



Centro de Formación Profesional Específica
Nuestra Señora de las Mercedes

***Bicicleta eléctrica solar
“ecoBici”***

Huelva, 26 de Mayo de 2016

Participantes: (Alumnos y Profesores)

1º Telecomunicaciones	1º Electricidad
Alba Huelva, Diego	Cabello Almenta, Juan Francisco
Dancauce Garrote, Juan Manuel	De la Torre Cáceres, Fermín
García Moreno, Diego	Domínguez Polo, Mario
Gil Soltero, Antonio	El Idrysy , Imad
Iglesias Espina, Daniel	García Lagares, Daniel
Lagares Pinto, Juan Manuel	García Méndez, Javier
Larios Sánchez, Juan Carlos	Gómez Castillo, Miguel Ángel
León Sauci, Antonio Jesús	Iniesta Oliver, José Luis
Márquez García, Rubén	Macías, Francisco Javier
Navarro Rosado, Antonio	Millán García, Raúl
Potempa , Pawel Jakub	Moro Rodríguez, Juan Antonio
Reinoso Muñoz, Alonso	Parreño Ruiz, Juan Manuel
Rodríguez Camacho, José	Pérez Rodríguez, David
Salas Díaz, Javier	Pérez Vergara, Manuel
	Romero Maraver, Aaròn
	Sánchez Cabrera, José Joaquín
	Solís Tirado, Francisco Javier
2º Telecomunicaciones	2º Electricidad
Gabarro Gil, Rafael	Bernal Monge, Francisco Javier
Moro Cerero, Jesús	Domínguez Bermúdez, Adrián
Ortega Ordóñez, Pablo	Lepe Sánchez, José María
Rodríguez Vázquez, Francisco Jesús	Miranda Valles, Manuel Jesús
Romero Cáceres, Carmelo	Pérez Caraballo, Alberto
Ruiz Cortés, Marcos	

Profesor: Juan María Díaz Cano

Índice.

1	INTRODUCCIÓN	5
2	OBJETIVOS	5
3	ESTRUCTURA DE LA BICICLETA	6
3.1	SISTEMA ILUMINACIÓN	8
3.1.1	LUZ DELANTERA	8
3.1.2	INTERMITENTES TRASEROS LATERALES Y LUZ CENTRAL TRASERA DE FRENO	9
3.2	ESPEJO DELANTERO	12
3.3	GUARDABARROS TRASERO	13
4	ESTUDIO DE LOS SENSORES	14
4.1	SENSOR DE CORRIENTE	15
4.2	SENSOR DE TENSIÓN	15
4.2.1	DISEÑO DEL PROTOTIPO SENSOR DE TENSIÓN	16
4.3	SENSOR DE ULTRASONIDOS	16
4.4	SENSOR DE EFECTO HALL	17
4.5	SENSOR DE TEMPERATURA	18
4.6	LDR	18
5	ESTUDIO DE LOS ACTUADORES	18
5.1	LCD	18
5.2	SERVOMOTOR	19
5.3	LED	19
5.4	RELÉ	20
6	SISTEMA ELÉCTRICO	20
6.1	CABLEADO ELÉCTRICO	20
6.2	SISTEMA DE PROTECCIÓN	21
6.2.1	PROTOTIPO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN ELÉCTRICA.....	21
7	ARDUINO	22
7.1	LIBRERÍAS UTILIZADAS	25
8	EQUIPAMIENTO ELECTRÓNICO	25
8.1	SISTEMA DE POTENCIA	26
8.1.1	BANCO DE CONDENSADORES	26
8.1.1.1	Prototipo de banco de condensadores.....	27
8.1.2	CONVERTIDOR DCDC (BOOST).....	27

8.1.2.1	Prototipo conversor DCDC o Boost.	29
8.2	SISTEMA DE CONTROL.....	29
8.2.1	REGULADOR DE TENSIÓN Y CARGADOR DE SMARTPHONE.	30
8.2.2	DETECTOR DE OBSTÁCULOS	31
8.2.3	SEGUIDOR SOLAR.....	31
8.2.3.1	Programación para el control del seguidor solar.	32
8.2.4	CORTE DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.	33
8.2.5	MEDIDOR DE VELOCIDAD KM/H	34
8.2.6	LCD	34
8.3	PANEL DE CONTROL FRONTAL.	34
8.3.1	PROTOTIPO DE PANEL DE CONTROL FRONTAL.	36
9	CONCLUSIONES.	36
10	BIBLIOGRAFÍA.	37

1 Introducción.

Una bicicleta eléctrica es una modificación de la bicicleta tradicional pero a la que se le ha añadido un motor eléctrico, es capaz de alcanzar velocidades entre 30Km/h a los 70Km/h convirtiéndose en un transporte ecológico.



La bicicleta eléctrica comienza en el siglo XIX con la aparición de las baterías pero se empezó a desarrollar en el 1980, las primeras patentes aparecieron en la década de los 80 por Ogden Bolton Jr y en 1920 la compañía alemana Heinzmann fabricó el primer motor para bicicleta eléctrica, la producción creció desde 1993 hasta 2004 y se espera que para 2017 entre un 20% y 30% de todos los vehículos de dos ruedas sean bicicletas eléctricas.

2 Objetivos.

El presente trabajo tiene por objetivo el estudio, diseño y realización de una bicicleta eléctrica que se recargue utilizando la energía solar, para ello será necesario incluirles la electrónica necesaria para gestionar la energía producida por el sol a través de placas solares. Será necesario diseñar la estructura de la bicicleta para que albergue todos los dispositivos: Placa solar, dispositivos electrónicos, baterías, etc...; y que, además, dicha estructura sea estable y segura.

Para la construcción sólo utilizaremos elementos reciclados, a excepción de paneles solares, motor y control del motor. Será necesario que incluya los elementos que cumplan el código de circulación de vehículos, como: luz delantera, intermitentes, luz de freno y espejo.

Las características que vamos a incluir en nuestro diseño serán:

- Detector de obstáculos: Al detectar un obstáculo bloquea el acelerador.
- Seguidor solar: Sistema basado en varios LDR's y un Servo motor que buscará la máxima intensidad lumínica, y basculará la placa solar, para conseguir el máximo rendimiento de carga eléctrica.
- Interruptor general eléctrico: Formado por un PIA y varios fusibles de seguridad.
- Boost: Convertidor DCDC para transformar la tensión de los paneles y recargar baterías.
- Sistema Capacitor: Batería de condensadores para ayudar en la aceleración de la bici.
- Sensores Tensión: Para medición en baterías y paneles
- Sensores Intensidad: en baterías, paneles y motor.

- Ordeador de abordo: Un Arduino, controlará mediante un programa, todas las funciones de la Ecobici.
- Pantalla frontal: Para mostrar todos los datos rastreados: Velocidad, Consumo, Sensores, etc.
- Cargador del móvil: Conexión para la carga de nuestro Smartphone.
- Interruptores de Panel Frontal: Para controlar todas las funciones de Arduino, como el Sistema de corte del sistema fotovoltaico para usar de noche, etc...

3 Estructura de la bicicleta

Se ha optado por un diseño que consiste en la combinación de dos bicicletas unidas, a modo de “sidecar” usando tres ruedas, que nos conceden mayor estabilidad y seguridad. Se incluirán unos soportes verticales, para sostener el panel fotovoltaico basculante, que se orientará hacia el sol para captar la máxima radiación lumínica.



A la estructura se le aplica una pintura base blanca para poder pintarla posteriormente. Los soportes terminan en una escuadra, que permitirá la basculación de la Placa Solar.





Motor y control electrónico.



En este punto describiremos la alimentación y el montaje del kit proporcionado para el control del motor. Para la alimentación hemos unido dos grupos de dos baterías en serie y luego la hemos asociado en paralelo para poder tener los 24v que necesitábamos para la alimentación del kit eco blue, del fabricante B.B.BATTERY, cada batería es de 12v y una intensidad de 6 A cada una



Para el conexionado del motor, un conductor va hacia el kit eco blue, que lleva la tensión hacia el motor.

Sensor de Pedaleo

El sensor HAL tiene tres cables: entrada +5v., masa y señal. La señal es de tipo on/off. El disco de imanes estándar mide 65 mm. de diámetro. El motor debe funcionar sólo mientras se pedalea; y debe dejar de actuar cuando se deja de pedalear.

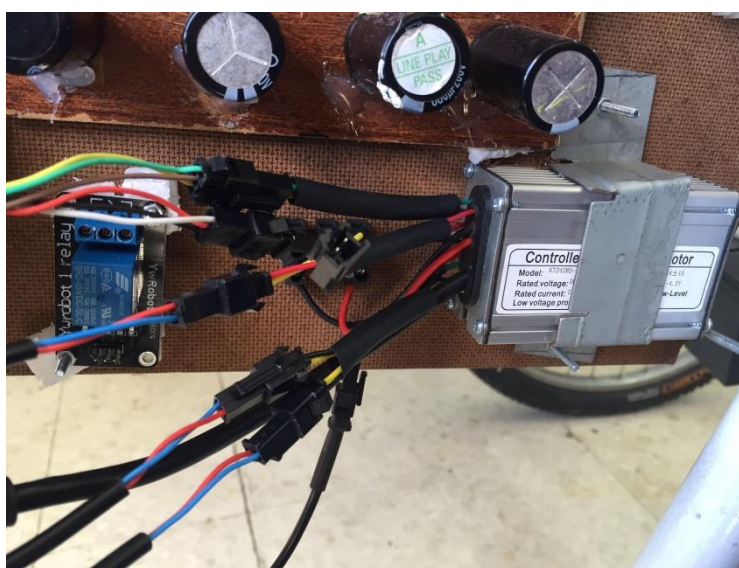
Para realizar la instalación:

1. Retiramos el embellecedor del pedal.
2. Retiramos el tornillo, y la biela.
3. Quitamos la cazoleta del eje.
4. Volvemos a poner la cazoleta, pero en esta ocasión, ponemos el soporte metálico del sensor HAL.
5. Ponemos el disco de imanes, teniendo presente la dirección de las flechas.



Conexión nuevo controlador del KIT Eco Blue

1. Alimentación: 24v. (rojo-negro) los cables irán hacia a nuestro bloque de baterías.
2. Motor brushless: (3 gruesos: verde, amarillo, azul) los cables irán hacia la rueda delantera, donde va situado el motor, que va a una tensión de 24 V.
3. Sensor de pedaleo: ficha negra, cables, rojo, verde, azul los cables se dirigen hacia la biela de pedaleo que es donde está situado el disco del sensor y equivale a una tensión de 5V.
4. Sensor Velocidad: ficha blanca, tres cables, rojo, blanco y negro.
5. Cables hall motor: ficha negra, cables, amarillo, azul, verde, negro y rojo
6. Manetas de freno: cables amarillo y negro (dos conexiones) va hacia el manillar una conexión para cada maneta; que cuando frena hace iluminar una luz trasera.
7. Panel LED: ficha blanca, cables rojo, azul, negro, verde, amarillo. Los cables se dirigen hacia el cuadro de la bicicleta que no tiene rueda delantera, donde se ubicará todo el cuadro de mando de todos los dispositivos instalados en la bicicleta.
8. Acelerador: ficha negra, cables negro, rojo, blanco. Los cables se dirigen hacia el manillar que es donde está el acelerador.

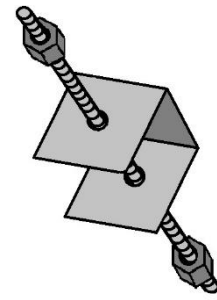
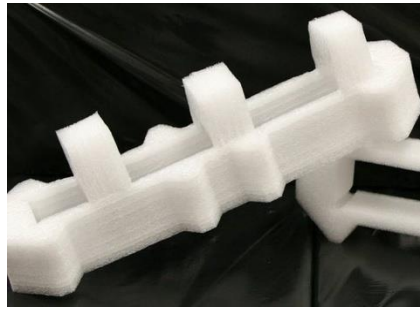


3.1 Sistema iluminación

Se ha diseñado el sistema de iluminación para la bicicleta, para ello se ha reciclado los intermitentes de una moto de 50cc. Para la iluminación delantera se ha utilizado un faro de un patinete eléctrico y para colocar la luz del freno se utilizará una placa con leds rojos.

3.1.1 Luz delantera

Para el diseño de la luz delantera se utilizará el faro de un patinete, al que se ha colocado un foco de led de 12 V. Para la sujeción y amortiguamiento se ha utilizado espuma de propileno y chapas para fijar a la estructura.



Este es el aspecto que queda, tras taladrar la estructura de la bicicleta:

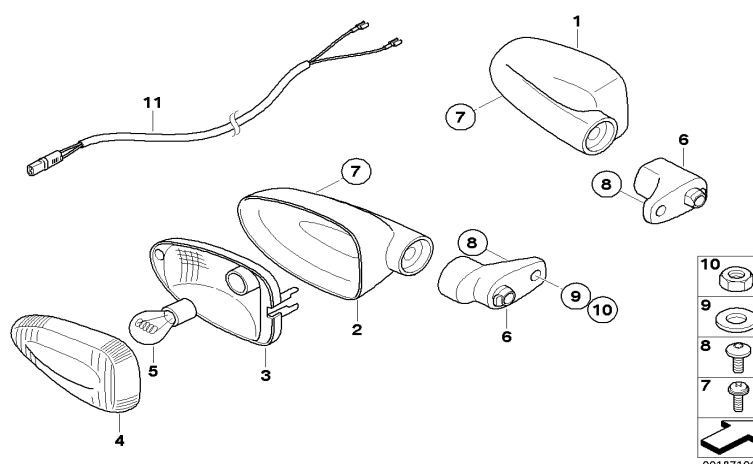


3.1.2 Intermitentes traseros laterales y luz central trasera de freno

Tanto los intermitentes como la luz del freno provienen de materiales reciclados. Se han utilizado materiales como plásticos, para las carcasas y tulipa, goma para el soporte y partes metálicas para su fijación como pernos tuercas y tornillos.

Para la luz de freno la iluminación será de diodos LED a 12 V, y el color emitido será el rojo. Para los intermitentes la iluminación será de diodos LED de igual tensión, y debido a las tulipas, el color, en este caso, será amarillo.

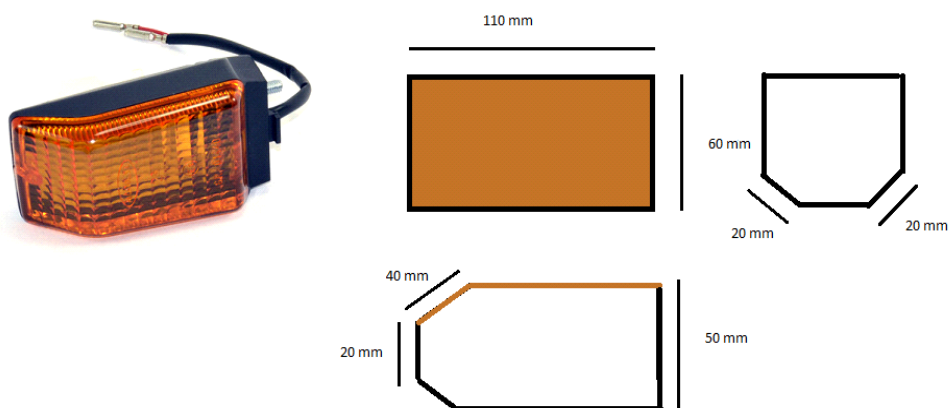
A. Despiece por partes



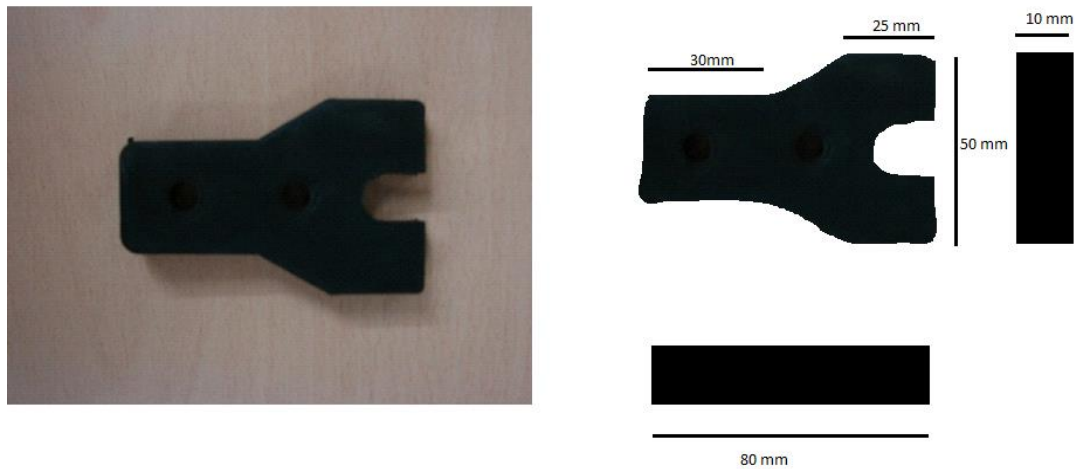
- 1 .Carcasa exterior,
- 3. Carcasa interior con reflector (soporte de iluminación),
- 4. Tulipa de plástico,
- 5. Sistema de iluminación (Iluminación LED de 12V)
- 6. Unión del conjunto intermitente al soporte de goma
- 7. Unión y fijación de la carcasa exterior y la interior
- 8.9.10 Unión del soporte de goma al chasis
- 11. Cableado y conexionado

B. Forma y dimensiones del intermitente / Luz de freno

SoloStocks



C. Forma y dimensiones del soporte para intermitentes

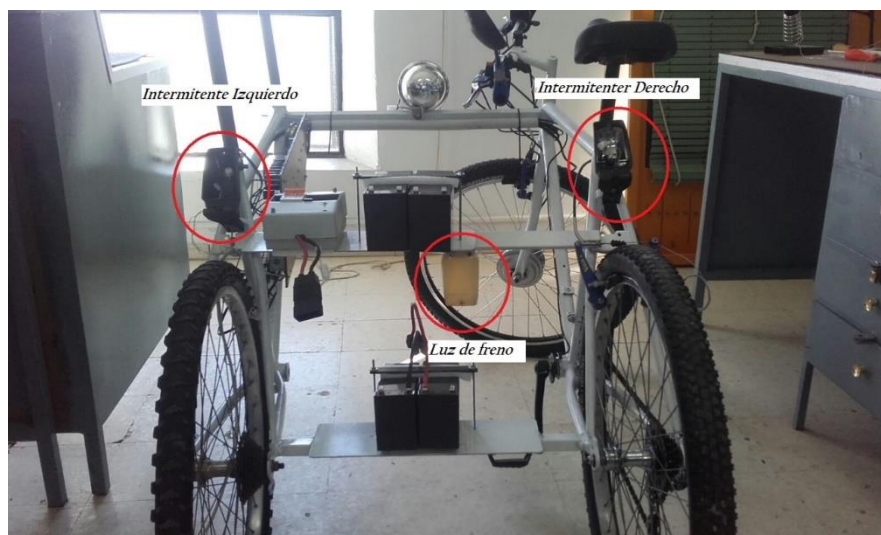


D. Instalación de los intermitentes

Los intermitentes están instalados en los laterales traseros de la bicicleta, están fijados mediante tornillo y tuerca a un soporte de goma que une el conjunto del intermitente al chasis metálico de la bicicleta.

E. Instalación de la luz de freno

La luz de freno se encuentra en la zona trasera central de la bicicleta, bajo el soporte de las baterías, sin necesidad de un soporte de goma; es fijado al chasis de la bicicleta utilizando como unión el perno de fijación de las propias baterías. La luz de freno dispondrá de una tulipa transparente distinta de las amarillas que llevan las luces de intermitencia.





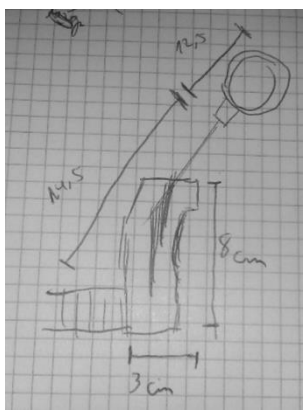
Intermitente izquierdo

Luz de freno

Intermitente derecho

3.2 Espejo delantero

Para dar seguridad al ciclista es necesario incluir un espejo retrovisor; para ello se ha diseñado uno reciclando materiales. El boceto sería:



Usando un espejo retrovisor de moto, una Maneta de freno y trozos de madera y procediendo como continuación se detalla obtendremos el espejo fijado a la maneta de la bicicleta.



Paso 1: el espejo retrovisor tiene que encajar en la maneta de freno para ello se hacen 2 agujeros 1 por la parte de arriba (mostrada en la foto) y otro agujero para poner el tornillo.

Paso 2: meter el espejo retrovisor por el agujero de arriba.

Paso 3: el espejo todavía no quedará sujeto bien por lo que recortamos trozos de madera de 1 cm de ancho y 5 cm de largo para meterlos dentro y hacer soporte, pero antes hacemos unos agujeros con el taladro para que estén sujetos por el tornillo.

Paso 4: una vez hecho los agujeros se mete la madera (encajando con el agujero para meter el tornillo) y metemos el tornillo y apretamos bien con 2 tuercas.



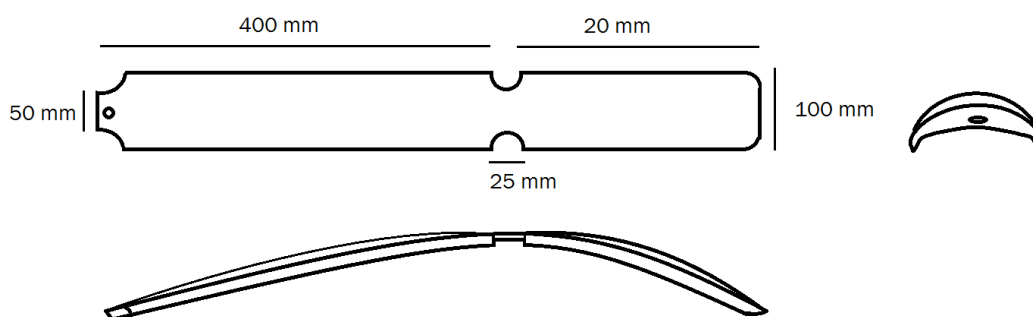
Paso 5: Recortamos trozos de plásticos para tapar los huecos de la maneta de freno, pegándolos con silicona.

Paso 6: la maneta de freno se coloca en el manillar de la bici y se aprieta bien para que este no caiga.

3.3 Guardabarros trasero

El guardabarros no solo evita la posible suciedad que pueda llegar a salpicar al conductor de la bicicleta sino que además protegerá a todo el conjunto electrónico y evitar así la acumulación de polvo o suciedad durante el recorrido, para ello diseñamos una, con la ayuda de una canaleta, de cables eléctricos.

Despiece por partes



Situación del guardabarros y Fabricación

Guardabarros diseñado y fabricado a través de la tapa de una canaleta,



Primero tomamos medidas, luego se plasmaron las medidas en la canaleta, y señalamos los puntos donde se debía cortar, a continuación se procedió al corte. El siguiente paso fue marcar los puntos de perforación para su posterior fijación, se realizaron los agujeros y se comprobaron.

La forma curva del guardabarros se hizo con un decapador calentando el material que era de plástico se pudo dar la forma correcta y adaptarlo en su ubicación evitando cualquier roce .



4 Estudio de los sensores.

En este apartado se realiza un estudio de los sensores y actuadores usados en el trabajo, para ello se realiza en los siguientes apartados una serie de definiciones para ver el correcto funcionamiento del mismo.

4.1 Sensor de corriente.

El sensor de corriente que se utilizará es el ACS712 que tiene un fondo de escala de 20A y está basado en el efecto Hall. Sirve para medir corriente en AC o DC.

Modelo	Intensidad (A)	Sensibilidad (mV/A)
ACS712ELCTR-05A-T	±5	185
ACS712ELCTR-20A-T	±20	100
ACS712ELCTR-30A-T	±30	66

El sensor tiene una salida en tensión que proporciona 2.5V cuando no circula intensidad, de 0-2.5V intensidades negativas y de 2.5V - 5V intensidades positivas.

$$I \text{ (A)} = (V_ADC - 2.5V) / \text{sensibilidad (V)}$$

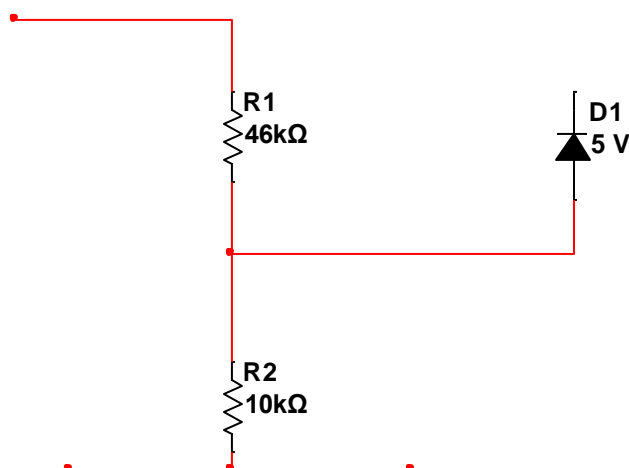


Este sensor servirá para medir la intensidad de las placas solares, baterías y la intensidad consumida por el motor.

4.2 Sensor de Tensión.

Se usarán resistencias en una configuración de divisor de tensión que reparte la tensión de una fuente entre una o más impedancias conectadas en serie. Su misión será reducir la tensión que viene de las baterías (28V) a 5V para que el arduino lo pueda leer con el convertor.

Este sensor se utilizará para medir la tensión de las baterías y la tensión entregada por las placas solares.



El diseño del dispositivo es:

$$V_0 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{in}$$

$$R_2 = 10K\Omega$$

$$V_0 = 5V$$

$$V_{in} = 28V$$

$$V_2(R_1 + R_2) = R_2 * v_{in}$$

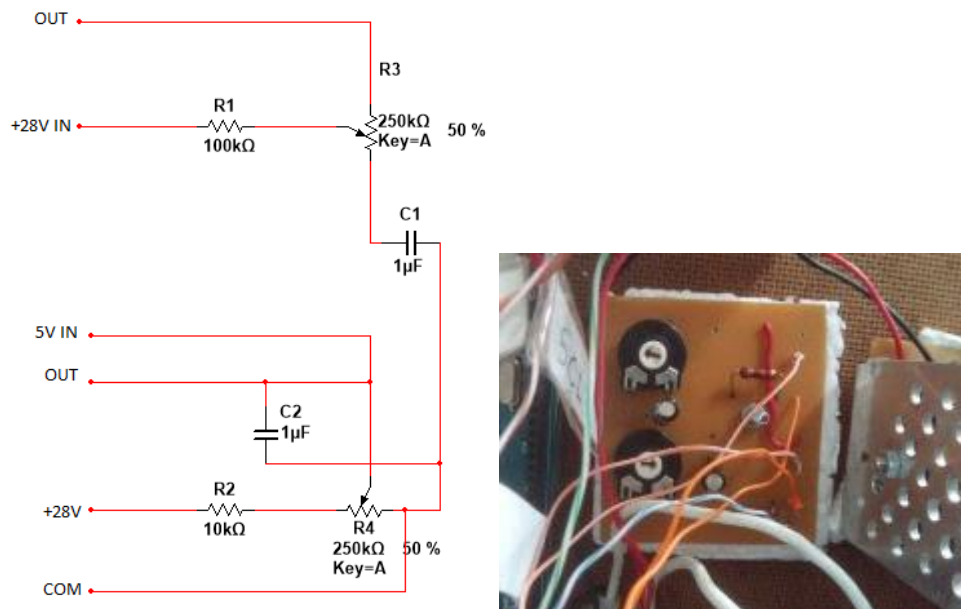
$$R_1 + R_2 = \frac{R_2 * V_{in}}{V_0} - R_2$$

$$R_1 = \frac{10000 - 28}{28} - 10000 = 46K\Omega$$

$$R_1 = 46K\Omega$$

4.2.1 Diseño del Prototipo Sensor de Tensión

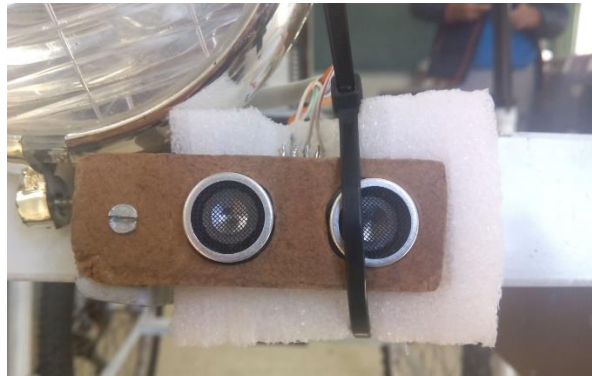
El diseño final para el sensor de tensión es el de la figura.



4.3 Sensor de ultrasonidos.

Con este dispositivo se comprobará que no existan obstáculos delante de la bicicleta, evitando que el sistema se ponga en marcha si existe alguien delante, además quitará fuerza al motor en caso de existir obstáculos.

Usaremos el sensor HC-SR04 que funciona por ultrasonidos y contiene toda la electrónica encargada de hacer la medición. Su uso consiste en enviar un pulso de arranque y medir la anchura del pulso de retorno. El sensor proporciona un rango de medidas de 5 m y funciona con una tensión de 5V.



Este sensor va colocado en un envoltorio de plástico para protegerlo y una carcasa de madera en la parte frontal que evitara que se ensucie.

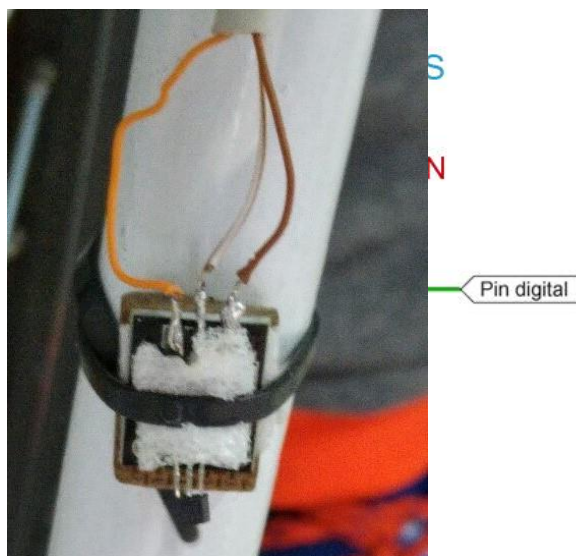
4.4 **Sensor de efecto Hall.**

Este sensor lo usaremos para medir la velocidad de nuestra bici; funciona mediante la detección de campos magnéticos. Concretamente, el sensor utilizado es Hall A3144 que proporciona una tensión de 5V cuando detecta un imán, y su salida es digital.

Señal (C) – naranja

Positivo (SV) — blanco marrón

Masa (Y) – marrón



5.2 Servomotor.

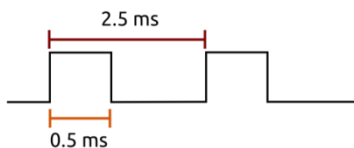


En nuestro caso, el servo, lo usaremos para hacer girar el panel solar y de esta forma conseguir siempre la máxima irradiación solar. Va acoplado a una barra, que es un alargador del mismo, de manera que cuando el servo se mueva, la barra también y hará que la placa solar se mueva con esta.

Un servomotor consta de un pequeño motor eléctrico y una caja reductora que proporcionan energía para mover y accionar elementos, en nuestro caso, usaremos un servo Hitche con una capacidad de 10Kg/cm y permite giros de 0° a 180°.

Un servo se controla con pulsos de variable.

los
un pulso cada 2.5 milisegundos
La duración de este pulso sirve el ángulo en que debe girar el ms equivale a 90°, 0.5 ms son 0° y 2.5 ms son 180° .



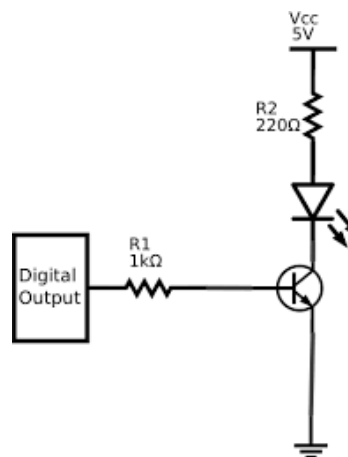
duración
Generalmente, servos esperan (ms). para determinar servo. Un pulso de 1.5



5.3 Led.

Estos dispositivos los usaremos para señalar la activación de algún servicio de la bicicleta o para iluminar en los intermitentes o faros delanteros. Un LED (light-emitting diode, o diodo emisor de luz) es un dispositivo que dependiendo del color que emita tiene una tensión de funcionamiento diferente, pero su consumo ronda los 20mA, y su emisión de luz es alta.

Color	Material	Longitud de Onda	V _F a 20mA
Rosa	GaAs	850-940nm	1,2
Rojo	GaAsP	630-660nm	1,8
Naranja	GaAsP	605-620nm	2
Amarillo	GaAsP:N	585-595nm	2,2
Verde	AlGaP	550-570nm	3,5
Azul	SiC	430-505nm	3,6
Blanco	GaN	450nm	4



En nuestro caso usaremos un transistor para controlar el encendido o apagado de los LEDs del foco delantero y los intermitentes.

La resistencia necesaria para que no se estropeen los leds será calculada con la siguiente fórmula.

$$R = (V_{cc} - V_{diodo})/I = (5 - 2.2)/0.013 = 220\Omega$$

5.4 Relé

Se incluirá un relé para cortar, en caso de emergencia, la parte del sistema fotovoltaico con el motor y baterías; además, cuando ya no se utilicen las placas solares, por falta de luz también permitirá desconectar el sistema. El relé usado es el de la figura que soporta 10A y 30V en corriente continua y será controlado desde el Arduino.



6 Sistema Eléctrico

En esta sección se realizará el cálculo de los conductores eléctricos y el sistema de protecciones que se instalarán en la bicicleta, para evitar cortocircuitos y sobre intensidades.

6.1 Cableado eléctrico

Para el cálculo de los conductores eléctricos nos basaremos en la REBT ITC 19 donde aparece la tabla de intensidades máximas admisibles por los conductores. Además se realizará el cálculo de la intensidad máxima que consumirá y por caída de tensión.

Datos:

$$V = 24V$$

$$P = 250W$$

$$\Delta V = 3\%$$

Cálculos:

$$\Delta V = V/100 \times \% = 24/100 \times 3 = 0.72V$$

$$I = P/V = 250/ 24 = 10.42 A$$

$$S = 2 \times L \times I \times E / \Delta V = 2 \times 2.2 \times 10.42 \times 0.017 / 0.72 = 1.08 \text{mm}^2$$

$$S_N = 1.5 \text{mm}^2 \quad I_N = 16$$

La sección escogida para el conductor será de 2.5mm² que soporta 22A de intensidad nominal.

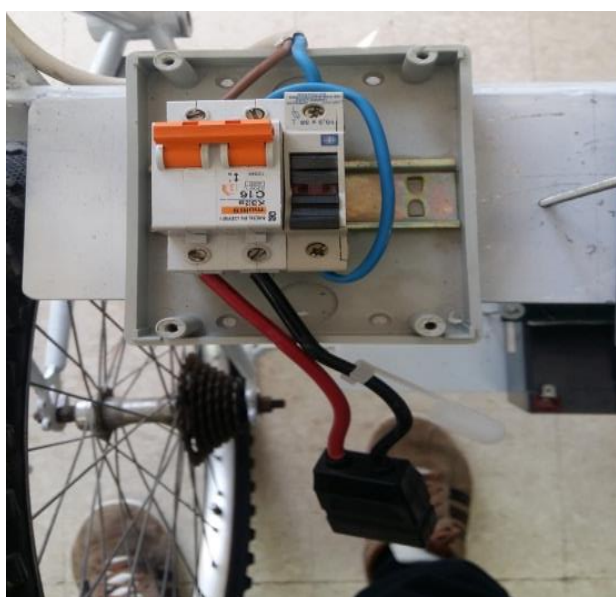
6.2 Sistema de protección

Para la protección del circuito de corriente continua de fuerza y maniobra se ha usado un magnetotérmico de 16A y un fusible de 10A como seguridad. Estos dispositivos irán alojados en una caja como en la figura.



6.2.1 Prototipo de sistema de protección eléctrica

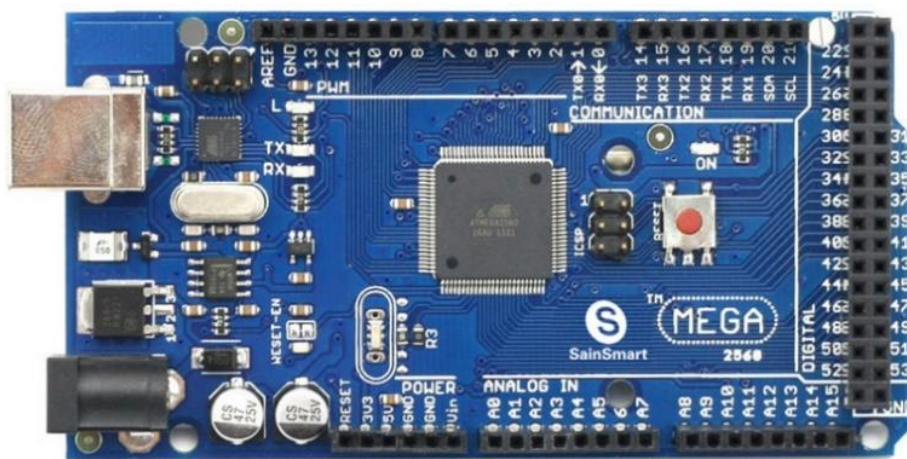
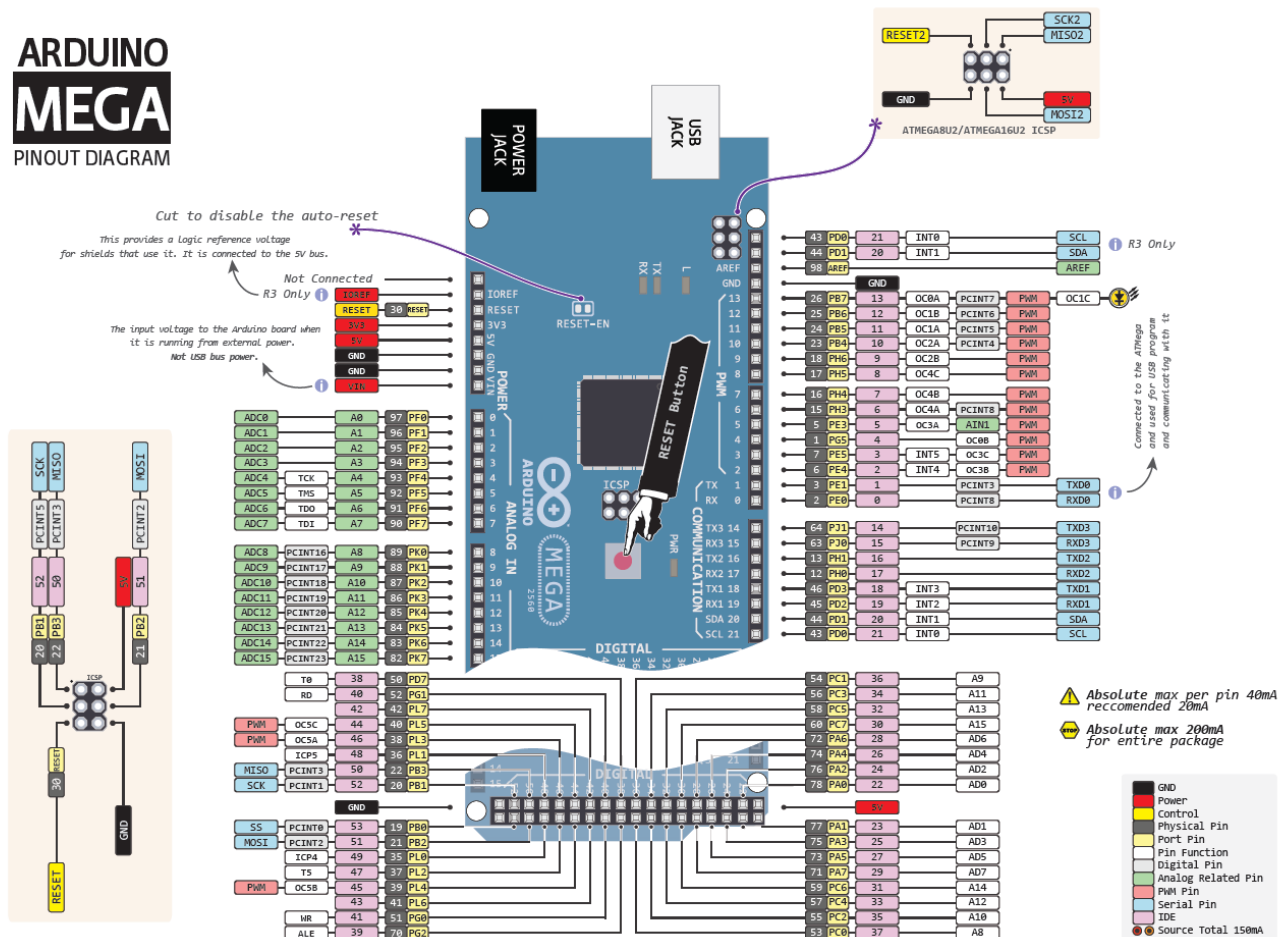
Este es el aspecto de nuestro sistema de protección montado en la bicicleta.



7 Arduino.

Para todo el control de los distintos sistemas vamos a usar un pequeño sistema microprogramable denominado Arduino, por su bajo coste y flexibilidad a la hora de programar. Vamos a usar el modelo Arduino Mega, que está basado en el microcontrolador ATmega2560. Tiene 54 pines de entradas/salidas digitales (14 de las cuales pueden ser utilizadas como salidas PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos serial por hardware), cristal oscilador de 16 Mhz, conexión USB, jack de alimentación, conector ICSP y botón de reset. Permite una alimentación de 7V a 12V y entrega una intensidad máxima de 20mA en los pines digitales.

ARDUINO MEGA PINOUT DIAGRAM

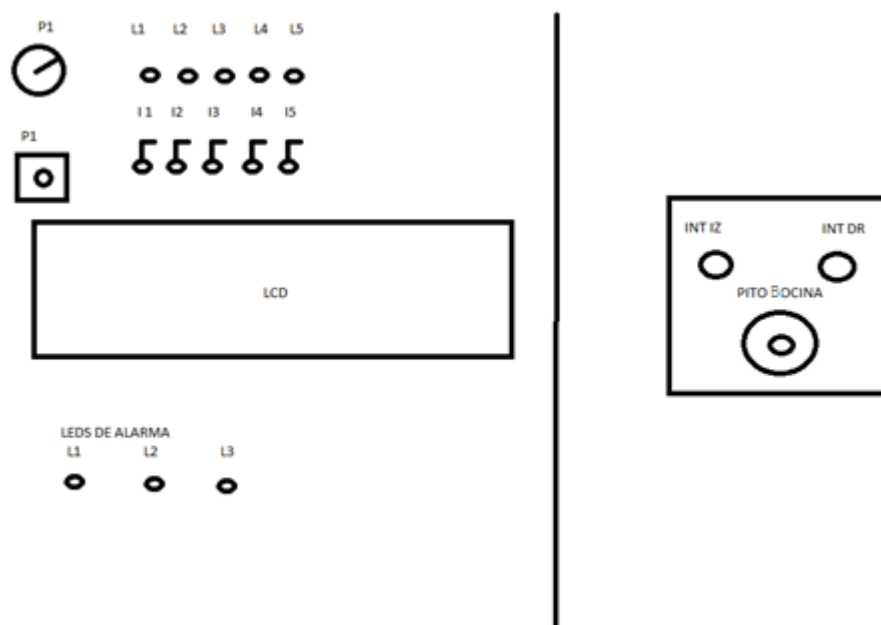


Los pines utilizados para la bicicleta son:

*Cuadro de mando.	Pines Arduino	Tipo
- Pantalla LCD		
SDA	20	Salida (D)
SCL	21	Salida (D)
- Leds.		
1	22	Salida (D)
2	24	Salida (D)
3	26	Salida (D)
4	28	Salida (D)
5	30	Salida (D)
6	32	Salida (D)
7	34	Salida (D)
8	36	Salida (D)
- Interruptores.		
1	40	Entrada (D)
2	42	Entrada (D)
3	44	Entrada (D)
4	46	Entrada (D)
5	48	Entrada (D)
6	50	Entrada (D)
*Sensor de V, I y temperatura		
Tensión PV	A8	Entrada (A)
Tensión Baterías	A9	Entrada (A)
Intensidad PV	A11	Entrada (A)
Temperatura Exterior	A12	Entrada (A)

Intensidad Baterías	A13	Entrada (A)
Intensidad Motor	A14	Entrada (A)
*Seguidor Solar		
LDR 1	A0	Entrada (A)
LDR 2	A1	Entrada (A)
LDR 3	A2	Entrada (A)
LDR 4	A3	Entrada (A)
*Señales PWM		
Convertidor DCDC (25KHz)	5	Salida (D)
Servo	6	Salida (D)
Salida PWM acelerador	8	Salida (D)
*Luces		
Faro delantero	23	Salida (D)
Luz de freno	25	Salida (D)
Intermitente izquierdo	27	Salida (D)
Intermitente Derecho	29	Salida (D)
*Cuadro manillar.		
Pulsador claxon	35	Entrada (D)
Interruptor Intermitente izquierdo	33	Entrada (D)
Interruptor Intermitente Derecho	31	Entrada (D)
*Sensor RPM	18	Entrada (A)
*Maneta acelerador	A4	Entrada (A)
*Limitador de velocidad (Potenciómetro)	A5	Entrada (A)
*Sensor proximidad		
TRIG	9	Salida (D)

ECHO	10	Entrada (D)
*Bocina	53	Salida (D)
*Relé corte PV	12	Salida (D)
*Maneta freno derecho	11	Entrada (D)



7.1 Librerías utilizadas

Para la programación se han necesitado el uso de diversas librerías para poder utilizar los sensores colocados en la bicicleta, esta es la relación.

Uso de Servos: “Servo.h”

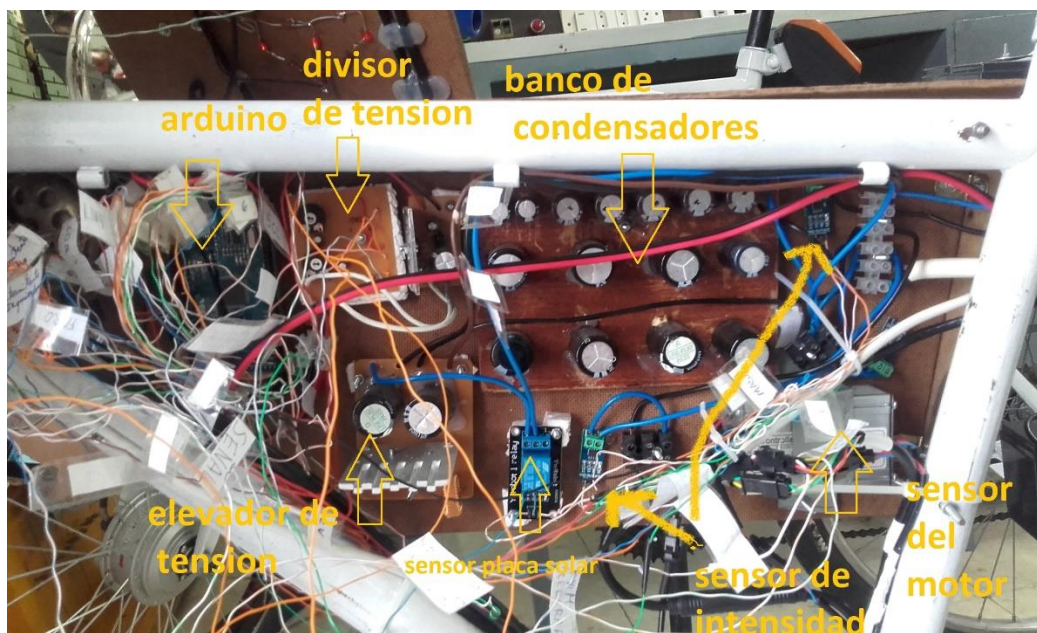
Uso de PWM para el (BOOST): “TimerThree.h”

Uso del sensor ultrasonidos: “NewPing.h”

Uso del LCD por I²C: “LiquidCrystal_I²C.h”

8 Equipamiento electrónico.

En este punto se describen los diferentes equipamientos que se les añadirá a la bicicleta. Todos los dispositivos añadidos serán diseñados y fabricados, con la idea de mejorar las características de la bicicleta.



8.1 Sistema de potencia

Al sistema motor se le añadirá un banco de condensadores que ayudará a entregar corriente en las aceleraciones y arranques del motor, un sistema elevador de tensión “Boost” que será el encargado de convertir la tensión de las placas de 12V a 24V y cargar las baterías.

8.1.1 Banco de condensadores

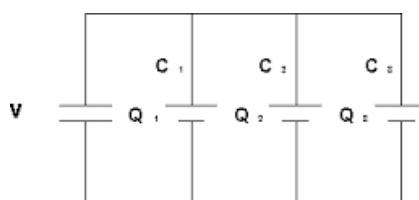
El banco de condensadores que vamos a emplear en este proyecto va a ser un banco de condensadores conectados en paralelo y su función va ser proporcionarle potencia a la bicicleta a la hora del arranque, para que la batería no sufra.

Un condensador es un dispositivo pasivo capaz de almacenar energía. Está formado por un par de superficies conductoras separadas por un material dieléctrico o por el vacío. Sus placas están sometidas a una diferencia de potencial. Una placa adquiere carga positiva y otra carga negativa. Su unidad es el Faradio.

- Condensador electrolítico (polarizado): Es un tipo de condensador que usa un líquido iónico conductor. Estos son de más capacidad y solo se pueden colocar en un sentido.

Los condensadores al igual que las resistencias se pueden conectar en serie o en paralelo

Para nuestro proyecto vamos a utilizar una asociación de condensadores en paralelo, ya que queremos almacenar más energía.



- COMPONENTES

Nuestro banco de condensadores se compone de 15 condensadores electrolíticos.

Cada condensador tiene un número de faradios y un voltaje. Todos los condensadores están conectados en paralelo. Hemos empleado un trozo de tabla y hemos hecho todos los agujeros para poder meter las patillas y soldarlas.

Todos los condensadores son totalmente reciclados, recuperados de fuentes de alimentación de ordenadores.

- CÁLCULO

Cada condensador tiene su capacidad y su voltaje

5 condensadores (2200 μ F y 35V)

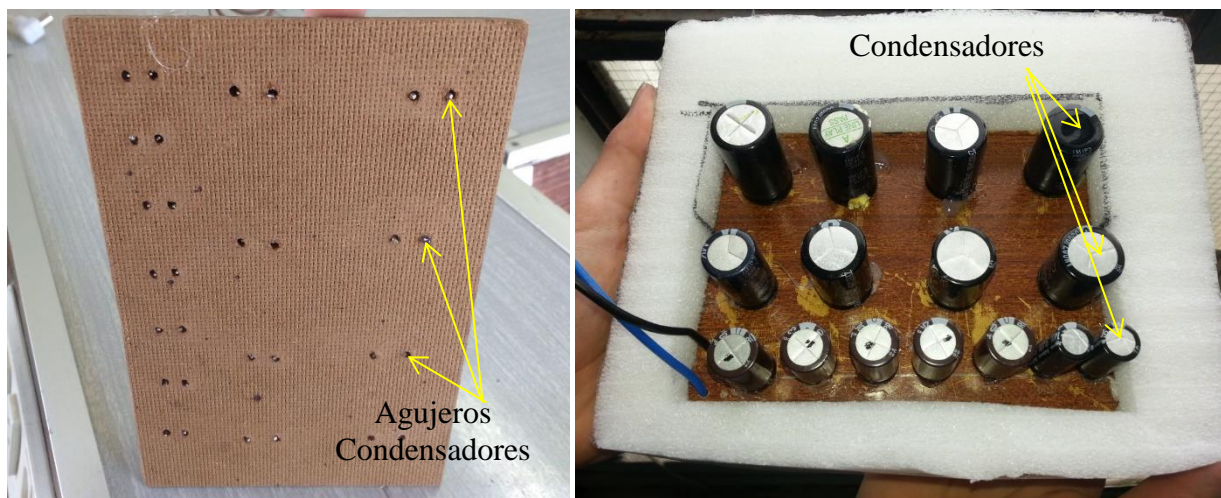
4 condensadores (680 μ F y 200V)

2 condensadores (1400 μ F y 50V)

La capacidad total del banco será:

$$C_t = 5 \cdot 2200\mu\text{F} + 4 \cdot 680\mu\text{F} + 1400\mu\text{F} = 16.5 \text{ mF}$$

8.1.1.1 Prototipo de banco de condensadores.



8.1.2 Convertidor DCDC (BOOST)

El convertidor Boost (o elevador) es un convertidor DC a DC que obtiene a su salida una tensión continua mayor que a su entrada. Es un tipo de fuente de alimentación conmutada que contiene al menos dos interruptores semiconductores (diodo y transistor), y al menos un elemento para almacenar energía (condensador, bobina o combinación de ambos). Frecuentemente se añaden filtros contruidos con inductores y condensadores para mejorar el rendimiento.

La energía también puede provenir de fuentes DC como baterías, paneles solares, rectificadores y generadores DC. El proceso de cambiar una tensión de continua a otra diferente es llamado conversión DC a DC. Un convertidor Boost es uno de los tipos de convertidores DC a DC. Presenta una tensión de salida mayor que la tensión de la fuente, pero la corriente de salida es menor que la de entrada

Básicamente lo que hace en nuestra bicicleta es llevar la tensión de entrada para dar mayor tensión a la salida, hace casi lo mismo que una fuente de alimentación conmutada.

El boost coge la tensión de la placa fotovoltaica 12V y la eleva para el circuito del motor, porque el motor trabaja a 24v

- Componentes: Diodo, condensador, bobina, transistor y resistencia

- Cuando el interruptor está cerrado la bobina almacena energía de la fuente, y a la vez, la carga es alimentada por el condensador.

- Cuando está abierto, el único camino para la corriente es el diodo y circula por el condensador, hasta que se carga completamente.

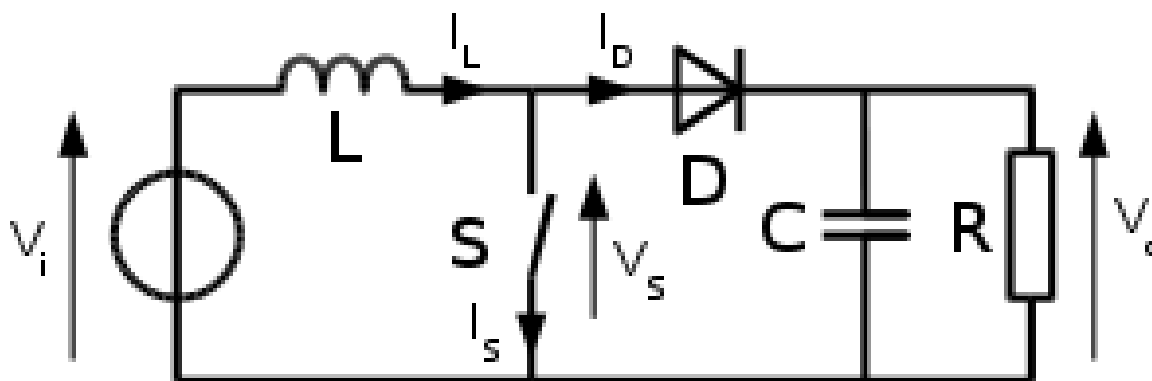
Diodo semiconductor: Solo deja pasar corriente a través de sí mismo cuando se conecta el polo positivo de la batería al ánodo y el negativo al cátodo.

Condensador: Almacena energía (carga eléctrica) para liberarla posteriormente

Bobina: Almacena energía pero en forma de campo magnético

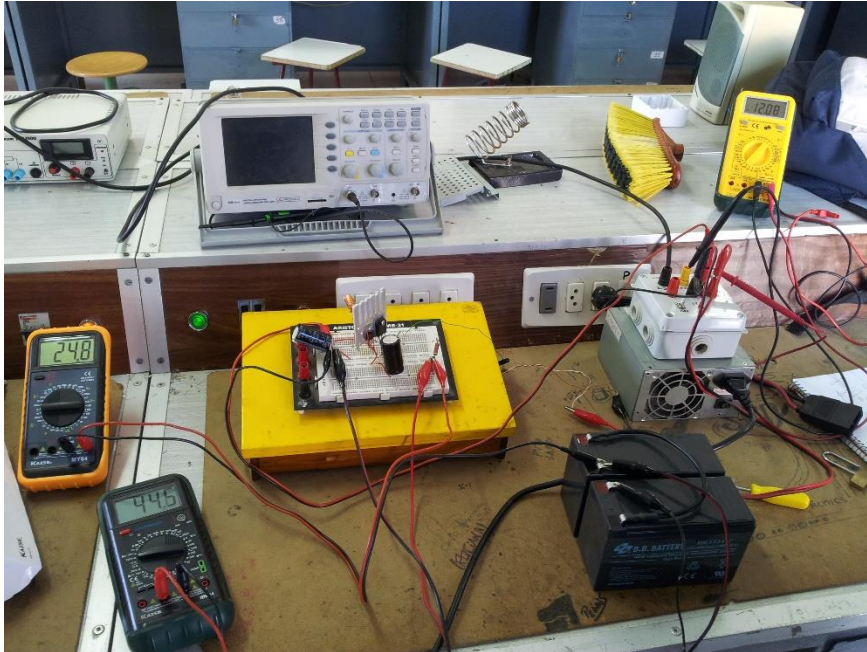
Transistor: Pequeño dispositivo semiconductor que cierra o abre un circuito o amplifica una señal.

- Esquema:



8.1.2.1 Prototipo conversor DCDC o Boost.

Realizando las distintas comprobaciones para ver si de verdad cumple con sus funciones. En la primera foto se muestra el sistema Boost montado en una protoboard, con una tensión de entrada de 24V y una de salida de 44V

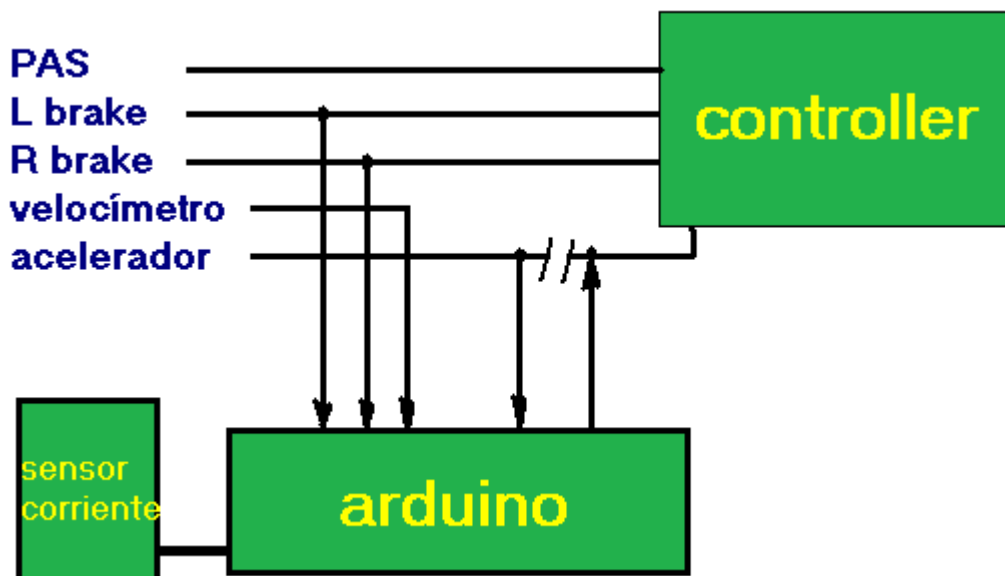


La siguiente imagen muestra el prototipo final en una PCB diseñada.



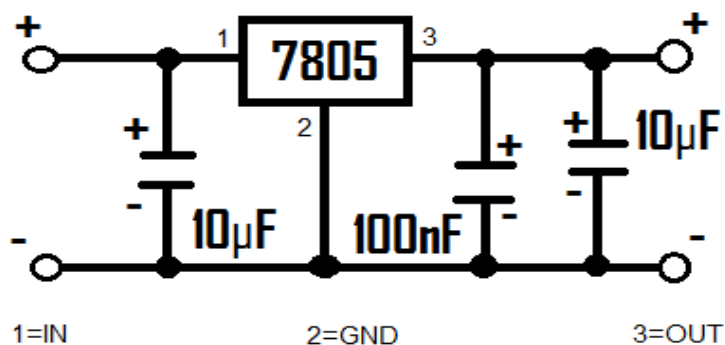
8.2 Sistema de control

Para hacer más amigable la bicicleta con el conductor, se le dotará de unos sistemas capaces de interactuar con el mismo, haciendo la conducción más segura.

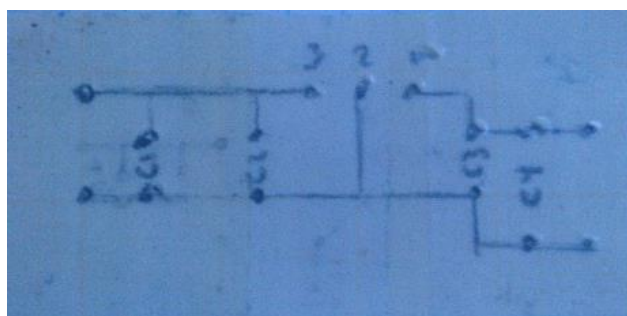


8.2.1 Regulador de tensión y cargador de smartphone.

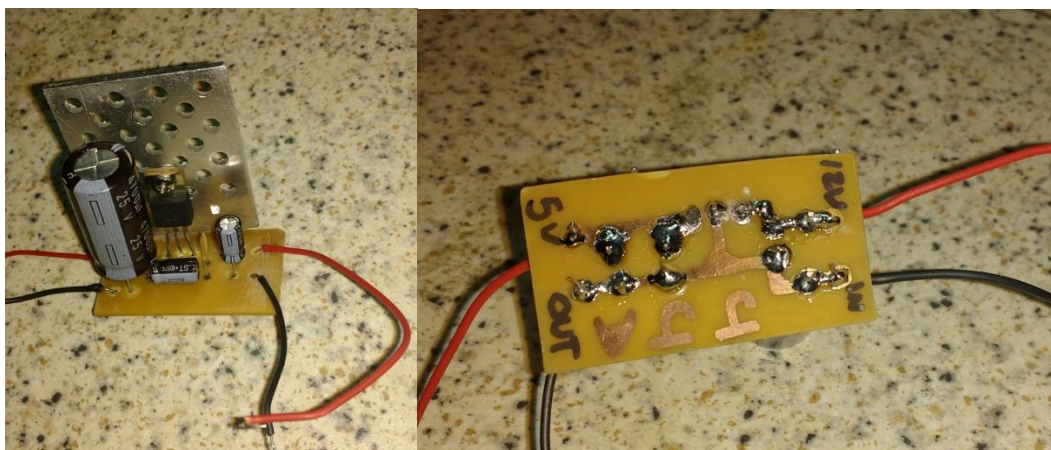
Este circuito consiste en convertir una tensión comprendida entre 7V de mínima y 35V de máxima en una tensión de 5V. Para ello necesita 3 condensadores, dos de ellos electrolíticos, y un regulador, exactamente el 7805. Los condensadores utilizados son: 2 electrolíticos de 10 μ F y uno cerámico de 100nF.



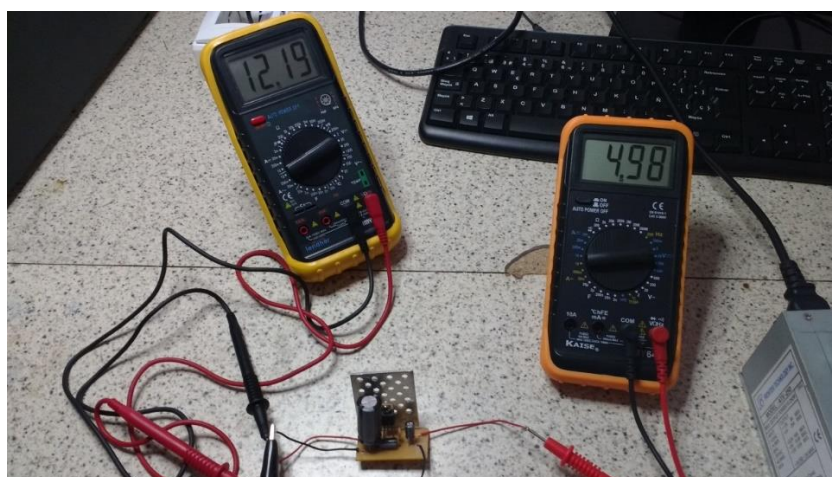
La Intensidad de entrada es de 1A máximo, y la intensidad de salida es de 1,5A. Los grados de temperatura de este regulador es de 0-125° por ello debe de llevar un disipador puesto en él. Para el montaje de este circuito en la pcb, hemos reducido su tamaño a un papel milimétrico.



Con este papel nos hemos ido guiando para colocar los elementos en la pcb. Una vez hecho el circuito en la placa y montado los elementos nos ha quedado así:



Luego hemos comprobado que todo funciona perfectamente inyectando una corriente continua de 12V y con los polímetros vemos que nos da los 5V que necesitamos:



Ya una vez terminado lo hemos montado en la bicicleta y lo hemos realizado las conexiones que solo necesitan 5V.

8.2.2 Detector de obstáculos

El detector de obstáculos evitará en caso de accidente o despiste que al accionar el acelerador, si existe una persona u obstáculo a menos de 2 metros, el motor no se accione y de esta forma evitar un atropello.

8.2.3 Seguidor Solar

Nuestro proyecto se alimenta de la radiación solar, mediante una placa fotovoltaica, y pensamos que hacer que la placa bascule hacia donde se encuentre el sol, nos daría un plus de energía que para largos viajes podría ser muy interesante. Para poner en marcha el sistema, hemos necesitado 4 resistencias LDR y un servomotor.

El diseño consiste en posicionar tres resistencias en diferentes ángulos ($90^\circ, 45^\circ, 135^\circ$), lo que conseguimos mediante tubos de 1cm de diámetro y doce de longitud;

de forma que según la posición en la que estemos, y la del sol, una resistencia tendrá más tensión que otra, por lo que, aunque las tres le envíen una señal al Arduino, éste solo tomara la señal más alta; esta señal se envía al servomotor que realiza la basculación de la placa solar. Por último, la cuarta LDR hace un ajuste fino, para que por pocas décimas de tensión, el servo no cambie bruscamente a otro ángulo, sino que se mantenga, hasta que el cambio de tensión sea suficientemente significativo.

8.2.3.1 Programación para el control del seguidor solar.

```
#include <Servo.h>

Servo motor;

int LDR_45 = 0, LDR_90 = 0, LDR_135 = 0, LDR_motor = 0, LDR_motor_ant = 0;
int angulo = 0, angulo_ant = 0, incre = 0, total_angulo = 0;

void setup() {
  motor.attach(9);
  angulo = 90;
  motor.write(angulo);
}

void loop() {
  LDR_45 = analogRead(A0);
  LDR_90 = analogRead(A1);
  LDR_135 = analogRead(A2);
  if ((angulo-angulo_ant)!=0)
    incre = 0;
  angulo_ant = angulo;
  if ((LDR_45 > LDR_90)&&(LDR_45 > LDR_135)){
    angulo = 45;
    LDR_motor_ant = LDR_motor;
    LDR_motor = analogRead(A3);
    if (LDR_motor > LDR_motor_ant)
      incre = incre + 1;
    else
      incre = incre - 1
  }
  if (incre > 10)
    incre = 10;
  if (incre < -10)
    incre = -10;
```



```
}
if ((LDR_90 > LDR_45)&&(LDR_90 > LDR_135)){
  angulo = 90;
  LDR_motor_ant = LDR_motor;
  LDR_motor = analogRead(A3);
  if (LDR_motor > LDR_motor_ant)
    incre = incre + 1;
  else
    incre = incre - 1;
  if (incre > 10)
    incre = 10;
  if (incre < -10)
    incre = -10;
}
if ((LDR_135 > LDR_45)&&(LDR_135 > LDR_90)){
  angulo = 135;
  LDR_motor_ant = LDR_motor;
  LDR_motor = analogRead(A3);
  if (LDR_motor > LDR_motor_ant)
    incre = incre + 1;
  else
    incre = incre - 1;
  if (incre > 10)
    incre = 10;
  if (incre < -10)
    incre = -10;
}
total_angulo = angulo + incre;
motor.write(total_angulo);
}
```

8.2.4 Corte del sistema fotovoltaico.

Se incluye un interruptor en el cuadro de mando para que, en caso de no existir luz suficiente, o en caso de fallo, se pueda separar la parte de los paneles fotovoltaicos de las baterías y motor.

8.2.5 Medidor de velocidad Km/h

Nuestro medidor funciona como un cuenta kilómetros, para calcular la velocidad en rpm es necesario saber el diámetro de la rueda y este se multiplica por π . La fórmula es:

$$n = V / (d \times \pi)$$

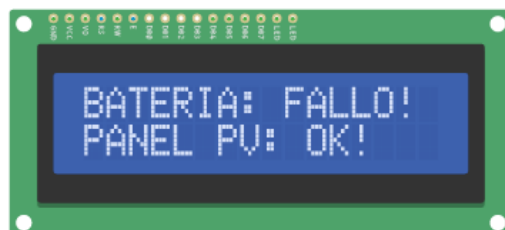
Se trata de contar las veces que pasa el imán por el sensor, que cuenta el tiempo que tarda en llegar, la velocidad se convierte en Km/h y esta información se muestra por pantalla LCD indicando la velocidad a la que se circula.

8.2.6 LCD

La pantalla LCD la utilizaremos para mostrar la información relevante de la ecoBici, dispondrá de 3 pantallas con información y tres pantallas de alarma.



Está en la pantalla que aparece al iniciar el sistema de la ecobici.



Esta pantalla sería la 1º en la que aparecerá la batería y el panel fotovoltaico.



Esta pantalla es la 2º en la que aparece la velocidad de la ecobici, la batería, temperatura de la batería y la tensión de la batería.

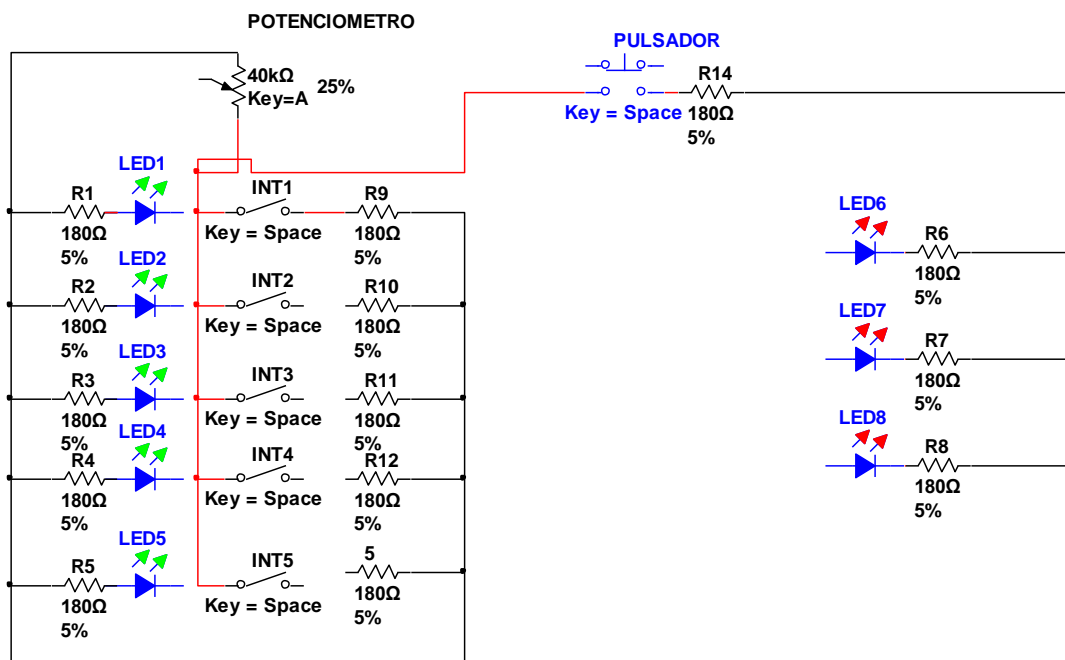
8.3 Panel de control frontal.

Es el centro de control de todos los sistemas; en la pantalla se nos informa de la tensión de la batería en cada momento, de la tensión recibida por las placas fotovoltaicas, la velocidad en km/h, si la placa solar no está cargando, nivel de baterías y control de temperatura de baterías, que no deben superar los 45º; mediante los interruptores podremos activar el detector de obstáculos, activar luz delantera, activar el seguidor solar, activar el control de velocidad, etc...

A través de un potenciómetro controlaremos la velocidad de cruce.

A través de un pulsador, tendremos las diferentes informaciones de toda la bicicleta, el pulsador que conecta con la pantalla LCD.

El panel está formado por diodos leds indicadores, pulsador, potenciómetro y resistencias, todo con soldadura punto a punto.



Esquema de instalación del panel de control:

En nuestro caso hemos realizado unos cálculos por el motivo de tener 5 v de tensión en toda la instalación. Por lo tanto hemos usados resistencias, obteniendo su valor, según la siguiente formula:

$$R = \frac{V_R}{I_F} = \frac{V_T - V_F}{I_F} = \frac{(5 - 1,2)}{20 \times 10^{-3}} = 180\Omega$$

R= resistencia para limitar la tensión.

Vr=tensión de la resistencia.

If=intensidad de funcionamiento del led.

Vt=tensión total del circuito.

- Resistencia usada para caer la tensión en cada led, ya que cada led tiene una tensión de trabajo de 1,2v .Es un componente que se opone al paso de los electrones, este componente es imprescindible en todos los aparatos electrónicos y nos va a permitir regular la intensidad y a su vez aumentara su caída de tensión.

- Potenciómetro, usado para limitar la velocidad del motor, es un dispositivo que permite regular la resistencia .Esta formado por tres terminal donde los extremos forma una resistencia de valor fijo, y el terminal central es variable respecto a uno de los extremos.

La función de los interruptores es:

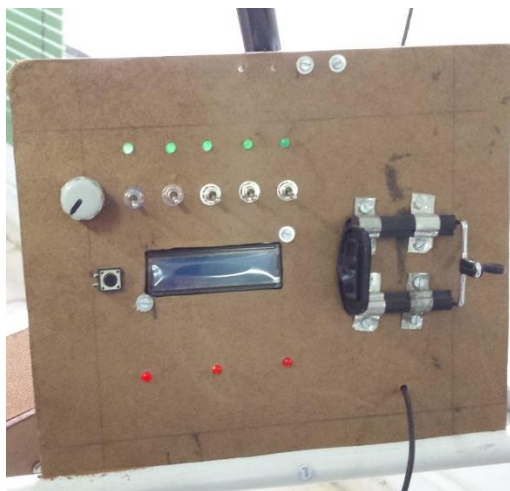
- Interruptor 1 / Led 1: Sensor de obstáculos.
- Interuuptor 2 / Led 2: Luz delantera.
- Interruptor 3 / Led 3: Seguidor Solar.
- Interruptor 4 / Led 4: Conversor DC/DC (Solo corriente de baterías)
- Interruptor 5 / Led 5: Control Velocidad de crucero.

Los leds de Alarmas son:

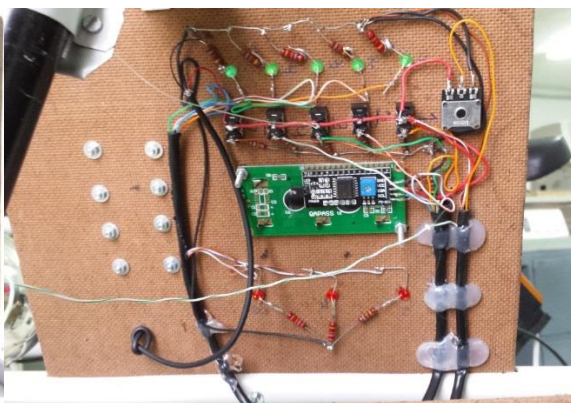
- Led 6 indicador tensión de placas < 2V.

- Led 7 indicador tensión baja en baterías < 20V.
- Led 8 indicador de temperaturas en batería superior a 45 grados.

8.3.1 Prototipo de Panel de Control Frontal.



Parte delantera



Parte trasera

9 Conclusiones.

Se han conseguido alcanzar los objetivos planteados en este proyecto, ya que todos los diseños se han realizado a bajo coste. En primer lugar, se ha diseñado la estructura de la ecoBici usando dos bicicletas recicladas para formar un vehículo de tres ruedas y un sistema captador fotovoltaico móvil en la parte superior.

Para aportar seguridad a la bicicleta, se le han añadido un espejo, intermitentes y luces delantera y de freno, todo ello usando tecnología LED de bajo consumo y materiales reciclados.

A la estructura se le ha añadido un Panel Frontal con capacidad para colocar un móvil para así poder usar la cartografía y GPS del mismo, así como su cargador. En este panel se incorpora una serie de LEDs que indicarán alarmas debida a aumento de temperatura o falta de tensión en las baterías o sistema fotovoltaico. Además se le incorporan unos interruptores con los que podremos activar las diferentes capacidades de la bicicleta:

- Sistema detector de obstáculos que permitirá evitar el accionamiento del acelerador cuando exista un obstáculo a menos de 1m de distancia.
- Luz delantera, intermitentes derecho e izquierdo, intermitentes de emergencia y claxon.
- Sistema seguidor solar con el que se conseguirá mover la placa solar y orientarla siempre hacia donde este el sol.
- Corte del sistema fotovoltaico, podremos anular los paneles solares cuando no exista luz suficiente o exista un problema con estos.
- Control de velocidad, permite mantener una velocidad de crucero para largas distancias.
- Control de carga de las baterías o MPPT para envió de potencia a los motores

La electrónica ha sido diseñada desde cero, incluyendo un banco de condensadores para facilitar el traspaso de corriente a los motores cuando están acelerando y así evitar perjudicar a las baterías. Se ha diseñado un convertidor elevador Boost con el que conseguimos

transformar 12 de los paneles fotovoltaicos a 24V y así poder cargar las baterías y el sobrante enviarlo al motor. Se ha incorporado sensores de tensión e intensidad para poder implementar un cargador óptimo de las baterías y un MPPT para los paneles fotovoltaicos.

Para controlar toda esta electrónica se ha usado un microcontrolador de bajo coste Arduino Mega en el que se han programado todo lo necesario para el funcionamiento de la ecoBici.

10 Bibliografía.

- [1]. <http://www.instructables.com/id/Arduino-Bike-Speedometer/>
- [2]. <http://www.homemade-circuits.com/2012/10/homemade-solar-mppt-circuit-maximum.html>
- [3]. http://www.bristolwatch.com/solar_charger.htm
- [4]. <https://geekytheory.com/tutorial-arduino-conectar-lcd-16x2-por-protocolo-i2c/>
- [5]. <http://www.instructables.com/id/ARDUINO-SOLAR-CHARGE-CONTROLLER-PWM/>
- [6]. <http://www.maicas.net/nosolosoftware/bikewonder/index.htm>
- [7]. <https://www.arduino.cc/>
- [8]. <https://geekytheory.com/internet-de-las-cosas-parte-1-leer-temperatura-con-arduino-y-lm35/>
- [9]. <http://ovtoaster.com/control-de-reles-en-arduino/>
- [10]. <http://www.blogelectronica.com/cargador-bateria-plomo-ag10/>
- [11]. <http://www.pesadillo.com/pesadillo/?p=7668>
- [12]. <http://elcajondeardu.blogspot.com.es/2014/03/tutorial-sensor-ultrasonidos-hc-sr04.html>
- [13]. <http://diyhacking.com/arduino-hall-effect-sensor-tutorial/>
- [14]. <http://www.luisllamas.es/2015/08/salidas-analogicas-pwm-en-arduino/>