```

```
}
```

```
void loop () {
```

```
    // Con analogRead leemos el sensor,  
recuerda que es un valor de 0 a 1023
```

```
    tempC = analogRead (pinLM35);
```

```
    // calculamos la temperatura con la  
fórmula
```

```
    tempC = (5.0 + tempC +  
100.0)/1024.0;
```

```
    // Envía el dato al puerto serial
```

```
    Serial.print(tempC);
```

```
    // Salto de línea
```

```
    Serial.print("\n");
```

```
    // esperamos un tiempo para repetir  
el loop
```

```
    delay(1000);
```

```
    pinMode (led, OUTPUT);
```

```
    // declaramos el led como salida
```

```
    /* los pines analógicos se declaran  
como entrada automáticamente */
```

```
    /* leemos el valor del potenciómetro  
divididos entre 4 ya que solo se pueden usar
```

```
valores entre 0 y 255 en analogWrite
```

```
*/
```

```
    brillo = analogRead (pot) / 4;
```

```
    /* analogWrite recibe dos valores, el  
pin a usar y la intensidad del voltaje los
```

```
valores de voltaje van de 0 a 255 */
```

```
    analogWrite (led, brillo);
```

```
    leer = Serial.read(); // almacena la  
lectura del puerto serial en la variable leer
```

```
    if (leer == 'A') { // si en la variable leer  
aparece la letra 'A'; si el led no está  
encendido hacer lo siguiente:
```

```
        digitalWrite (13, HIGH);
```

		digitalWrite (15, HIGH);
digitalWrite(12,LOW);		
}else if (leer == 'B'){		digitalWrite(14,LOW);
//digitalWrite(led1, LOW);		}else if (leer == 'B'){
digitalWrite (12,HIG);		//digitalWrite(led1, LOW);
	digitalWrite	digitalWrite (14,HIG);
(13,LOW);		digitalWrite
}	(13,LOW);	
leer = Serial.read(); //almacena la	}	
lectura del puerto serial en la variable leer	}	
if (leer == 'A'){ /si en la variable leer		
aparece la letra 'a'; si el led no esta		
encendido hacer lo siguiente:		

Bibliografía

- [1] Arduino. (s.f.). *Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/software>
- [2] Arias Pérez, J., Bidarte Peraita, U., Lazaro Arroategui, J., & Zuloaga Izaguirre, A. (s.f.). *Problemas resueltos de Electronica Digital*. Vasco,España.: DELTA PUBLICACIONES.
- [3] Castro Lechtaler, A. R., & Jorge Fusario, R. (s.f.). *Teleinformatica para Ingenieros en Sistemas de Información*. Barcelona.ESPAÑA: REVERTÉ, S.A.
- [4] Claudio Rodriguez, P. (2013). *Componentes electronico*. ilustrada.
- [5] COPADATA. (s.f.). *¿Qué es una HMI?* Obtenido de <https://www.copadata.com/es/productos/zenon-software-platform/visualizacion-control/que-significa-hmi-interfaz-humano-maquina-copa-data/>

- [6] Longman Group UK Ltd, London. (s.f.). *Mediciones y pruebas electricas y electronicas*.
Barcelona: marcombo Boixareu Editores.
- [7] Pease, R. A., & Interactive Image Technologies. (1991). *Troubleshooting Analog Circuits*.
Elsevier.
- [8] Pigazo López, A., & Moreno Sáiz, V. M. (s.f.). *Sistems Electrónicos de Potencia en el Buque*.
Cantabria : KADMOS.
- [9] Schiavon, M. I. (2012). Fundamentos de diodos., (pág. 16).