



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

Diseño e implementación de un dispositivo automático
y energéticamente autónomo para ahuyentar canes.

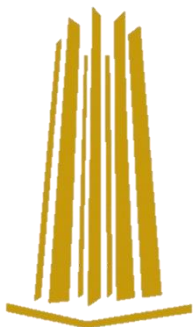
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

P R E S E N T A:
Delgadillo Martínez Oscar Alejandro

DIRECTOR DE TESIS:
Dr. ISMAEL DÍAZ RANGEL

CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO 2017





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mis padres: María Guadalupe Martínez Nuñez y Oscar Alejandro Delgadillo Medina; de los que recibí una educación que me ha brindado muchas ventajas a lo largo de mi vida, un oficio, el cual me expandió mi perspectiva tanto de trabajo como interés profesional y les agradezco de corazón su apoyo incondicional durante mi carrera.

A mi familia: Quiero agradecer a cada miembro por su apoyo en diferentes actividades, su atención y la prioridad que me brindaban para concluir este trabajo.

A mis compañeros: Con los que aprendí a trabajar realmente en equipo y conocer los resultados que podíamos alcanzar.

A mi Asesor: Dr. Ismael Díaz Rangel al cual considero un modelo a seguir. Quiero agradecerle por brindarme los recursos, horas de su tiempo y sobre todo la confianza que me brindó para formar parte del grupo IDEA, donde logré encontrar un potencial en mí, que no lograba ver antes.



Índice

Agradecimientos.....	ii
Índice de imágenes.....	vii
Índice de tablas.....	xii
Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1 Objetivo general.....	1
1.2 Objetivos específicos.....	1
1.3 Motivación.....	1
1.4 Justificación.....	2
1.5 Descripción del capitulado.....	2
Capítulo 2. Marco Teórico.....	3
2.1 Los Perros y la sociedad.....	3
2.1.1 Perros callejeros.....	3
2.1.2 Problemas de salud.....	4
2.1.3 Problemas de seguridad.....	6
2.2 Métodos para ahuyentar perros.....	8
2.2.1 Repelente casero.....	8
2.2.2 Repelente químico.....	9
2.2.3 Espray “gas pimienta”.....	10
2.2.4 Aplicaciones para teléfonos inteligentes.....	11
2.2.4 Rociadores con sensor de movimiento (Motion Sensor Sprinklers).....	12
2.2.5 Repelente mediante Ultrasonido.....	13
2.3 Integración tecnológica.....	16
2.4 Ingeniería inversa.....	16
2.4.1 Antecedentes.....	16
2.4.2 Actualidad.....	17
2.5 Osciladores y amplificadores.....	17
2.5.1 Oscilador Colpitts.....	17
2.5.2 El temporizador 555.....	20
2.5.3 Amplificadores.....	23
2.6 Transductores de alta frecuencia audible.....	28
2.6.1 Transductor electroacústico.....	28

2.6.2 Tweeters.....	30
2.6.3 Costos	34
2.7 Opciones para fuentes de alimentación mediante energías alternativas.....	36
2.7.1 Energía cinética	36
2.7.2 Energía eólica	41
2.7.3 Energía solar	43
2.8 Almacenamiento de energía	58
2.8.1 Baterías	58
2.8.2 Batería de Ion-Litio	61
2.8.3 Costos	62
2.9 Sensores de presencia	64
2.9.1 Fotoeléctrico	64
2.9.2 Inductivo	65
2.9.3 Ultrasónico.....	66
2.9.4 Sensor PIR	67
2.9.5 Costos	68
2.10 Motores eléctricos.....	70
2.10.1 Motores de corriente continua	70
2.10.2 Motores con engranajes	71
2.10.3 Costos	74
2.11 Etapa de potencia.....	75
2.11.1 Regulador de voltaje 78XX	75
2.11.2 Convertidor Boost.....	77
2.11.3 Módulo TP4056.....	78
2.11.4 Relevador.....	80
2.11.5 Módulo BMS	82
2.12 Sistema de control	83
2.12.1 Arduino	83
2.12.2 Placa Arduino	85
2.12.2 Arduino IDE	87
2.12.3 Costo.....	89
Capítulo 3. Desarrollo Experimental	91

3.1 Diagrama a bloques	91
3.2 Diagrama de flujo	92
3.3 Código IDE Arduino	93
3.4 Sensor de Movimiento (PIR)	96
3.5 Servomotor	96
3.6 Oscilador con transductor electroacústico	97
3.7 Panel solar con regulador de 5V	101
3.8 Gestión de batería	104
3.9 Baterías Ion Litio 18650 y reguladores de voltaje.....	105
3.10 Diagrama etapa de alimentación con BMS	108
3.11 ATmega328P-PU.....	108
3.12 Diagrama del sistema.....	113
Capítulo 4. Pruebas y Resultados	114
4.1 Panel solar.....	114
4.2 Panel solar con regulador LM7805C	117
4.3 Baterías Ion Litio 18650	119
4.3.1 Prueba de carga con módulo BMS	120
4.3.2 Prueba de carga con módulo TP4056	124
4.3.4 Prueba de descarga módulo TP4056 con protección.....	126
4.3.5 Prueba de descarga módulo BMS.....	128
4.4 Prueba de carga con panel solar	131
4.4.1 Sistema básico	131
4.4.2 Sistema con tres celdas Ion Litio	133
4.5 Servomotor	139
4.6 Sensor PIR	141
4.7 Prueba de Repelentes ultrasónicos	146
4.7.1 Dispositivos comerciales	146
4.7.2 Aplicaciones para teléfonos inteligentes	149
4.8 Propuesta de osciladores.....	151
4.9 Etapa de amplificación	159
4.9.1 Amplificador BJT	159
4.9.2 Amplificadores de audio.....	166

4.10 Prueba de dispositivo diseñado.....	176
Conclusión y Trabajos futuros.....	178
Referencias	181
Referencias de imágenes	188
Anexos	214
A) Código Arduino.....	214
B) Sanyo datasheet UR18650Y	216
C) Código bootloader para ATmega328P-PU.....	217
D) Imágenes de tabla “Voltaje de carga con módulo BMS”	227
E) Imágenes de tabla “Voltaje en celdas BMS”	229
F) Imágenes de tabla “Voltaje de carga con módulo TP4056 con protección”	230
G) Imágenes de tabla “Voltaje de descarga con módulo TP4056 con protección”	232
H) Imágenes de tabla “Voltaje de descarga con módulo BMS”	233
I) Imágenes de tabla “Carga mediante un panel solar sistema básico”	234
J) Carga mediante un panel solar sistema propuesto TP4056	235
K) Carga mediante un panel solar sistema BMS	236
L) Video: Prueba sensor PIR “detección de perros”	237
M) Video: Prueba de repelentes ultrasónicos “dispositivos comerciales”	237
N) Video: Prueba de repelentes ultrasónicos aplicaciones para celular	238
Ñ) Video: Prueba de repelente ultrasónico circuito diseñado	238
O) Instalación de una Librería en IDE Arduino.	239
P) Programa PIR tiempo.....	240
Glosario	241

Índice de imágenes

Imagen 2. 1 Perros callejeros	3
Imagen 2. 2 Fecalismo al aire libre.	4
Imagen 2. 3 Gusanos Toxocariosis.	5
Imagen 2. 4 Niño atendido en el IMSS por infección estomacal.	6
Imagen 2. 5 Niño de dos años que sufrió mordida de perro.	7
Imagen 2. 6 Carambola en Autopista México-Puebla.	7
Imagen 2. 7 Repelentes de perros.	8
Imagen 2. 8 Repelentes caseros.	9
Imagen 2. 9 Repelente granulado Fancy Pets.	10
Imagen 2. 10 Repelente en spray de pimienta SABRE	10
Imagen 2. 11 Uso de gas pimienta.	11
Imagen 2. 12 Play store: Aplicaciones Ahuyenta perros.	11
Imagen 2. 13 Play store: Comentarios de aplicación “Repelente para perros”	12
Imagen 2. 14 ScareCrow rociador con sensor de movimiento.	13
Imagen 2. 15 Sistemas ultrasónicos.	13
Imagen 2. 16 Sistema automático con panel solar.	14
Imagen 2. 17 Ejemplos de dispositivos ultrasónicos manuales.	15
Imagen 2. 18 Repelente ultrasónico Dazer II.	15
Imagen 2. 19 Dazer II Mercado Libre.	15
Imagen 2. 20 Integración tecnológica.	16
Imagen 2. 21 Oscilador Colpitts.	18
Imagen 2. 22 Acoplamiento capacitivo.	20
Imagen 2. 23 Acoplamiento electromagnético.	20
Imagen 2. 24 Temporizador 555 funcionando en modo monoestable (disparo único).	21
Imagen 2. 25 Temporizador 555 funcionando en modo astable (oscilación libre).	21
Imagen 2. 26 Multivibrador astable.	22
Imagen 2. 27 Circuito 555 astable funcionando como sirena o alarma.	23
Imagen 2. 28 Amplificador de voltaje con BJT.	23
Imagen 2. 29 Amplificador colector común.	25
Imagen 2. 30 Módulo amplificador de audio TDA2030A.	26
Imagen 2. 31 Amplificador de audio LA42102.	27
Imagen 2. 32 Ejemplo de conexión para amplificador de audio LA42102.	27
Imagen 2. 33 Tweeter de cono.	31
Imagen 2. 34 Tweeters con cúpulas de diferentes materiales.	32
Imagen 2. 35 Tweeter de cinta.	33
Imagen 2. 36 Tweeter piezoeléctrico.	33
Imagen 2. 37 Energía renovable.	36
Imagen 2. 38 Transductor Piezoeléctrico.	37
Imagen 2. 39 Proyecto Angelo Casimiro.	37
Imagen 2. 40 Costo transductor piezoeléctrico.	38
Imagen 2. 41 Módulo generador piezoeléctrico.	38
Imagen 2. 42 Dinamo bicicleta.	39
Imagen 2. 43 Productos con dinamo.	39
Imagen 2. 44 Sustainable Dance Floor.	40
Imagen 2. 45 Funcionamiento “SDF”.	40
Imagen 2. 46 Parque eólico.	41
Imagen 2. 47 Aerogenerador uso doméstico.	41

Imagen 2. 48 Aerogeneradores en Cto. Exterior Mexiquense.	42
Imagen 2. 49 Aerogeneradores DIY.....	42
Imagen 2. 50 Sistemas solares térmicos.....	43
Imagen 2. 51 Parque solar.	43
Imagen 2. 52 Juntura N - P en una celda solar o fotovoltaica.	44
Imagen 2. 53 Arreglo de módulos fotovoltaicos.	45
Imagen 2. 54 Celdas solares: monocristalino, policristalino y amorfo.	46
Imagen 2. 55 Celda con forma esférica.	46
Imagen 2. 56 Celda solar orgánica.	47
Imagen 2. 57 Celda plástica.	47
Imagen 2. 58 Steren Kits solares.	49
Imagen 2. 59 Steren sistema panel solar.....	49
Imagen 2. 60 Paneles solares eBay.	52
Imagen 2. 61 Sistemas panel solar eBay.....	53
Imagen 2. 62 Productos Amazon México panel solar.	54
Imagen 2. 63 Baterías primarias.....	59
Imagen 2. 64 Baterías secundarias.....	60
Imagen 2. 65 Modelo reflectivo.	64
Imagen 2. 66 Modelo de barrera.	65
Imagen 2. 67 Modelo retroreflectivo	65
Imagen 2. 68 Principio de funcionamiento sensor inductivo.	66
Imagen 2. 69 Principio de funcionamiento sensor ultrasónico.	66
Imagen 2. 70 PIR D203S.	67
Imagen 2. 71 Lente de Fresnel.	67
Imagen 2. 72 Sensor Ultrasónico HC-SR04	69
Imagen 2. 73 Vista interna de un motor corriente continua.....	70
Imagen 2. 74 Motorreductor.	71
Imagen 2. 75 Motor a pasos.	72
Imagen 2. 76 Servomotor.	73
Imagen 2. 77 Regulador de voltaje 78XX.	75
Imagen 2. 78 Conexión del regulador de voltaje 7805.....	76
Imagen 2. 79 Convertidor Boost.	77
Imagen 2. 80 Conexión módulo TP4056.....	78
Imagen 2. 81 Símbolo relevador.	80
Imagen 2. 82 Relevador SONGLE.	81
Imagen 2. 83 Módulo BMS.....	82
Imagen 2. 84 Logo Arduino.	83
Imagen 2. 85 Arduino Uno R3.	85
Imagen 2. 86 Arduino Mega 2560.	86
Imagen 2. 87 Arduino Nano.	87
Imagen 2. 88 IDE Arduino.	88
Imagen 3. 1 Diagrama a bloques.....	91
Imagen 3. 2 Diagrama de flujo.	92
Imagen 3. 3 Segmento de código "Declaraciones".	93
Imagen 3. 4 Segmento de código "Configuración".	93
Imagen 3. 5 Imagen 3.5 Segmento de código "Ciclo".	94
Imagen 3. 6 PIR conexión.....	96
Imagen 3. 7 Conexión de servomotor.	96
Imagen 3. 8 Diagrama de flujo del circuito oscilador.	97

Imagen 3. 9 Diagrama de oscilador con transductor electroacústico.....	101
Imagen 3. 10 Conexión de panel solar.	102
Imagen 3. 11 Flujo de Voltaje del regulador 7805.	102
Imagen 3. 12 Configuración para reguladores serie 78xx.	102
Imagen 3. 13 Regulador 7805C.	103
Imagen 3. 14 Conexión panel solar con regulador 5V.....	103
Imagen 3. 15 Módulo BMS HX-3S-D02.	104
Imagen 3. 16 Conexión módulo BMS HX-3S-D02.....	104
Imagen 3. 17 Resultados relacionados con el reciclaje baterías Ion Litio.	105
Imagen 3. 18 Botes recolectores de baterías laboratorio L3.....	105
Imagen 3. 19 Banco de baterías de laptop.	106
Imagen 3. 20 Celda Ion Litio Sanyo.	106
Imagen 3. 21 Conexión baterías con reguladores de voltaje.	107
Imagen 3. 22 Diagrama etapa de alimentación.	108
Imagen 3. 23 Diagrama de conexión ATmega328P-PU.....	109
Imagen 3. 24 Circuito físico del ATmega328P-PU.	110
Imagen 3. 25 Conexión de Arduino Uno con Circuito ATmega328P-PU.....	110
Imagen 3. 26 Menú de herramientas IDE Arduino.	111
Imagen 3. 27 Circuito con ATmega328P-PU ejecutando programa Blink.....	111
Imagen 3. 28 ATmega328P-PU pines de salida con Bootloader.....	112
Imagen 3. 29 Diagrama proyecto.	113
Imagen 4. 1 Panel solar Steren.....	114
Imagen 4. 2 Medición panel solar Steren.....	114
Imagen 4. 3 Panel solar ZW 80X55.....	115
Imagen 4. 4 Medición panel solar ZW 80X55.	115
Imagen 4. 5 Panel solar 12V.....	116
Imagen 4. 6 Medición panel solar 12V.	116
Imagen 4. 7 Panel solar ZW 80X55 con regulador de voltaje.....	117
Imagen 4. 8 Panel solar 12V con regulador de voltaje.....	118
Imagen 4. 9 Panel solar 12V clima nublado.....	118
Imagen 4. 10 Medición celdas Ion Litio.	119
Imagen 4. 11 Módulo BMS HX-3S-D02.....	120
Imagen 4. 12 Conexión módulo BMS HX-3S-D02.....	120
Imagen 4. 13 Elevador de voltaje DC- DC.	121
Imagen 4. 14 Conexión física del módulo BMS HX-3S-D02.	121
Imagen 4. 15 Voltaje inicial de celdas Ion Litio.	122
Imagen 4. 16 Corriente suministrada a las celdas.	123
Imagen 4. 17 Módulo TP4056 con protección.....	124
Imagen 4. 18 Conexión módulo TP4056 con protección.....	124
Imagen 4. 19 Conexión módulo TP4056 con protección.....	125
Imagen 4. 20 Medición 10 con indicador de carga completa.....	126
Imagen 4. 21 Conexión física para prueba de descarga.....	127
Imagen 4. 22 Corriente suministrada a celda con 2.85 V.....	128
Imagen 4. 23 Sistema BMS con carga.....	129
Imagen 4. 24 Protección del sistema BMS.	130
Imagen 4. 25 Sistema básico.....	131
Imagen 4. 26 Celda cargada con sistema básico.....	132
Imagen 4. 27 Conexión módulo TP4056 con protección.....	133
Imagen 4. 28 Sistema compuesto por tres celdas.	133

Imagen 4. 29 Conexión serie directa entre celdas.	134
Imagen 4. 30 Conexión paralelo con elevador de voltaje.	134
Imagen 4. 31 Sistema propuesto con módulo TP4056.....	134
Imagen 4. 32 Sistema BMS con panel solar.	136
Imagen 4. 33 Ciclo de repetición servomotor.....	139
Imagen 4. 34 Ángulo de inicio del servomotor.	140
Imagen 4. 35 Tiempo vs ángulos.	141
Imagen 4. 36 Código modificado para pruebas del sensor PIR.	142
Imagen 4. 37 Monitor serial con código modificado.	143
Imagen 4. 38 Prueba de distancia sensor PIR.	143
Imagen 4. 39 Ajuste de potenciómetros de Sensores PIR.....	145
Imagen 4. 40 Detección de perro con sensor PIR.	146
Imagen 4. 41 Señal generada por MaximalPower.	147
Imagen 4. 42 Señal generada por EYENIMAL.	147
Imagen 4. 43 Señal generada por Dazer II.	147
Imagen 4. 44 Prueba Dazer II con Carmelo.	148
Imagen 4. 45 Prueba Dazer II con Kimba.....	149
Imagen 4. 46 Aplicación Repelente para perros y su valoración.	149
Imagen 4. 47 Aplicación Dog Whistle Free Animated y su valoración.	150
Imagen 4. 48 Aplicación Dog Whistle,Free Dog Trainer y su valoración.	150
Imagen 4. 49 Prueba aplicación Repelente para perros prueba con LG3.	151
Imagen 4. 50 Esquemático de oscilador 555.	153
Imagen 4. 51 Señal generada por oscilador 555 en simulador.....	153
Imagen 4. 52 Esquemático de oscilador Colpitts.	157
Imagen 4. 53 Señal generada por oscilador Colpitts en simulador.	157
Imagen 4. 54 Medición de oscilador 555.....	158
Imagen 4. 55 Medición de oscilador Colpitts.....	158
Imagen 4. 56 Esquemático de amplificador BC547C.....	161
Imagen 4. 57 Señal generada por amplificadorBC547C.	162
Imagen 4. 58 Medición de amplificador BC547 con fuente de 9V.	162
Imagen 4. 59 Medición de amplificador BC547C con fuente de 30V.	163
Imagen 4. 60 Circuito amplificador colector común.	164
Imagen 4. 61 Señal generada por amplificador TIP112.	165
Imagen 4. 62 Medición circuito amplificador TIP112.....	165
Imagen 4. 63 Medición de señal en tweeter Xo visión tx 350 sin preamplificación.	166
Imagen 4. 64 Medición de señal en tweeter Xo visión tx 350 con preamplificación.	167
Imagen 4. 65 Medición de señal en tweeter Pioner ts-t15 sin preamplificación.	167
Imagen 4. 66 Medición de señal en tweeter Pioner ts-t15 con preamplificación.....	168
Imagen 4. 67 Medición de señal en transductor Dazer II sin preamplificación con componente DC.....	168
Imagen 4. 68 Arreglo para transductor Dazer II.....	169
Imagen 4. 69 Medición de señal en transductor Dazer II sin preamplificación	169
Imagen 4. 70 Medición de señal en transductor Dazer II con preamplificación.	170
Imagen 4. 71 Medición de señal en circuito Colpitts.	170
Imagen 4. 72 Medición de señal en tweeter Xo visión tx 350 a 9V.	171
Imagen 4. 73 Medición de señal en tweeter Pioner ts-t15 a 9V.	171
Imagen 4. 74 Medición de señal en transductor Dazer II a 9V.	172
Imagen 4. 75 Circuito amplificador LA42102 de audio implementado.	172
Imagen 4. 76 Señal entregada con tweeter “Xo vision tx 350” a 5V.....	173
Imagen 4. 77 Señal entregada con tweeter “Xo vision tx 350” a 14 V.....	173

Imagen 4. 78 Señal entregada con tweeter Pioner ts-t15 a 5V.....	174
Imagen 4. 79 Señal entregada con tweeter Pioner ts-t15 a 12V.....	174
Imagen 4. 80 Señal entregada con transductor Dazer II a 5 V.....	175
Imagen 4. 81 Señal entregada con transductor Dazer II a 15 V.....	175
Imagen 4. 82 Dispositivo diseñado para pruebas con perros.....	176
Imagen 4. 83 Prueba de repelentes ultrasónicos con circuito diseñado.	177

Índice de tablas

Tabla 2. 1 Tweeter de cono.....	34
Tabla 2. 2 Tweeter de cúpula.....	34
Tabla 2. 3 Tweeter de piezoeléctrico.....	34
Tabla 2. 4 Tweeter de cinta.....	35
Tabla 2. 5 Piezoeléctrico aprueba de agua.....	35
Tabla 2. 6 Relación Precio / Watts Steren.....	48
Tabla 2. 7 Relación Precio / Watts panel AG.....	50
Tabla 2. 8 Relación Precio / Watts sistema AG.....	50
Tabla 2. 9 Relación Precio / Watts panel 330 ohms.....	51
Tabla 2. 10 Relación Precio / Watts panel eBay.....	52
Tabla 2. 11 Relación Precio / Watts sistemas panel solar eBay.....	53
Tabla 2. 12 Relación Precio / Watts panel Amazon México.....	54
Tabla 2. 13 Relación Precio / Watts sistemas panel solar Amazon México.....	55
Tabla 2. 14 Relación Precio / Watts panel Aliexpress.....	55
Tabla 2. 15 Relación Precio / Watts sistemas panel solar batería Aliexpress.....	56
Tabla 2. 16 Relación Precio / Watts sistemas panel solar inversor Aliexpress.....	56
Tabla 2. 17 Relación Precio / Watts panel Mercado Libre.....	57
Tabla 2. 18 Relación Precio / Watts sistemas panel solar batería Mercado Libre.....	57
Tabla 2. 19 Relación Precio / Watts sistemas panel solar inversor Mercado Libre.....	58
Tabla 2. 20 Especificaciones batería Ion Litio eBay.....	62
Tabla 2. 21 Especificaciones batería Ni-MH eBay.....	62
Tabla 2. 22 Especificaciones batería Ion Litio Aliexpress.....	63
Tabla 2. 23 Especificaciones batería Ni-MH Aliexpress.....	63
Tabla 2. 24 Especificaciones batería Ion Litio Mercado libre.....	63
Tabla 2. 25 Especificaciones batería Ni-MH Mercado libre.....	64
Tabla 2. 26 Costo sensor PIR HC-SR501.....	68
Tabla 2. 27 Costo sensor Ultrasónico HC-SR04.....	69
Tabla 2. 28 Costo motorreductor.....	74
Tabla 2. 29 Costo motor a pasos.....	74
Tabla 2. 30 Costo Servomotor.....	75
Tabla 2. 31 Costo Regulador 7805.....	76
Tabla 2. 32 Costo módulo XL6009.....	78
Tabla 2. 33 Costo módulo TP4056.....	79
Tabla 2. 34 Costo relevador SONGLE.....	82
Tabla 2. 35 Costo módulo BMS.....	83
Tabla 2. 36 Costo Arduino oficial.....	89
Tabla 2. 37 Costo Arduino genérico.....	90
Tabla 4. 1 Voltaje de carga con módulo BMS.....	122
Tabla 4. 2 Voltaje en celdas BMS.....	123
Tabla 4. 3 Voltaje de carga con módulo TP4056 con protección.....	125
Tabla 4. 4 Voltaje de descarga con módulo TP4056 con protección.....	128
Tabla 4. 5 Voltaje de descarga con módulo BMS.....	130
Tabla 4. 6 Carga mediante un panel solar sistema básico.....	132
Tabla 4. 7 Carga mediante un panel solar sistema propuesto TP4056.....	135
Tabla 4. 8 Carga mediante un panel solar sistema BMS.....	137
Tabla 4. 9 Descarga de celdas con sistema propuesto TP4056.....	138
Tabla 4. 10 Descarga de celdas BMS.....	138

Tabla 4. 11 Mediciones sensor PIR.....	144
Tabla 4. 12 Tiempo sensor PIR.....	145
Tabla 4. 13 Detección de perros con sensor PIR.....	145
Tabla 4. 14 Características de fabricante.....	146
Tabla 4. 15 Prueba de dispositivos comerciales.....	148
Tabla 4. 16 Prueba de aplicaciones.....	151
Tabla 4. 17 Pruebas de repelente ultrasónico con circuito diseñado.....	176

Capítulo 1. Introducción

Existen en el mundo miles de bacterias a las que los seres humanos estamos expuestos, y ponen en riesgo nuestra salud; un ejemplo de ello son las heces de perro, que al secarse flotan en el aire, y al ser respiradas provocan diversas enfermedades.

En México podemos encontrar una situación muy desfavorable, “según datos de la Secretaría de Salud, existen alrededor de 22 millones de canes, de los cuales más de 10 millones viven en las calles” (Rodríguez, 2012). Esto genera a su vez una gran cantidad de heces fecales al aire libre, dañando a la población con infecciones gastrointestinales o con algún tipo de parásito derivado por este problema. El “IMSS reporta que las infecciones estomacales son la primera causa de muerte infantil” (Proa, El Universal, 2009).

En la actualidad existe una gran cantidad de perros en México, es común que, tanto en la calle como en parques, estemos en contacto con ellos y con las heces que dejan a su paso; este trabajo plantea desarrollar un sistema que sea capaz de ahuyentar canes, con el afán de resguardar zonas donde no se desea su presencia; el sistema deberá ser autónomo y con una fuente de energía renovable, esto evitará el cambio de baterías, reduciendo el costo de mantenimiento.

1.1 Objetivo general

Diseñar, construir e implementar un sistema capaz de ahuyentar canes, que sea autónomo y funcione con energías renovables.

1.2 Objetivos específicos

- Conocer la situación entre los perros y la sociedad.
- Investigar los métodos para ahuyentar perros.
- Diseñar un circuito oscilador de 25kHz.
- Investigar opciones de energías renovables.
- Determinar y adaptar una fuente de alimentación.
- Estudiar distintos sensores de presencia.
- Implementar una etapa de potencia utilizando energía renovable.
- Desarrollar un sistema de control mediante el entorno de Arduino.

1.3 Motivación

Este proyecto se realizará para mantener la comodidad de no levantar heces de perro en áreas verdes, evitar riñas con los vecinos (para el caso de aquellos que consciente o inconscientemente dejan salir a sus perros para hacer sus necesidades). Adicionalmente será

útil para evitar el acceso en áreas donde los perros no deben estar, como las zonas de juegos para niños en parques, buscando mejorar la salud y seguridad.

1.4 Justificación

Los beneficios que se pretenden alcanzar con una propuesta como esta se pueden denotar en dos grupos:

Los residentes se podrán olvidar de la molestia de recoger heces en sus áreas verdes, y por lo tanto no tener que estar lidiando con las moscas que son atraídas por estas, y limitarán la situación de ensuciarte bajando del auto.

En los parques, las áreas de juegos (o cualquier otra) podrán limitar la presencia de perros, evitando o disminuyendo posibles accidentes y problemas de salud.

Personas que tienen el hábito de acampar o realizar días de campo, y desean proteger de los perros a sus alimentos, podrán emplear el dispositivo propuesto, lo que les permitirá realizar sus actividades con la tranquilidad de conservarlos íntegros, al menos en cuanto a perros se refiere.

1.5 Descripción del capitulado

Capítulo 2: En este capítulo se mencionará la problemática social que existe con los perros callejeros, los métodos que existen para ahuyentarlos, además de información concerniente a los dispositivos electrónicos que se usarán en este proyecto como son: paneles solares, baterías, sensores de presencia y motores eléctricos por mencionar algunos.

Capítulo 3: Se podrán encontrar diagramas de bloques que resumen la estructura del proyecto; de igual forma, diagramas esquemáticos para los dispositivos electrónicos que se usaran, y el código fuente para en el IDE de Arduino.

Capítulo 4: contendrá todas las pruebas y mediciones que se realizaron para este proyecto, se podrán encontrar ejemplos de funcionamiento de módulos y como modificar los parámetros para obtener diferentes resultados.

Conclusiones, en este apartado se darán las observaciones finales sobre cada aspecto del trabajo realizado, así como el trabajo a futuro que se puede realizar para optimizarlo.

Capítulo 2. Marco Teórico

2.1 Los Perros y la sociedad

2.1.1 Perros callejeros

“Los perros callejeros son aquellos animales que viven parte del día fuera de su casa, sea por libertad de los dueños, abandono, o porque el perro se perdió o nació en la calle y se juntan en colonias, debido a las situaciones en las que se encuentran.” (Maksymiv, 2010), la Imagen 2.1 es una constante al estar caminando por las calles en la ciudad de México.



Imagen 2. 1 Perros callejeros

“En los últimos años, se ha hecho común tener animales de compañía, principalmente cachorros que, desafortunadamente, al crecer, dejan de ser del agrado de sus dueños, convirtiéndose en un problema del que tratan de deshacerse, y terminan abandonados en la vía pública, donde viven y se reproducen.

El resultado de estos sucesos, es un serio problema ambiental, sanitario, social y legal en la ciudad, debido, a la contaminación de espacios públicos con heces caninas (fecalismo).

Lo más preocupante es que los perros callejeros pueden tener bacterias y parásitos, que son expulsados en la materia fecal y llegan a causar enfermedades gastrointestinales, respiratorias, oculares y de la piel en los humanos.” (Martínez, 2010).

“México es el país con mayor población de perros en Latinoamérica, pero ni la mitad de ellos tiene hogar o refugio. Según datos de la Secretaría de Salud existen alrededor de 22 millones de canes, de los cuales más de 10 millones viven en las calles.

A nivel nacional se recogen aproximadamente 696 toneladas de excremento al día. Datos de la Secretaría de Salud del Distrito Federal revelan que tan sólo en esta ciudad se produce más de media tonelada de heces fecales a diario, que suman 182 toneladas al año.” (Rodríguez, 2012).

2.1.2 Problemas de salud

“Entre las enfermedades más comunes está la sarna o escabiosis, una enfermedad en la piel contraída fácilmente por un ácaro y que provoca picor e irritación en la dermatitis. La rabia, una de las enfermedades más conocidas que se transmite por contacto, aunque se tiene controlada en México, pero el Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (Cenaprece) de la Secretaría de Salud, la considera como una de las enfermedades infecciosas transmisibles de animales vertebrados al ser humano más frecuentes, según una publicación del Departamento de Salud Pública de la Facultad de Medicina de la UNAM.” (Camacho, 2014).

“De acuerdo con datos de la Secretaría de Salud del Gobierno del Distrito Federal, en la ciudad habría alrededor de 120 mil perros callejeros, los cuales generan entre 5 y 6 toneladas de heces fecales al día, las cuales provocan hasta el 60% de las infecciones estomacales e intestinales que se reportan cada año.

De acuerdo con un estudio del Instituto Nacional de Salud Pública, dado a conocer en el año 2008, la contaminación de suelos por heces fecales es la principal fuente de infección humana; con el agregado de que las larvas contenidas en las heces fecales son altamente resistentes a los efectos del ambiente por lo que pueden sobrevivir, desde meses hasta años en espera de un “portador”.” (Fuentes, 2013).

“El fecalismo al aire libre (Imagen 2.2) es una actividad que realizan tanto humanos como animales. Las heces quedan depositadas en el asfalto donde la degradación es mínima o tarda mucho, pues no es un suelo de arcilla o de algún tipo de materia orgánica. Así, se seca y con el paso de los automóviles y de la gente se aerosoliza, esto quiere decir que se convierte en partículas más pequeñas que viajan en el aire.” (Durand, 2016).



Imagen 2. 2 Fecalismo al aire libre.

“La contaminación fecal canina es causa de serias enfermedades en los humanos, entre las que se encuentran:

- Giardiasis. Este parásito infecta el intestino delgado de varios mamíferos, entre ellos el perro y el hombre. Su principal manifestación es la diarrea.

Algunos datos de la Ciudad de México indican que entre 42 y 51% de los perros adultos son portadores de este parásito.

- Toxocariosis (T.): Es una enfermedad causada por un gusano que libera una gran cantidad de huevos aproximadamente 70,000 por día que el perro arroja de su cuerpo en las heces.

Una vez en el ambiente, los humanos pueden infectarse al tragar accidentalmente los huevos, [humano infectado Imagen (2.3)]. El gusano habita dentro del cuerpo del portador, migrando de un órgano a otro, ya que se desplaza por hígado, corazón, ojos, riñones, pulmones e, incluso, el cerebro, por lo que puede llegar a ocasionar la muerte, afectando principalmente a niños entre dos y siete años.

Este parásito es muy frecuente en la Ciudad de México, pues se sabe que entre 8 y 17% de las áreas verdes están contaminadas con huevos de *T. canis* excretados por perros parasitados. Además, se calcula que 80% de los cachorros están colonizados por este parásito.



Imagen 2. 3 Gusanos Toxocariosis.

- Ancilostomosis. Es causada por gusanos redondos llamados *Ancylostoma caninum* liberan huevos que salen con las heces del perro. En el ambiente, dentro de los huevos, los embriones se desarrollan hasta formar una larva que, después de un tiempo, es liberada del huevo y continúa su desarrollo en el exterior hasta alcanzar la etapa infectante.

El humano se infecta, principalmente, cuando las larvas penetran la piel, lo que puede ocurrir a través de los pies descalzos. Después de que la larva ingresa en el humano, se desplaza bajo la piel, ocasionando daño subcutáneo, por lo que se le llama Larva Migrans Cutánea.” (Martínez, 2010).

- “La *Escherichia coli* (*E. coli*) “es una de las pasajeras más comunes del aire capitalino”. Esta es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente. La mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas, sin embargo, algunas son patógenas y pueden

resultar muy agresivas para el organismo, principalmente en el caso de los niños pequeños. Las enfermedades diarreicas son algunas de las principales consecuencias de este tipo de microorganismos. Según cifras de la OMS se registran cuatro mil millones de casos de enfermedades diarreicas anualmente en todo mundo con alrededor de cuatro millones de defunciones principalmente de niños.” (Durand, 2016).

“En México las infecciones gastrointestinales (Imagen 2.4) son la primera causa de muerte en la población infantil, sobre todo en menores de cinco años de edad, cuyo rango establece que ocho de cada 10 niños las padecen.

De acuerdo con estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), infecciones como gastroenteritis, salmonelosis, tifoidea, cólera y enfermedad por rotavirus, representan un problema severo de salud pública, a pesar de la reducción de la mortalidad en los últimos 20 años.” (Proa, El universal, 2009).



Imagen 2. 4 Niño atendido en el IMSS por infección estomacal.

2.1.3 Problemas de seguridad

“Cuando pensamos en animales letales los primeros que nos vienen a la cabeza son los tiburones, las serpientes o los cocodrilos. Y es que la lista que la OMS realizó de los animales más mortíferos de la tierra está llena de sorpresas... El perro ocupa el tercer lugar causando 25.000 muertes al año mediante la transmisión de la rabia, principalmente en Asia y África.” (Gugel, 2016).

“Cada año se registran en México 110 mil casos de agresiones por ataques de perros (Imagen 2.5) —según registros de la Secretaría de Salud— y a pesar de que existe una ley que establece medidas de prevención, la responsabilidad está en manos de sus dueños. La Ley de Cultura Cívica del Distrito Federal impone multas que van de 535 a \$973 MN o arresto de tres a 24 horas si una persona lleva por la calle a su perro sin bozal y de acuerdo con la dirección de Justicia Cívica del DF, a la fecha se han recibido 800 denuncias. Francisco Zepeda, egresado de la Facultad de veterinaria de la UNAM explicó a Crónica que “cuando los perros están en cautiverio, o nunca se han cruzado, el nivel de la hormona testosterona se incrementa tanto, que pueden volverse muy agresivos”.

La lista de perros considerados peligrosos incluye a Rottweiler, Bulldog, Pit bull terrier, Staffordshire bull terrier, Mastín, entre otros. Mucho depende del dueño, de cómo eduquen a sus animales. “Hay perros que viven en departamentos, están socializados. Sin embargo, el ambiente también influye, es decir, los tienen en lugares muy pequeños y eso los vuelve agresivos”, detalla el veterinario.

Aquellos animales que hayan tenido en algún momento tendencias agresivas o que hayan atacado con anterioridad a personas u otros animales, son también considerados peligrosos. La Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal (SSP-DF) recibe diariamente, en promedio, dos o tres llamadas que reportan agresiones a personas por parte de perros, de las cuales 25 han sido ataques severos.” (Huesca, 2006)



Imagen 2. 5 Niño de dos años que sufrió mordida de perro.

Otro problema que se tiene en la ciudad son los accidentes causados cuando los perros se encuentran en vialidades, en las que llegan, o pueden llegar a ocasionar colisiones al tratar de no atropellar al perro o sufriendo una colisión con él mismo, un caso que fue muy difundido en México fue el siguiente:

“Cuatro personas resultaron lesionadas, durante una carambola que se registró sobre la autopista México-Puebla (Imagen 2.6), a la altura del kilómetro 28, hacia el Distrito Federal.



Imagen 2. 6 Carambola en Autopista México-Puebla.

El accidente ocurrió cuando el conductor de una camioneta Volvo, frenó intempestivamente, para no atropellar a un perro que atravesaba la vialidad, sin embargo, un tráiler que venía a exceso de velocidad no alcanzó a frenar a tiempo y se impactó.

En el incidente se vieron involucrados el tráiler, así como una camioneta de carga de las conocidas como “estaquitas”, la cual quedó prácticamente desecha y otra camioneta Volvo color gris. Al lugar arribaron los elementos de emergencia quienes trasladaron hacia un hospital a dos de los cuatro lesionados, cuyo estado de salud se reporta como grave.” (Dorantes, 2013).

2.2 Métodos para ahuyentar perros

Existen varios dispositivos que aseguran ahuyentar perros (Imagen 2.7) con diferentes métodos desde sustancias químicas hasta dispositivos electrónicos.



Imagen 2. 7 Repelentes de perros.

2.2.1 Repelente casero

Existe un sinnúmero de remedios que se pueden encontrar en Internet sobre como disuadir a los perros que orinen o defecuen en cierta zona, mencionare los remedios más populares que existen Imagen 2.8, así como otras acciones que se pueden realizar para impedir el acceso al perro.

“**Vinagre:** Gracias a su acidez natural, el vinagre es un ahuyentador de perros casero muy efectivo que puede ser de gran ayuda para quitar la orina de los perros. El ácido acético es el causante del efecto, además, es uno de los principales componentes del vinagre. Con la ayuda de un pulverizador, se puede rociar abundante vinagre puro sobre puertas, neumáticos, etc. Se podrá notar que los perros no se acercarán.” (Sosa, 2017). Esta solución es de las más populares que se pueden encontrar, aunque no ha sido un remedio que a todos les ha funcionado.

“**Pimienta de cayena:** Es un repelente natural y contiene capsaicum, el cual irrita los ojos y la piel de la mascota, lo cual resulta ser un poco cruel, aunque no amenaza la vida del animal. Dentro de una casa sería más eficiente probarlo, por ejemplo, si no

quiere que entre a una habitación en particular o se “haga” en la alfombra, pruebe poniendo un poco alrededor y sobre la zona que quiere que evite.” (Marínez, 2013).

“**Amoniaco:** Si ya no sabes cómo ahuyentar a los perros, te va a encantar saber que el amoníaco es un excelente repelente natural para perros. Para obtener su ayuda prepara una solución de agua con amoniaco a razón de media taza, de este último por 2 de agua. Se rocía frecuentemente los lugares donde no quieres que los perros orinen.” (Sosa, 2017).



Imagen 2. 8 Repelentes caseros.

Los costos de estos tipos de repelente están entre los 10 y 50 pesos¹, el vinagre se encuentra en cualquier tienda, a un precio muy accesible, siendo el más barato de estos productos comparado con la pimienta de cayena, que no se encuentra tan rápido, además es el más caro de estos productos, ya que lo venden en porciones pequeñas.

Algunas acciones que recomiendan tomar para evitar que los perros accedan a un área verde son las siguientes:

“Cercas o rejas: Si tienes un jardín expuesto que no cuenta con ningún tipo de delimitación lo mejor para mantener alejados a los perros es instalar una cerca.

Barreras con plantas: Esta es una excelente opción para quienes no quieren o no pueden colocar cercas de otros materiales. Algunos arbustos funcionan perfectamente como cercas naturales.” (Paradisi, 2016).

2.2.2 Repelente químico

“Repelente granulado (Imagen 2.9), para uso en jardines y exteriores, para perros y gatos, aleja a las mascotas de áreas a las que no debe acceder.

Modo de aplicación y dosis: Vierta directamente del envase o utilice guantes para manipular el producto. Para mejores resultados espolvoree 20 gramos de producto por metro cuadrado diariamente hasta acabar con el mal hábito de la mascota. Si desea

¹ Todos los precios mostrados en este documento fueron estimados promediando diferentes fuentes 28 de abril del 2017

evitar que perros y gatos ajenos defecuen en su jardín, utilícelo regularmente mientras sea necesario.

Advertencia: Aleje el producto del alcance de los niños y las mascotas. Únicamente para uso exterior. No utilizar en plantas destinadas para el consumo.” (Fancy Pets, 2017)



Imagen 2. 9 Repelente granulado Fancy Pets.

Este producto tiene un costo de \$205 MN, existen otras versiones de este tipo repelente químico que va desde \$50 MN hasta los \$480 MN esto depende de la marca y cantidad del producto.

2.2.3 Espray “gas pimienta”

“Máxima potencia de frenado: Fórmula de máxima potencia autorizada por “Health Canada” está respaldado por nuestro laboratorio.

Spray de pimienta #1 (Imagen 2.10), marca de confianza utilizada por la policía y consumidores a nivel global; hecho en los EE.UU. e ISO 9001: 2008 certificado.

Protección a distancia: Gama de 3 metros.

Protección contra las amenazas múltiples: 5 ráfagas en un segundo que soporta ráfagas de viento evitando el cambio de dirección.” (SABRE, 2017)



Imagen 2. 10 Repelente en espray de pimienta SABRE

Este tipo de repelente es muy popular como artículo para defensa personal, el gas pimienta se pueden encontrar desde los \$30 MN, la marca SABRE se puede encontrar arriba de los \$300 MN, existe otro tipo de gas pimienta contra osos los cuales desprenden una gran cantidad del producto y tiene un costo superior a los \$1,600 MN, este tipo de spray sin duda es la mejor opción si se desea evitar un ataque.

Este repelente me parece que tiene la mejor respuesta para alejar a los perros, aunque es un artículo agresivo y más sino se usa adecuadamente (Imagen 2.11).



Imagen 2. 11 Uso de gas pimienta.

2.2.4 Aplicaciones para teléfonos inteligentes

Existen varias aplicaciones que mencionan tener la capacidad de repeler distintos animales o insectos. Buscando en la tienda Play Store (tienda oficial de aplicaciones para teléfonos con sistema Android) encontré un listado de aplicaciones que ahuyentaban perros (Imagen 2.12).

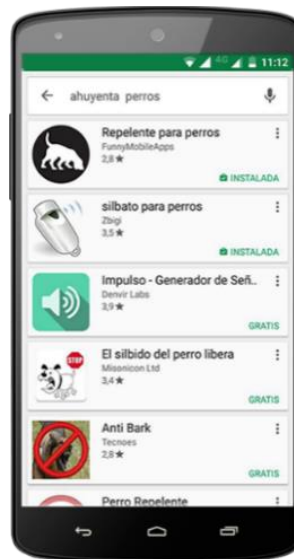


Imagen 2. 12 Play store: Aplicaciones Ahuyenta perros.

Se puede ver que las aplicaciones tienen una puntuación baja ya que varios usuarios mencionan que no sirven (Imagen 2.12), esto se pondrá a prueba en el siguiente capítulo donde se probarán distintas aplicaciones usando diferentes equipos ya que, podría ser un factor determinante para que la aplicación funcione.



Imagen 2. 13 Play store: Comentarios de aplicación “Repelente para perros”.

Las aplicaciones son gratuitas solo se necesita un dispositivo Android para poder descargarlas.

2.2.4 Rociadores con sensor de movimiento (Motion Sensor Sprinklers)

Son dispositivos que funcionan con un sensor PIR (sensor infrarrojo pasivo) el cual activa un aspersor de agua.

“El ScareCrow, Imagen 2.14 protege cualquier área al aire libre del jardín o del patio contra la presencia no deseada de animales. Su aspersor rocía agua con precisión hasta a un máximo de 10 metros (35 pies), protegiendo un área de 90 metros cuadrados (1000 pies cuadrados). El ScareCrow puede detectar animales grandes a una distancia mayor que cuando se trata de animales pequeños. El ScareCrow usa un sensor infrarrojo pasivo para detectar la diferencia de temperatura entre el animal y su entorno. No obstante, el ScareCrow tendrá dificultades para detectar el movimiento si el animal y el entorno tienen temperaturas similares. Cuando un animal o persona se mueve dentro del campo de visión, el ScareCrow percibe el cambio y abre una válvula electrónica para lanzar chorros de agua durante 3 segundos a través del aspersor. El ScareCrow entonces hace una pausa de 8 segundos antes de reanudar la

detección. Esta pausa produce un elemento de aleatoriedad e imprevisibilidad que evita que los animales se acostumbren al aparato.” (Contech, 2017).



Imagen 2. 14 ScareCrow rociador con sensor de movimiento.

Este dispositivo es altamente recomendado si el animal que se desea ahuyentar se trata de gatos ya que algún perro les llama la atención estos tipos de aspersores, además que se limita a un área donde no debe de haber transeúntes ya que el sensor no es capaz de distinguir si se trata de una persona o un animal.

El precio de este repelente es de \$2,800 MN, el precio es elevado, aunque existen otros sistemas con el mismo funcionamiento con un costo desde \$600 MN en tiendas como eBay.

2.2.5 Repelente mediante Ultrasonido

Este método es muy popular y existen distintos usos: collares que evitan que el perro ladre, estacas para el jardín para que este no ingrese a ellas, dispositivos portátiles que se pueden llevar a cualquier sitio para alejar a los perros, todos estos dispositivos usan este método de ultrasonido.



Imagen 2. 15 Sistemas ultrasónicos.

Su efectividad no es del 100%, ya que los perros con la edad se les deteriora la audición y por ello no les afecta este tipo de repelente. La potencia que pueden

entregar será un factor importante tanto para el alcance que se desea tener y su capacidad de alejar al perro.

Este sistema se puede dividir en automáticos y manuales, aunque en ambos casos el factor clave es el ultrasonido que se puede definir como:

“Una onda sonora cuya frecuencia supera el límite perceptible por el oído humano (es decir, el sonido no puede ser captado por las personas por que se ubica en torno al espectro de 20.000Hz).

Existen múltiples aplicaciones del ultrasonido. A nivel industrial, permite medir distancias o desarrollar ensayos no destructivos, por ejemplo. Otro uso muy frecuente tiene lugar en el campo de la medicina.” (Porto, 2017)

Ejemplo de sistemas automáticos

Estos sistemas cuentan con un sensor PIR que detectan el movimiento y activan el circuito, se colocan en un lugar fijo evitando que se acerque el perro, algunos cuentan con una celda solar evitando gastar en pilas (Imagen 2.16).



Imagen 2. 16 Sistema automático con panel solar.

Estos modelos tienen una valoración aceptable, aunque hay casos donde los comentarios mencionan que no hace nada el dispositivo y muestran fotos donde se ven animales cerca del dispositivo, dependiendo la marca se pueden ver que algunos productos muy similares tienen una valoración mucho más baja una posible causa de este mal funcionamiento puede ser que el aparato siempre dirige la señal de audio a un lugar específico.

Este repelente se puede encontrar desde los \$450 MN en tiendas en línea en México como linio o en eBay alrededor de los \$250 MN, se pueden encontrar productos similares con una puntuación buena con un costo de \$500 MN.

Ejemplos de dispositivos manuales

Buscando estos dispositivos en tiendas en línea se pueden encontrar muchos modelos. Se mostrarán los artículos con mejores comentarios (Imagen 2.17), número de ventas y calificaciones del producto en tiendas en línea como: eBay, Amazon y MercadoLibre.



Imagen 2. 17 Ejemplos de dispositivos ultrasónicos manuales.

En la búsqueda que se realizó se encontró que el Dispositivo Dazer II que tenía muchas ventas y con una buena valoración por parte de los usuarios, (Imagen 2.18) comparado con la competencia esto sucedió tanto en Amazon como en eBay.

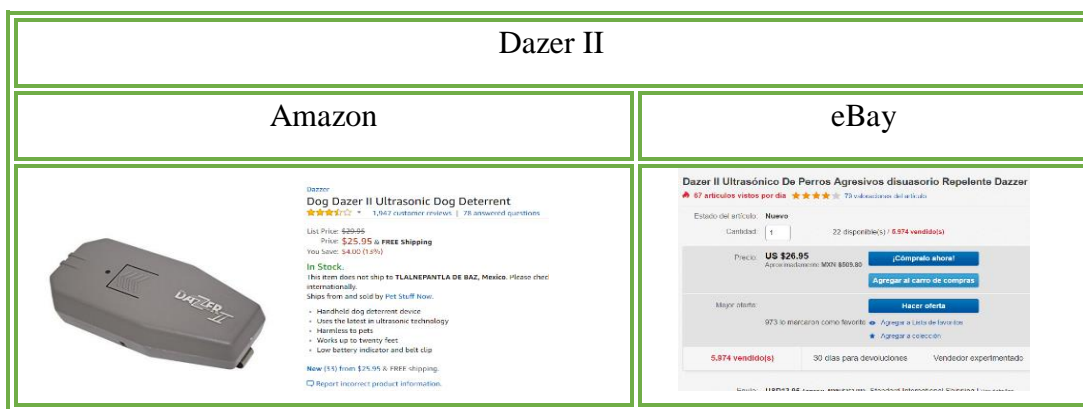


Imagen 2. 18 Repelente ultrasónico Dazer II.

Este artículo se pondrá a prueba ya que tiene más de 6,000 ventas y con una puntuación de 4 estrellas, aunque se debe de verificar su funcionamiento porque existen también comentarios negativos donde mencionan que no funciona el artículo.

En México el artículo se puede adquirir en mercado libre (Imagen 2.19) tiene un costo muy superior comparado con otros dispositivos disponibles en esta misma página.



Imagen 2. 19 Dazer II Mercado Libre.

Existen videos donde podemos encontrar cómo funcionan estos dispositivos y comparar, que algunos son más eficaces ya que el perro se aleja de inmediato y con otros se necesita estar muy cerca o el perro solo se aleja lentamente.

El costo de este repelente cambia dependiendo donde se compre ya que en eBay se puede adquirir desde cerca de los \$500 MN, hay otros artículos con el mismo funcionamiento con un valor que va desde los \$300 MN.

Considero que esta es la forma que mejor se adapta para el proyecto que se desea desarrollar porque no lastima a las personas y no causa daño si no molestia a los perros, se necesitara investigar sobre el funcionamiento de la señal ultrasónica y cómo funcionan estos dispositivos.

2.3 Integración tecnológica

Mi proyecto será una integración tecnológica por lo que, lo primero que se debe aclarar es, ¿Qué es y cómo ha beneficiado al avance tecnológico?, “La integración tecnológica es el conjunto de capacidades que se agregan a un ‘gadget’ (aparato que suele implementar la mayor y más nueva tecnología), hacen que pueda crear o desarrollar varios servicios a la vez.” Como se puede ver en la Imagen 2.20 se hace una dramatización de la integración tecnológica que existe en los Smartphone, no solo la integración tecnológica nos brinda nuevos artículos mejorados si no que se enfoca satisfacen varias necesidades a la vez.



Imagen 2. 20 Integración tecnológica.

2.4 Ingeniería inversa

Se trata de tomar algo, por ejemplo, un dispositivo mecánico o electrónico, para analizar su funcionamiento en detalle, con el objetivo de crear un dispositivo que haga la misma tarea o una similar sin copiar los detalles del original.

2.4.1 Antecedentes

La ingeniería inversa es una rama de la ingeniería relativamente reciente, cuyos orígenes se remontan a la Segunda Guerra Mundial, cuando alguno de los dos bandos (Aliados y Potencias del Eje) capturaba maquinaria o equipo del otro bando, entonces se disponían a conocer hasta el más mínimo detalle de la tecnología del enemigo con el objetivo de encontrar fallas o puntos débiles.

2.4.2 Actualidad

La ingeniería inversa tiene muchas aplicaciones en el mundo actual y es aplicada por todo tipo de empresas, de todos los ámbitos tecnológicos. Algunos de los usos principales son:

- Investigar, analizar y comprender la tecnología utilizada por otras naciones o por otras empresas.
- Analizar los productos de la competencia para analizar sin infringen alguna patente de otra empresa.
- Desarrollar productos que sean compatibles con otros productos, sin tener acceso a los detalles técnicos de estos últimos.
- Comprobar la seguridad de un producto, en informática, por ejemplo, para conocer las brechas de seguridad que puede tener un programa.

2.5 Osciladores y amplificadores

“Los osciladores son unos dispositivos que interaccionan la electricidad y el tiempo. Esencialmente hacen variar parámetros eléctricos (tensión, corriente o carga), de forma periódica y estable de manera que establecen una Frecuencia (número de veces que la variación se produce por segundo).

2.5.1 Oscilador Colpitts

Aunque es excelente a frecuencias bajas, el oscilador en puente de Wien no resulta adecuado cuando funciona a frecuencias altas (por encima de 1MHz). El principal problema es el desplazamiento de fase a través del amplificador.

Una alternativa es el oscilador LC, un circuito que se puede usar para frecuencias entre 1 y 500MHz. Este intervalo de frecuencias está muy alejado de la frecuencia típica de la mayoría de los amplificadores operacionales, por lo que generalmente se utiliza como amplificador un transistor bipolar o un FET.

Con un amplificador y un circuito tanque LC podemos realimentar una señal con la amplitud y fase adecuadas para mantener las oscilaciones. El análisis y el diseño de los osciladores de alta frecuencia es complicado. Debido a las altas frecuencias, se ven afectadas por las capacitancias parásitas y las inductancias.

Conexión en emisor común

El divisor de tensión de la base fija el punto de polarización. La bobina de RF tiene una reactancia inductiva muy grande, por lo que abre el circuito para señal. El circuito tiene una ganancia de tensión para baja frecuencia de r_c / r_e , donde r_c es la resistencia de colector para señal. Debido a que la bobina equivale a circuito abierto, la

resistencia de colector para señal es principalmente la resistencia para el circuito resonante. Esta resistencia tiene un máximo para el valor de resonancia.

El lector encontrará muchas variaciones del oscilador Colpitts. Una forma de reconocerlo es a través de la presencia del divisor de tensión capacitivo formado por C_1 , y C_2 como se puede ver en la Imagen 2.21. Este divisor produce la tensión de realimentación necesaria para las oscilaciones.

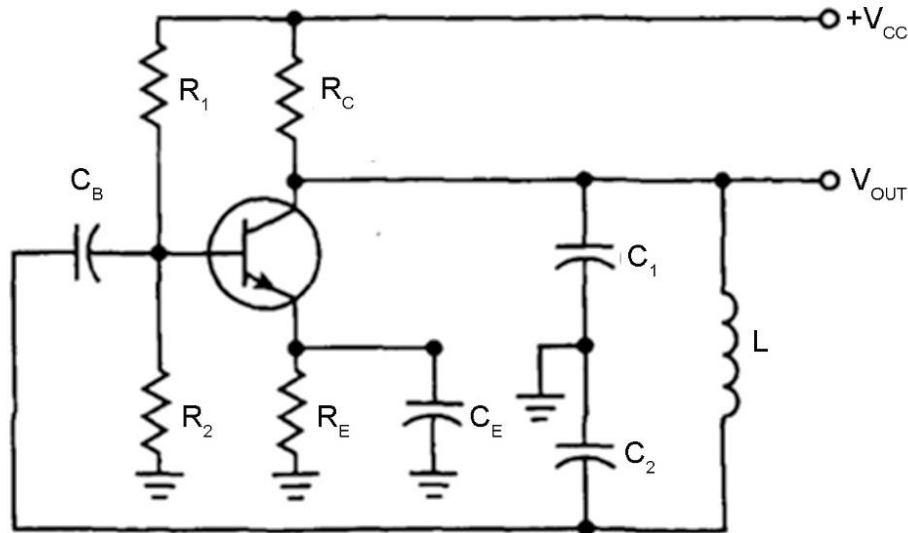


Imagen 2. 21 Oscilador Colpitts.

Polarización circuito amplificador

$$I_C = \frac{V_C}{R_C} \quad \text{Ecu. 2.1}$$

$$I_C \approx I_E \quad \text{Ecu. 2.2}$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} \quad \text{Ecu. 2.3}$$

$$V_E = V_{BB} - V_{BE} \quad \text{Ecu. 2.4}$$

$$V_{BB} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} \quad \text{Ecu. 2.5}$$

Capacitores de acoplo y desacoplo

$$r'e = \frac{25mV}{I_E} \quad \text{Ecu. 2.6}$$

$$r\pi = r'e(h_{fe} + 1) \quad \text{Ecu. 2.7}$$

$$X_{CB} = R_1 \parallel R_2 \parallel r\pi \quad \text{Ecu. 2.8}$$

$$X_{CC} = R_C \quad \text{Ecu. 2.9}$$

$$X_{CE} = R_E \parallel r'e \quad \text{Ecu. 2.10}$$

$$C_B = \frac{1}{2\pi(f_L 0.1)X_{CB}} \quad \text{Ecu. 2.11}$$

$$C_c = \frac{1}{2\pi(f_L 0.1)X_{CC}} \quad \text{Ecu. 2.12}$$

$$C_E = \frac{1}{2\pi(f_L 0.8)X_{CE}} \quad \text{Ecu. 2.13}$$

Circuito resonante

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{EQ}}} \quad \text{Ecu. 2.14}$$

$$C_{EQ} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \quad \text{Ecu. 2.15}$$

Acoplamiento de la carga

Se puede usar un acoplamiento capacitivo (Imagen 2.22) o un acoplamiento electromagnético (Imagen 2.23), se debe conservar el efecto de carga tan pequeño como sea posible para asegurar una salida sinusoidal sin distorsión, con un arranque fiable para las oscilaciones.

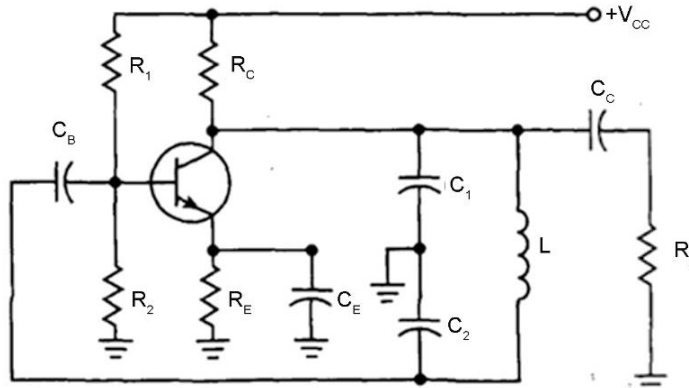


Imagen 2. 22 Acoplamiento capacitivo.

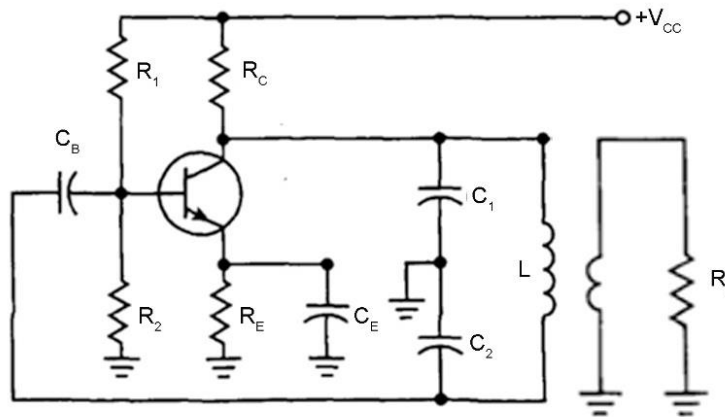


Imagen 2. 23 Acoplamiento electromagnético.

2.5.2 El temporizador 555

El NE555 (también el LM555, CA555 y MC1555) es el circuito integrado de temporización más comúnmente usado. Este circuito puede funcionar en dos modos: *monoestable* (un estado estable) o *astable* (sin estados estables). En modo monoestable produce retardos de tiempo muy precisos que van desde microsegundos a horas. En modo astable produce señales rectangulares con ciclos de trabajo variables.

Funcionamiento en monoestable

La Imagen 2.24 ilustra el funcionamiento en monoestable. Inicialmente tiene una tensión de salida baja en la cual puede permanecer indefinidamente. Cuando el temporizador 555 recibe un disparo en un punto A de tiempo, la tensión de salida cambia de baja a alta. Permanecerá así durante un tiempo W antes de regresar de nuevo al nivel, bajo. La salida se mantiene hasta que aparece de nuevo un disparo.

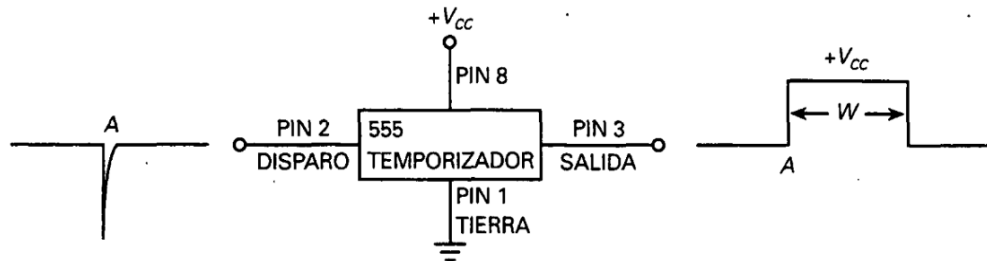


Imagen 2. 24 Temporizador 555 funcionando en modo monoestable (disparo único).

La duración de estos pulsos en la salida puede controlarse con precisión con una resistencia y un condensador externos.

Funcionamiento en astable

El temporizador 555 también puede ser conectado para funcionar como un *multivibrador astable*. Cuando funciona en modo astable oscilará produciendo un pulso rectangular de salida.

La Imagen 2.25 muestra un temporizador 555 funcionando en modo astable. Como se observa, la salida es una serie de pulsos rectangulares. Como no es necesaria una señal de disparo para conseguir esta salida, este modo de funcionamiento es denominado también *multivibrador de oscilación libre*.

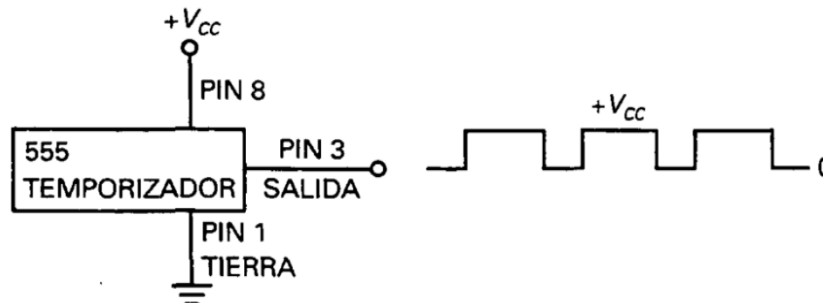


Imagen 2. 25 Temporizador 555 funcionando en modo astable (oscilación libre).

Funcionamiento del temporizador 555 en modo astable

El temporizador 555 también puede utilizarse como multivibrador de oscilación libre. En este modo, se requieren dos resistencias extremas y un condensador para establecer la frecuencia de oscilación un ejemplo se muestra en la Imagen 2.26.

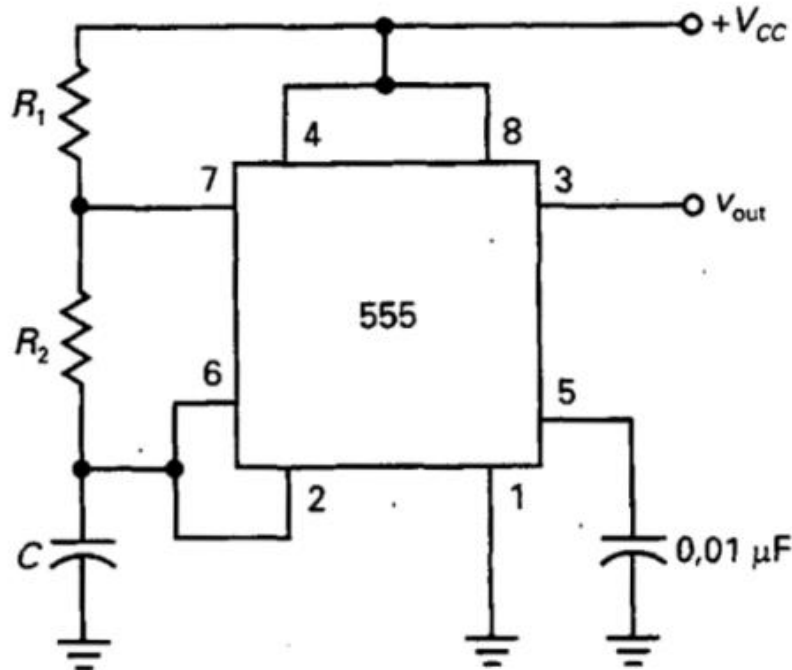


Imagen 2. 26 Multivibrador astable.

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C} \quad \text{Ecu. 2.16}$$

Ejemplos con oscilador 555

La Imagen 2.27 muestra cómo usar un 555 en configuración astable como una sirena o alarma.

La salida del pin 3 hace funcionar el altavoz a través de la resistencia R4. El tamaño de la resistencia depende de la fuente de alimentación y de la impedancia del altavoz. La impedancia de la rama de R4 y el altavoz estará limitada por la corriente máxima que es capaz de producir en su salida el temporizador 555, es decir, 200mA.

El circuito se puede modificar para conseguir una salida de mayor potencia hacia el altavoz. Por ejemplo, se puede usar la salida del pin 3 para alimentar un amplificador de potencia de clase B en contrafase, cuya salida alimentara a l altavoz". (Malvino, 2000)

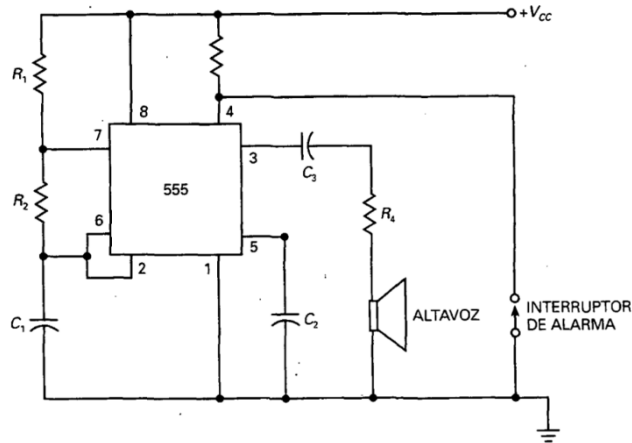


Imagen 2. 27 Circuito 555 astable funcionando como sirena o alarma.

2.5.3 Amplificadores

Amplificador con BJT

Los transistores tienen 3 regiones de trabajo: corte, saturación y zona activa. Para que un transistor pueda amplificar se debe trabajar en la zona activa la manera más eficiente de configurarlo es tener un valor en V_{CE} del 50% de la fuente de alimentación, ya que con esto colocaremos al punto Q en el centro de nuestra recta de carga evitando recortes en nuestra señal.

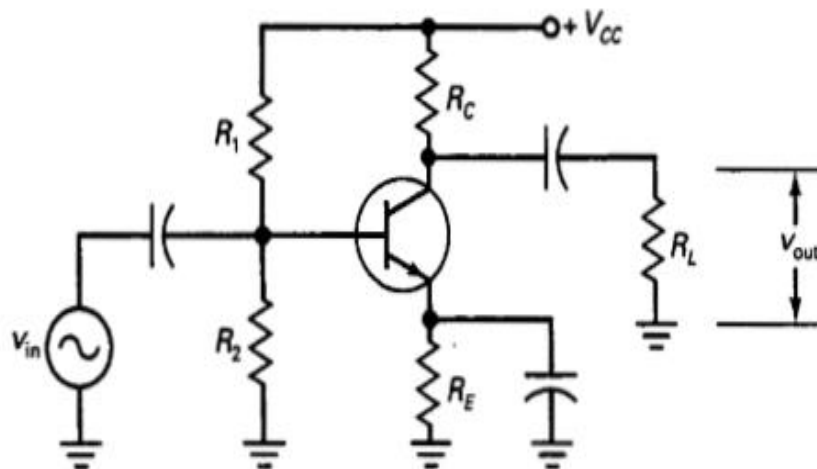


Imagen 2. 28 Amplificador de voltaje con BJT.

Ecuaciones

Se utilizarán algunas de las ecuaciones anteriormente mencionadas anteriormente en el oscilador Colpitts.

$$V_C = V_{CC} - V_E - V_{CE} \quad \text{Ecu. 2.17}$$

$$R_2 = 10 X R_E \quad \text{Ecu. 2.18}$$

Capacitores de acoplo y desacoplo

$$X_{CB} = (R_1 \parallel R_2) 0.1 \quad \text{Ecu. 2.19}$$

$$C_B = \frac{1}{2\pi f X_{CB}} \quad \text{Ecu. 2.20}$$

$$X_{CC} = R_C 0.1 \quad \text{Ecu. 2.21}$$

$$C_C = \frac{1}{2\pi f X_{CC}} \quad \text{Ecu. 2.22}$$

$$X_{CE} = \{(R_1 \parallel R_2) + r'_e\} \parallel R_E 0.1 \quad \text{Ecu. 2.23}$$

$$C_E = \frac{1}{2\pi f X_{CE}} \quad \text{Ecu. 2.24}$$

Amplificador colector común

“El amplificador a transistor de colector común, se llama normalmente seguidor emisor. La ganancia de voltaje de un seguidor emisor es similar a uno, puesto que el voltaje de emisor está limitada a la caída del diodo de alrededor de 0,6 voltios por debajo de la base. Su función no es la ganancia de voltaje, sino la ganancia de corriente o potencia, y la adaptación de impedancias. Su impedancia de entrada es mucho más alta que su impedancia de salida, de modo que una fuente de señal no tendría que trabajar tan duro. Esto puede verse en el hecho de que la corriente de base es del orden de 100 veces menos que la corriente de emisor. La baja impedancia de salida del seguidor emisor se adapta con una carga de baja impedancia y amortigua la fuente de señal.” (HyperPhysics, 2017)

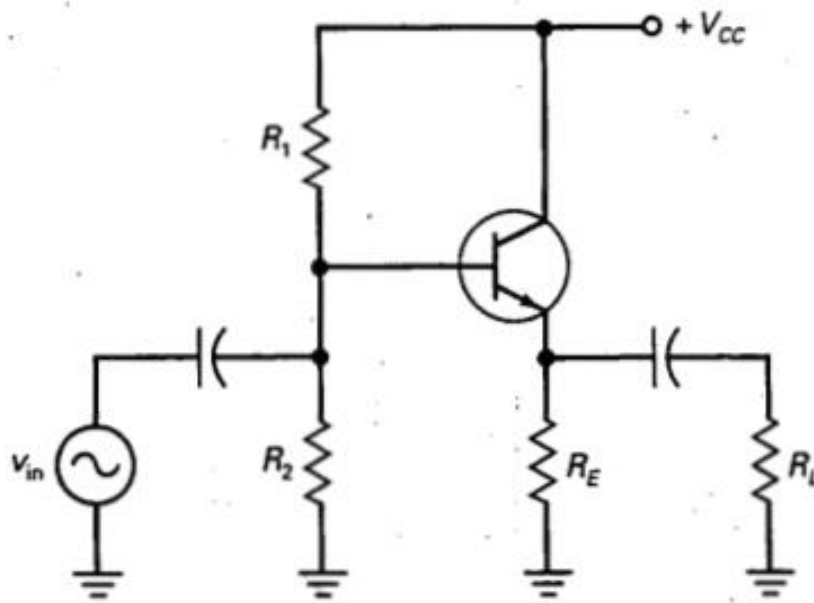


Imagen 2. 29 Amplificador colector común.

Ecuaciones

$$R_B = 0.1 \beta R_E \quad \text{Ecu. 2.25}$$

$$I_B = \frac{I_C}{\beta} \quad \text{Ecu. 2.26}$$

$$V_B = R_B I_B + 0.7 + R_E I_C \quad \text{Ecu. 2.27}$$

$$R_1 = \frac{V_{CC} R_B}{V_B} \quad \text{Ecu. 2.28}$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{Ecu. 2.29}$$

Amplificadores de audio

“Estos amplificadores están diseñados para que una señal pequeña pueda ser amplificada y acoplada a una o más bocinas dependiendo del modelo del integrado.

Módulo TDA2030A

Este circuito integrado es ampliamente utilizado en estéreos del coche, receptores, grabadoras y equipo de audio de potencia media.



Imagen 2. 30 Módulo amplificador de audio TDA2030A.

Características

- Amplificador de hasta 18W.
- Señal monoaural.
- RL 8 Ω o 4 Ω
- Potenciómetro para ajustar la amplificación.
- Voltaje de funcionamiento: 6V ~ 12V.
- Corriente máxima ~ 3A.” (TZT, 2017)

Este módulo tiene un costo aproximado de \$40 MN en México.

Integrado LA42102

“Este integrado es utilizado como amplificador de audio de algunas televisiones RF.



Imagen 2. 31 Amplificador de audio LA42102.

Características:

- Amplificador de 10W.
- Señal estéreo.
- RL recomendada 8Ω.
- Voltaje de funcionamiento 10V ~ 17V”. (SANYO, 2017)

El diagrama sugerido por el fabricante se muestra en Imagen 2.32, este puede ser modificado dependiendo el uso que se le dará.

Test Circuit

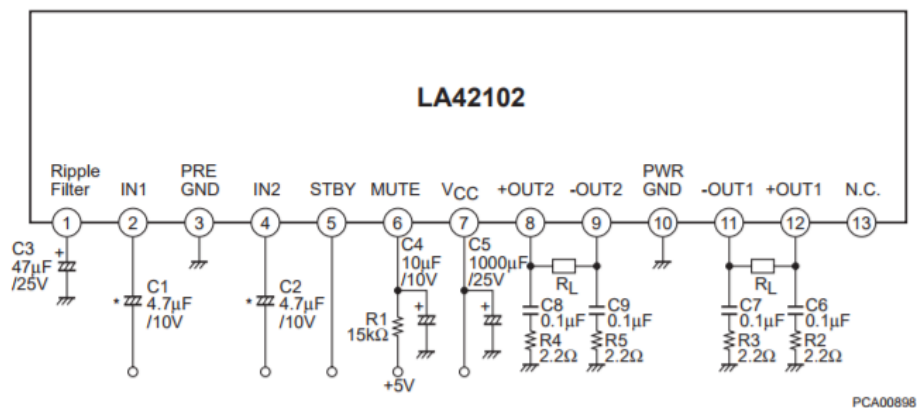


Imagen 2. 32 Ejemplo de conexión para amplificador de audio LA42102.

Este integrado tiene un costo aproximado de \$43 MN en México, aunque se puede reciclar de algún televisor.

2.6 Transductores de alta frecuencia audible

Empecemos definiendo que es un transductor “En general, se denomina transductor a todo dispositivo que convierte una señal física de un tipo en una señal física de otro tipo; es decir, convierte un tipo de energía en otro.

En un sistema de medida electrónico, el transductor es el componente que convierte la magnitud física que se desea medir en una señal eléctrica. En este componente se puede diferenciar entre el sensor, que es el elemento sensible primario que responde a las variaciones de la magnitud que se mide, y el transductor, que es el que lleva a cabo la conversión energética entre la magnitud de entrada y la de salida.

En general, se pueden definir los transductores como dispositivos que convierten una señal física de entrada en una salida de tipo eléctrico, generalmente intensidad, voltaje o impedancia, de forma que sea una réplica lo más perfecta posible de la magnitud física.” (Bolado, 2009)

2.6.1 Transductor electroacústico

“Un transductor electroacústico es aquel dispositivo que transforma la electricidad en sonido, o viceversa.

Son ejemplos los micrófonos: estos son transductores electroacústicos que convierten la energía acústica (vibraciones sonoras: oscilaciones en la presión del aire) en energía eléctrica (variaciones de voltaje), un altavoz también es un transductor electroacústico, pero sigue el camino contrario: un altavoz transforma la corriente eléctrica en vibraciones sonoras.” (Hernández, 2015)

“En caso de un altavoz, es el elemento o elementos móviles, consta de dos partes, la electromecánica y la mecánica-acústica coloquialmente a la primera se le llama “motor” y a la segunda un “diafragma”.” (Duiops, 2007)

Tipos de transductores electroacústicos según su mecánica

- **“Transductor electrodinámico, dinámico o bobina móvil:** Aquellos que constan de una bobina (a veces dos) que se desplaza en el interior de un imán fijo debido a la fuerza electromotriz debido a la corriente que circula por ella. Según la corriente se mueva en un sentido u otro, la bobina se moverá hacia adelante o hacia atrás.
- **Transductor electroestático:** Aquellos que consisten en una membrana, normalmente mylar metalizado, cargada eléctricamente que hace la función de diafragma y que se mueve por la fuerza electroestática que se produce la carga de dos placas entre las que se encuentra.

Las ventajas que ofrece es una respuesta de frecuencia plana y coherente, no tiene distorsión en los armónicos pares por su diseño en push-pull y carecen de

distorsión de fase. Los inconvenientes son que suelen ser paneles muy voluminosos, necesitan alimentación de red con electrónica adicional (fuente de alimentación de alto voltaje y transformadores extras) y son delicados en cuanto a la admisión de potencia por los altos volúmenes.

- **Transductor electromagnético de cinta:** consiste en una película conductora muy delgada, normalmente de aluminio, suspendida en un potente campo magnético creado por varios imanes dispuestos en fila, que radia directamente al aire y normalmente reproduce solo altas frecuencias.

Tiene un patrón de dispersión particular, normalmente muy ancho en horizontal y muy estrecho en vertical, por ese motivo es posible alinearlos en columna, y proyectan en su conjunto niveles de presión sonora más lejos que los tweeters de cúpula convencionales.

Las cintas están completamente inmersas en un campo magnético, mientras que los tweeters de cúpula solo está la bobina, por lo que se produce un efecto llamado “ruptura de cúpula” que son modos de resonancia producidos al no poder seguir la cúpula con precisión los movimientos de la bobina, esto se convierte en una distorsión que los tweeters de cinta no generan.

Otra virtud es que la cinta solo posee una fracción de la masa de una cúpula por lo ligera que sea esta, lo que se traduce en menos tiempo en realizar el mismo desplazamiento, haciendo así inmejorables su respuesta de impulso, a pesar de su gran calidad son poco habituales por su costo de fabricación, también son muy delicados pues pueden ser fácilmente dañados al intentar soportar demasiada potencia, su impedancia es muy baja de menos de 0.5 ohmios por lo que necesitamos un transformador para poder usarlos que regularmente va integrado al propio tweeter.

- **Transductor electromagnético AMT (Air Motion Transforme):** Un tweeter AMT, funciona empujando el aire de forma perpendicular a la posición en que está montado.

Consta de una membrana de mylar plegada, con cierta holgura, alrededor de barras transversales de aluminio, a modo de serpentín, encerrado en un potente campo magnético. El sonido se produce por la expansión y contracción alterada de los pliegues.

- **Transductor electromagnético plano-magnético:** Consta de una película muy delgada de mylar o poliéster cubierta de varias cintas conductoras de aluminio, que actúan como la bobina de un transductor electrodinámico, suspendida entre varios imanes dispuestos en filas creando un potente campo magnético. Cuando la energía atraviesa el compuesto de membrana y cinta, se ve repelida o atraída por los imanes colindantes, produciendo sonido radiado directamente al aire.

Normalmente no existen elementos reactivos, lo cual hace que la curva de impedancia sea muy plana y fácil de manejar por cualquier amplificador. Esto no ocurre en los altavoces electrodinámicos y mucho menos en los electrostáticos. La impedancia esta entre 2,5 y 12 ohmios, a diferencia de los transductores de cinta, por lo que no necesitan transformadores para adaptar la impedancia. Suelen disponer también de juegos de resistencias intercambiables, que forman parte de un filtro pensado para eliminar resonancias del panel.

- **Transductor iónico o de plasma:** Funciona mediante una llama de plasma a una frecuencia de 20 y 100MHz sobre la cual esta modulada una señal audible por nuestro oído, por lo que esto transductores siempre están acompañados de electrónica adicional.

Durante el funcionamiento, se puede ver como la llama cambia de tamaño y brillo al son de la música, dado que el número de electrones varia.

Dado que el plasma es de dimensiones modestas, es capaz de mover solo pequeñas cantidades de aire, porque solo generan agudos. En la naturaleza es posible observar arcos voltaicos de este tipo que, si producen graves, como los rayos de una tormenta. Teóricamente tiene un funcionamiento perfecto, dado que la llama que produce el sonido no tiene masa.” (Duiops, 2007)

- **Transductor piezoeléctrico:** “Cuando un material piezoeléctrico se comba, aparece una cierta cantidad de carga positiva en uno de sus lados, y la misma cantidad de carga negativa en el lado opuesto. Esta polarización puede ser recogida por un circuito eléctrico (micrófono). A la inversa, cuando, el material piezoeléctrico es polarizado por un circuito externo, se deforma (altavoz).” (Curso de Acústica , 2017)

2.6.2 Tweeters

“Un tweeter es un transductor diseñado para reproducir frecuencias altas, normalmente desde un mínimo de entre 2000 y 3000Hz hasta 20000Hz o más. Algunos tweeters son capaces de alcanzar frecuencias ultrasónicas de 40 e incluso 100kHz.

El patrón de directivita de los tweeters es mejor en altas frecuencias que el de los woofers o los squawkers, dado su diámetro es inferior, con el fin de tener un diafragma más pequeño y ligero (con poco momento de inercia) que pueda moverse con linealidad a esas frecuencias tan altas y reproducir sonido con fidelidad y sin producir sobre oscilación. Debido a la poca sobredimensión de los materiales empleados, la mayoría de estos soporta muy poca potencia y necesitan de un filtro paso alto para evitar que les lleguen bajas y medias frecuencias. Los tweeters piezoeléctricos no necesitan filtro paso alto, ya que ofrecen una impedancia muy alta a bajas y medias frecuencias, de tal modo que el amplificador no entrega corriente en ese rango.” (Duiops, 2007)

Tipos de Tweeters

“Tweeter de cono: Son transductores de reproducción de altas frecuencias (Imagen 2.33). Era lo que existía antiguamente en los altavoces, incluidos los de Alta Fidelidad. Son versiones en miniatura de los woofers, con suspensiones con una compliancia mucho más alta, un diámetro de entre 1 y 2 pulgadas, con una frecuencia de resonancia también muy alta.



Imagen 2. 33 Tweeter de cono.

Tweeter de cúpula: Una cúpula es el resultado de cortar una esfera hueca por la mitad, y poner la bobina del sistema de transductor electrodinámico en el lado del corte (Imagen 2.34). Todos los materiales de las cúpulas tienen ventajas y desventajas, no existe ninguno ideal.

Sus principales virtudes es que son ligeras y tienen muy pocas coloraciones y también poca sobre oscilación. Suelen ser de un diámetro entre 3/4 y 5/4 de pulgada.

Existen dos tipos de cúpulas, las rígidas y las blandas. Existe un gran debate sobre si son mejores unas u otras. Realmente las comparaciones habría que hacerlas entre buenos y malos tweeters. Un buen tweeter de cúpula blanda puede superar a cualquier tweeter de cúpula metálica de mala calidad, y viceversa. Lo que sí es cierto es que, comparando buenos tweeters de cúpula blanda con buenos de cúpula rígida, encontramos ciertos matices derivados del material empleado.

El material de las cúpulas puede ser diverso destacando la seda tela tratada y plástico esto en cúpulas blandas, mientras que en cúpulas rígidas el aluminio, titanio, cerámica, diamante y kevlar.” (Duiops, 2007)



Imagen 2. 34 Tweeters con cúpulas de diferentes materiales.

“Tweeter de cinta: Es un tipo de altavoz, diseñado para convertir las señales de audio para el sonido, específicamente, sonidos de alta frecuencia (Imagen 2.35). Un altavoz de agudos de la cinta es un tipo de altavoz de agudos que consiste en una película muy fina, o la cinta de material magnéticamente sensible que cuando se activa por una señal de audio, que convierte la señal de sonido.

Tweeters de cinta son un tal diseño y son populares porque ofrecen un sonido de muy alta fidelidad con baja distorsión. También son capaces de proyectar su sonido distancias más largas que muchos otros tipos de tweeter. Un tweeter de cinta también tiene una direccionalidad inherente a la forma en que se proyecta el sonido. Estos sonidos proyecto altavoces de agudos en un plano muy bien, una característica que permite que los altavoces usando ellos para enfocar el sonido de una manera particular, dependiendo de la forma en que están dispuestos, especialmente cuando se combina en serie.

Al igual que otros oradores más convencionales, tweeters de cinta utilizan imanes en su diseño, pero los emplean de una manera diferente. Dos imanes grandes, por lo general los imanes de neodimio, se colocan de manera que se cree un campo magnético entre ellos en el que se suspende la cinta. La cinta es generalmente una pieza muy fina de aluminio, mylar, o de plástico con una película delgada de metal unido a su superficie. Algunos fabricantes utilizan materiales propios para

sus productos. La flexibilidad de la cinta permite la reproducción muy precisa de sonidos de alta frecuencia, todo el camino hasta el límite superior de la audición humana.” (Purocommercialre, 2010)



Imagen 2. 35 Tweeter de cinta.

- **Tweeter piezoeléctrico:** “Consistente en un cristal piezoeléctrico que se contrae ante impulsos eléctricos aplicados en su superficie (Imagen 2.36). Es importante destacar que no utiliza ningún tipo de magnetismo ni contiene imanes.

Tiene un alto rendimiento, sensibilidad o eficiencia, pero la superficie de radiación es muy pequeña solo se utilizan para la reproducción de altas frecuencia, se usan también en sonares o ecografías donde se emplean frecuencias por encima de nuestro rango audible, es barato fabricarlos y soportan altas potencias dado que es muy difícil destruir el cristal, pero no ofrece la calidad de sonido que se encuentra en otros tweeters más convencionales.” (Duiops, 2007)



Imagen 2. 36 Tweeter piezoeléctrico.

2.6.3 Costos

En este componente encontraremos diferentes costos dependiendo el tipo de tweeter, marca, rangos de frecuencia y potencia.

Tabla 2. 1 Tweeter de cono.

Tweeter de cono	
	Diámetro: 60mm
	Max. Frecuencia: 20kHz
	Resistencia: 4 Ω
	Potencia: 3W
	Precio Aliexpress: \$290 MN

La Tabla (2.1) nos muestra que este tweeter tiene una potencia muy baja al igual que sus frecuencias máximas por lo que se descarta para este proyecto.


Tabla 2. 2 Tweeter de cúpula.

Tweeter de cúpula	
	Diámetro: 40mm
	Max. Frecuencia: 40kHz
	Resistencia: 8 Ω
	Potencia: 350W
	Precio Amazon USA: \$170 MN

Los tweeters de cúpula son muy fáciles de encontrar, tienen costos accesibles y su rango de frecuencia es ideal para este proyecto, como se nos muestra en la Tabla (2.2).

Se necesitará hacer pruebas con este tipo de tweeter ya que es muy viable para el proyecto.

Tabla 2. 3 Tweeter de piezoeléctrico.

Tweeter de piezoeléctrico	
	Dimensión: 5 x 4 x 12 pulgadas
	Max. Frecuencia: 30kHz
	Resistencia: 4 - 8 Ω
	Potencia: 300W
	Precio Amazon USA: \$434 MN

La Tabla (2.3) nos muestra que el tweeter tiene dimensiones muy grandes para este dispositivo se podrá transportar este modelo no tiene buenas características y no podría ser utilizado en el proyecto, aunque existen otros tipos de transductores piezoeléctricos.

Tabla 2. 4 Tweeter de cinta.

Tweeter de cinta	
	Diámetro: 40mm
	Max. Frecuencia: 40kHz
	Resistencia: 8 Ω
	Potencia: 15W
	Precio Amazon USA: \$471 MN

La Tabla (2.4) nos muestra que el rango de frecuencia es adecuado, aunque tienen un costo superior a los de cúpula y la mayor desventaja es la potencia que entrega este tipo de tweeter.

Se mostrarán algunos dispositivos usados en los sistemas ultrasónicas para ahuyentar canes, estos son transductores piezoeléctricos aprueba de agua.

Tabla 2. 5 Piezoeléctrico aprueba de agua

Piezoeléctrico aprueba de agua	
	Diámetro: 16mm
	Max. Frecuencia: 40kHz
	Potencia: 60W
	Precio Mercado Libre: \$62 MN

En la Tabla (2.5) muestran un tipo de transductor que utilizan algunos dispositivos para ahuyentar canes, se realizarán pruebas para comprobar las ventajas y desventajas que nos ofrece, estos transductores pueden tener un costo elevado dependiendo sus características.

2.7 Opciones para fuentes de alimentación mediante energías alternativas

“Además de las energías primarias (petróleo, carbón y gas natural), que son fuentes susceptibles de agotamiento y que además deterioran el medio ambiente, existen otro tipo de energías más seguras y menos contaminantes.

Se trata de las energías renovables o energías del futuro (Imagen 2.37), y son aquellas que producen electricidad a partir del sol, el viento y el agua. Son fuentes inagotables pero que todavía presentan grandes dificultades de almacenamiento y son menos eficientes ya que las instalaciones tienen poca potencia y el coste de producción es elevado.

Actualmente, la producción de estas energías está aumentando, pero por debajo de las expectativas.” (Energía Renovable, 2017)

Se busca utilizar este tipo de energía a causa de su megatendencia social donde los consumidores serán ecológicos, buscare la autonomía energética de sus productos además de evitar el consumo excesivo de pilas y la generación de CO₂.



Imagen 2. 37 Energía renovable.

2.7.1 Energía cinética

“Aunque no seamos conscientes, la energía cinética está siempre a nuestro alrededor. Se define como la energía asociada a los cuerpos que se encuentran en movimiento, depende tanto de la masa como de la velocidad del cuerpo. Dicha energía se traduce como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo desde el reposo al movimiento deseado. Desde el punto de vista teórico todo aquello que está en movimiento genera energía cinética, ahora nos queda saber si a toda esa energía que nos rodea se le puede sacar alguna utilidad.

La energía que se libera por el movimiento de los cuerpos se puede utilizar para generar electricidad o calor, un ejemplo del paso de energía cinética a energía eléctrica sería la dinamo de la bicicleta, el movimiento de la rueda hace que gire la dinamo y como resultado se enciende la luz de la bicicleta. Además, se obtiene

energía cuando frenas liberándose en forma de calor. En las bicicletas eléctricas esta energía se puede recuperar para recargar la batería.” (González R. , 2012)

Transductor Piezoeléctrico

“Los materiales piezoeléctricos pueden convertir la tensión mecánica en electricidad, y la electricidad en vibraciones mecánicas. Los cristales de cuarzo están hechos de átomos de silicio y oxígeno en un patrón repetitivo. En el cuarzo, los átomos de silicio tienen una carga positiva y los átomos de oxígeno tienen una carga negativa. Normalmente, cuando el cristal no está bajo ningún tipo de estrés externo, las cargas se dispersan uniformemente en las moléculas a través del cristal. Pero cuando el cuarzo se estira o exprime, el orden de los átomos cambia ligeramente. Este cambio causa que las cargas negativas se acumulen en un lado y las cargas positivas se acumulen en el lado opuesto. Cuando haces un circuito que conecta un extremo del cristal con el otro, puedes utilizar esta diferencia potencial para producir corriente. Entre más aprietas el cristal más fuerte será la corriente eléctrica. Por el contrario, enviar una corriente eléctrica a través del cristal cambia su forma.” (Nisenet, 2013)

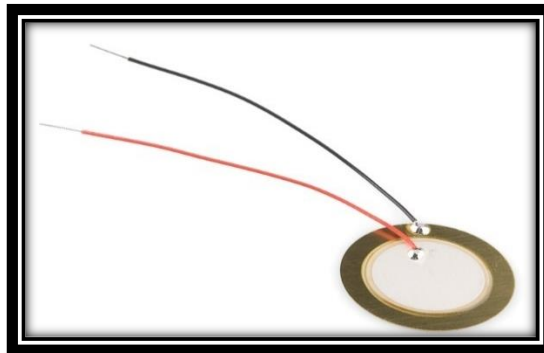


Imagen 2. 38 Transductor Piezoeléctrico.

Ejemplo de proyecto

Tenis con transductor piezoeléctrico.

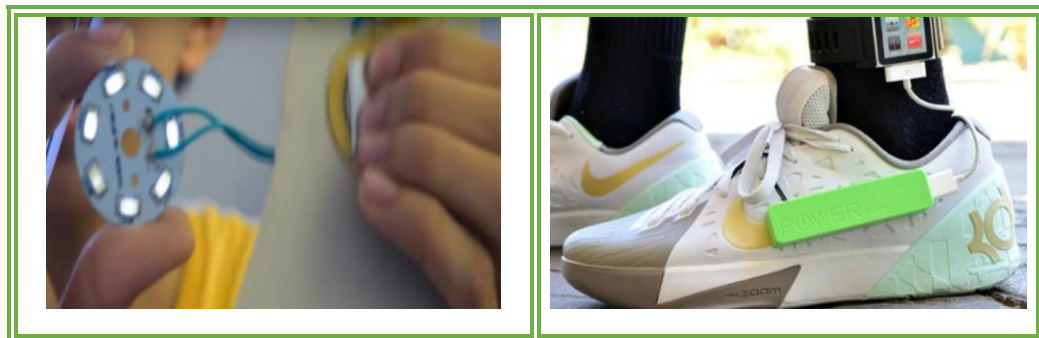


Imagen 2. 39 Proyecto Angelo Casimiro.

“Uno de los proyectos más comentados en la Google Science Fair 2014 fue el dispositivo de Angelo Casimiro, un joven filipino de 15 años que impresionó a los

jueces con un generador de energía que permite cargar smartphone mientras se realiza una caminata común.

Su actual invento está conformado por discos piezoeléctricos (Imagen 2.38) ubicados en la suela de unos tenis convencionales que generan corriente eléctrica al ser sometidos a la tensión que se da al caminar.

Hasta ahora Angelo sólo ha fabricado un prototipo de su cargador (Imagen 2.39), mismo que puede proporcionar energía a un teléfono inteligente normal durante 10 minutos después de dos horas de caminata.” (Todo Noticias, 2015)

Costos

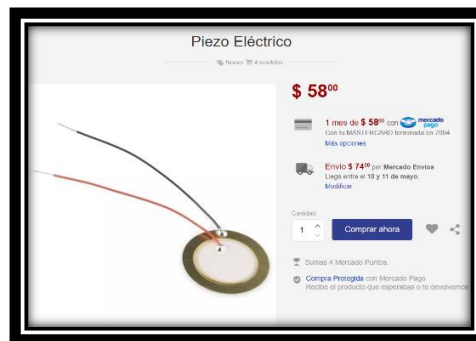


Imagen 2. 40 Costo transductor piezoeléctrico.

El transductor de la Imagen 2.40 se puede encontrar fácilmente y tiene un costo promedio de \$50 MN, esto depende del diámetro del transductor, algunos pueden incluso llegar a costar \$12 MN.



Imagen 2. 41 Módulo generador piezoeléctrico.

Existen módulos generadores de energía a través de este transductor (Imagen 2.41) y su costo oscila entre los \$200 y \$500 MN, a través de la página Aliexpress.

Dinamo

“Generador eléctrico rotativo destinado a producir fuerza electromotriz constante. La palabra deriva del adjetivo dinamoeléctrica, de dinamo, fuerza, y eléctrica, que se aplicaba inicialmente a todas las máquinas que se llaman hoy máquinas eléctricas rotativas, en especial, a los generadores, que en un inicio eran de corriente continua.”

Ejemplos

Accesorios bicicleta



Imagen 2. 42 Dinamo bicicleta.

El ejemplo por excelencia sería el dinamo para la rueda de la bicicleta (Imagen 2.42), se utilizaba para encender un foco que alumbraba el camino, tiene un costo aproximado de \$150 MN, ahora se pueden encontrar kits con dinamos que sirven para recargar el celular tienen un costo aproximado de \$400 MN.

Lámparas y cargador celular



Imagen 2. 43 Productos con dinamo.

Estos productos se pueden denominar como productos de emergencia ya que no requieren pilas solo movimiento para generar energía ya sea para alumbrar o cargar un dispositivo, su costo aproximado es de \$40 y \$100 MN respectivamente.

Pisos generadores

“Energy Floors (antes conocida como Club de Baile Sostenible) es una empresa con sede en Rotterdam que está revolucionando el panorama de la energía sostenible al transformar la energía cinética que se produce al caminar o bailar en energía eléctrica.



Imagen 2. 44 Sustainable Dance Floor.

En 2008 lanzaron su producto Sustainable Dance Floor (SDF) (Imagen 2.44), que utiliza el movimiento de las personas como fuente de energía al convertir la energía cinética en energía eléctrica. Con ella se alimentan las luces LED de la pista de baile creando una atmósfera de discoteca y proporcionando al público una experiencia interactiva. Esto es así porque los módulos que integran la pista de baile se flexionan al ser pisados, creando un movimiento que se transforma en energía eléctrica por un pequeño generador interno (Imagen 2.45). Cada módulo de un tamaño de 75x75x20 cm puede producir hasta 35W de salida sostenida. Entre cinco y veinte watts por persona.” (Construible, 2015)

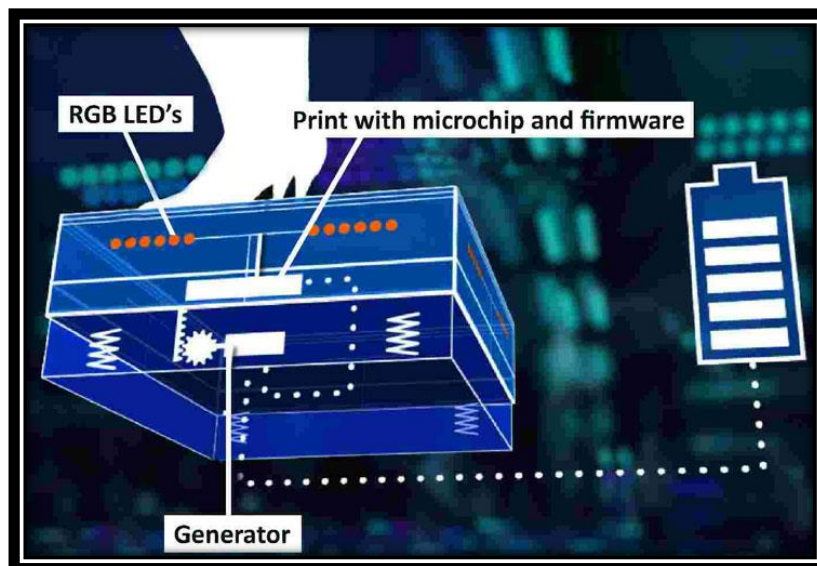


Imagen 2. 45 Funcionamiento “SDF”.

2.7.2 Energía eólica

“La energía eólica es la energía obtenida del viento. Es uno de los recursos energéticos más antiguos explotados por el ser humano y es a día de hoy la energía más madura y eficiente de todas las energías renovables.” (Acciona, 2017)



Imagen 2. 46 Parque eólico.

Para que la energía eólica se pueda aprovechar se utilizan aerogeneradores que son: “Máquinas que se encargan de convertir la energía cinética del viento en energía eléctrica. El diseño de los aerogeneradores recrea la apariencia de los antiguos molinos de viento. Su principio de funcionamiento se basa en aprovechar la energía eólica y transformarla limpiamente en energía eléctrica.” (Aerogeneradores, 2017)

Aerogeneradores de baja capacidad

Para un proyecto como este necesitamos únicamente la potencia necesaria para para recargar una batería.

Existen sistemas destinados para el uso personal en el hogar (Imagen 2.47) tienen un costo aproximado de \$15,000 MN a \$25,000 MN Algunos sistemas recomiendan agregar paneles solares para como respaldo.

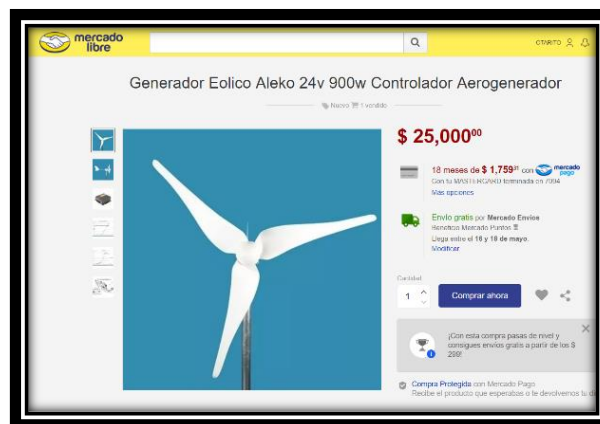


Imagen 2. 47 Aerogenerador uso doméstico.

En México esta tecnología es usada en algunas autopistas para generar la energía de los señalamientos (Imagen 2.48), aunque en la ciudad de México prefieren el uso de las celdas solares para alumbrado público y este tipo de energía se deja a un lado.



Imagen 2. 48 Aerogeneradores en Cto. Exterior Mexiquense.

Aunque estos aerogeneradores son de baja potencia resultan aún muy grandes para este proyecto, lo que se puede encontrar en tiendas en línea son proyectos de aerogeneradores DIY (Do It Yourself) donde se muestran pequeños aerogeneradores que servirían para este proyecto.

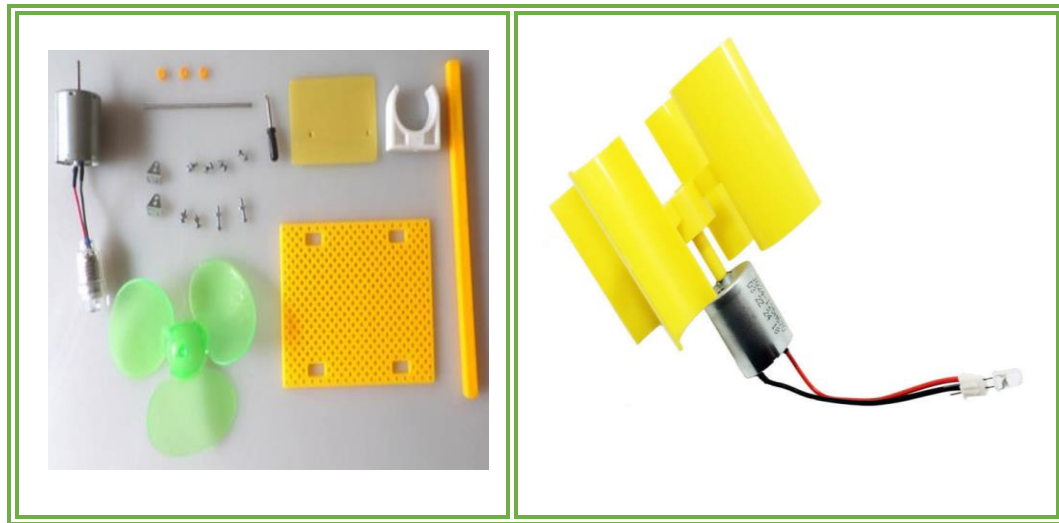


Imagen 2. 49 Aerogeneradores DIY.

Este tipo de aerogeneradores tiene un precio aproximado de \$80 MN en eBay (Imagen 2.49), estos kits pueden resultar difíciles de conseguir en México, aunque se pueden conseguir sus componentes fácilmente, el problema con estos aerogeneradores podrá ser la fuerza que requieran para que empiecen a funcionar.

2.7.3 Energía solar

“Existen dos formas principales de utilizar la energía solar, una como fuente de calor para sistemas solares térmicos, la otra como fuente de electricidad para sistemas solares fotovoltaicos.” (ERENOVABLE, 2015)

- “Definiremos la energía solar térmica como el aprovechamiento de la energía del sol para generar calor mediante el uso de colectores o paneles solares térmicos (Imagen 2.50). Esta energía solar se encarga de calentar el agua u otro tipo de fluidos a temperaturas que podrán oscilar entre 40 °C y 50 °C, no debiendo superar los 80 °C.” (Energía solar térmica, 2017) Esta agua caliente se podrá usar posteriormente en el hogar.

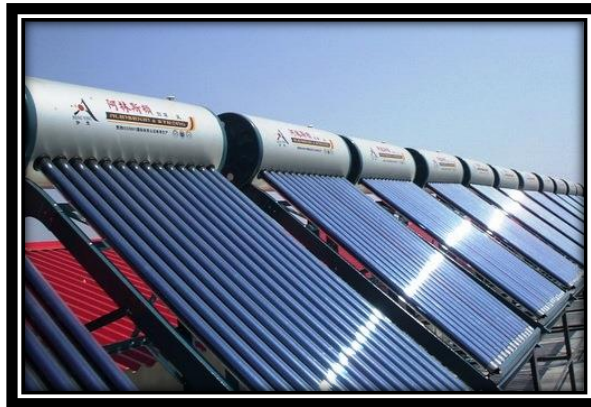


Imagen 2. 50 Sistemas solares térmicos.

- “En principio la forma en la que se captura la luz del sol para convertirla en electricidad se hace a través de paneles solares o fotovoltaicos (Imagen 2.51). Estos paneles están formados por grupos de las llamadas células o celdas solares que son las responsables de transformar la energía luminosa (fotones) en energía eléctrica (electrones).” (ERENOVABLE, 2015)



Imagen 2. 51 Parque solar.

Celda fotovoltaica

“Son sistemas fotovoltaicos que convierten directamente parte de la luz solar en electricidad. Algunos materiales presentan una propiedad conocida como efecto fotoeléctrico en su forma más simple, estos materiales se componen de un ánodo y un cátodo recubierto de un material fotosensible. La luz que incide sobre el cátodo libera electrones que son atraídos hacia el ánodo, originando un flujo de corriente proporcional a la intensidad de la radiación, que hace que absorban fotones de luz y emitan electrones.” (Moreno, 2017)

Funcionamiento

“El funcionamiento de una placa solar está basado en el principio fotovoltaico descubierto por el físico francés Antoine Becquerel en 1893. Tras numerosos experimentos, descubrió que algunos materiales producían una pequeña cantidad de electricidad al exponerlos a la luz.

De esta forma, los fotones que componen la luz solar inciden sobre un cuerpo semiconductor (generalmente una capa de silicio en una célula solar) serán absorbidos en lugar de reflejarse o pasar a través del cuerpo. Una vez absorbido, la energía del fotón será transmitida a uno de los electrones presentes en el átomo de la célula, produciendo un desplazamiento de dicho electrón que dejará un "hueco" en el átomo. Éste agujero atraerá otro electrón de un átomo cercano, que creará a su vez otro "hueco" ocupado por el electrón de un nuevo átomo, etc. Este procedimiento se repite mil millones de veces (Imagen 2.52), de forma que se consigue una corriente eléctrica a partir de la luz del Sol incidente.” (Castañón, 2017)

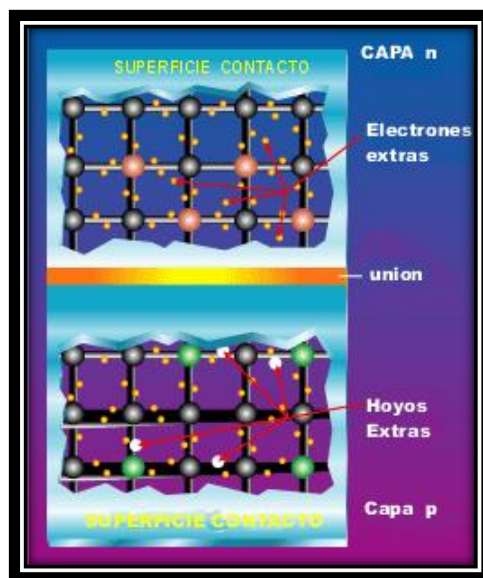


Imagen 2. 52 Juntura N - P en una celda solar o fotovoltaica.

“Cuando la luz solar pega en una celda sola resta puede ser: reflejada, absorbida o pasar limpiamente a través de esta. No obstante, solo aquella luz absorbida es la que generar electricidad.

Una célula solar genera corrientes y tensiones pequeñas, éstas no son los elementos que se utilizan en las aplicaciones prácticas, sino que, se acoplan en serie o en paralelo para obtener mayores tensiones y corrientes formando lo que se denomina módulo fotovoltaico (Imagen 2.53). Módulos en serie aumentan el voltaje y conservan la misma corriente, mientras unas conexiones en paralelo aumentan la corriente, conservando el mismo voltaje.” (Moreno, 2017)

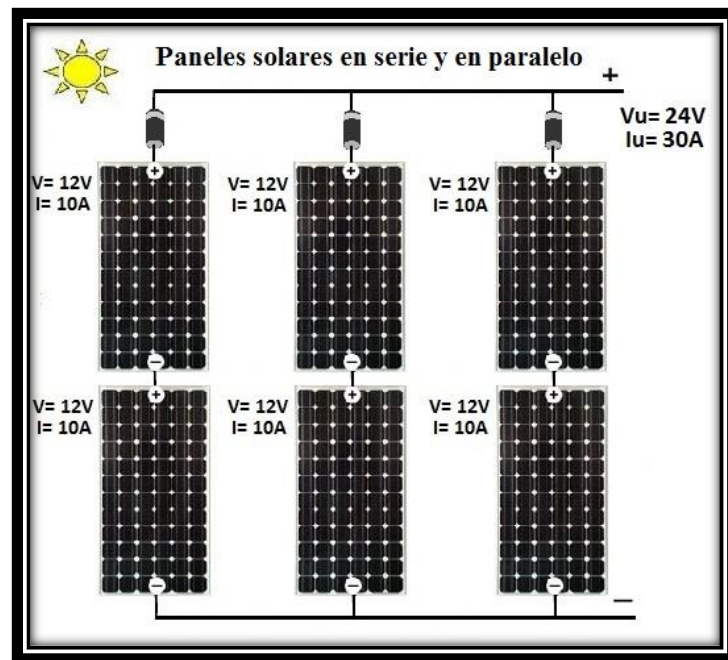


Imagen 2. 53 Arreglo de módulos fotovoltaicos.

Tipos de celdas solares

“Tradicionalmente estaban definidos tres tipos de paneles según el proceso del Silicio: mono-cristalinos, poli-cristalinos y amorfos (Imagen 2.54). Hoy día nuevas tecnologías en la producción de los paneles están revolucionando la generación eléctrica fotovoltaica.” (Energiza, 2017)

Celdas monocristalinas

“Estas celdas están hechas de grandes cristales de silicón son las celdas solares más comunes en el mercado, además la eficiencia de este tipo de celdas ha mejorado considerablemente con el tiempo. La mayor ventaja de las celdas monocristalinas es su alta eficiencia. También son las que ofrecen mejor rendimiento en días nublados o días con baja luz.

Celdas policristalinas

También son celdas muy conocidas y son un poco más baratas que las monocristalinas. La diferencia radica en la fabricación, éstas celdas tienen pequeños cristales de silicio, no como las monocristalinas que es como si cortaran una oblea de un cristal grande. Es por eso que son menos eficientes.

Celdas amorfas

Las celdas solares amorfas se hacen de una película delgada equivalente a la utilización de silicio fundido que se ha extendido sobre una gran placa. Son las más baratas de producir, pero también son las menos eficientes.” (Mundo Solar, 2017)

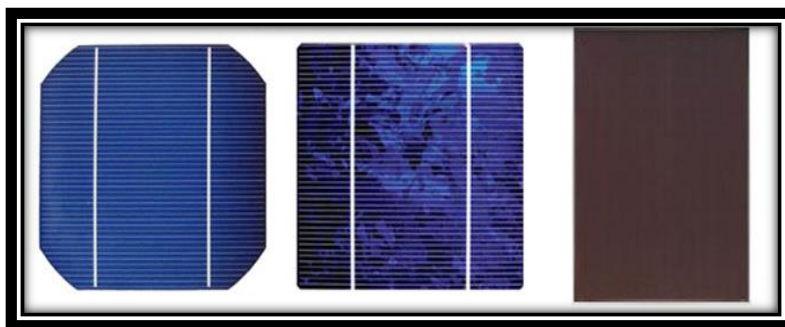


Imagen 2. 54 Celdas solares: monocristalino, policristalino y amorfo.

Celdas con forma esférica

“En Japón líder en tecnología fotovoltaica se ha desarrollado unas nuevas celdas solares con forma esférica y minúsculo tamaño entre 1 y 1,5mm de diámetro (Imagen 2.55), a diferencia de las celdas planas tradicionales de 72mm. La disposición de las células en un medio flexible y transparente amplía el campo de aplicaciones para la energía solar fotovoltaica, como la posibilidad de incorporarlas en pequeños aparatos electrónicos o convertir grandes superficies acristaladas como generadores de electricidad.



Imagen 2. 55 Celda con forma esférica.

Celdas orgánicas y CIGS

Los fotovoltaicos orgánicos (OPV) (Imagen 2.56), se pueden elaborar por medio de procesos de impresión y recubrimiento de alta velocidad y escalables, como las pinturas en aerosol y la impresión de inyección de tinta para cubrir áreas más extensas.

Los módulos de película delgada (thin-film) no están hechos a base de células de silicio convencionales, sino en CIGS (Cobre Indio Galio Selenio) incrustadas en un soporte flexible y ligero y aptas para colocarlas no sólo sobre los tejados, sino también sobre las fachadas de los edificios, ventanas, teléfonos móviles, ordenadores portátiles y coches.

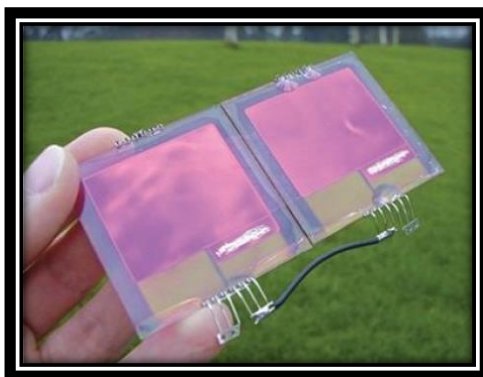


Imagen 2. 56 Celda solar orgánica.

Celdas plásticas basadas en polímeros

Las células solares de polímeros son un tipo de célula solar flexible (Imagen 2.57). Pueden venir en muchas formas incluyendo: células solares orgánicas, o la química orgánica de células fotovoltaicas que producen electricidad a partir de la luz del sol usando polímeros.

Las desventajas de las células solares de polímeros son también problemas serios: ofrecen aproximadamente 1/3 de la eficiencia de materiales duros, y son relativamente inestable hacia la degradación fotoquímica.” (Energiza, 2017)

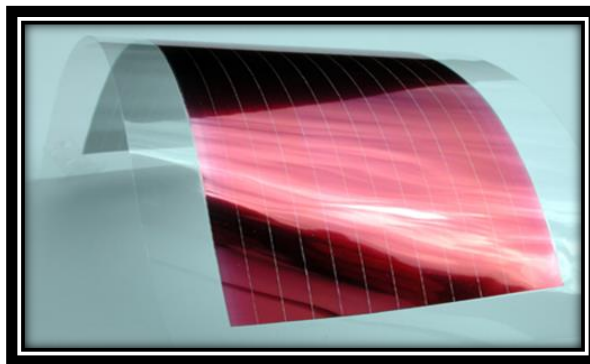


Imagen 2. 57 Celda plástica.

Costos

El mercado de las celdas solares ha crecido estos últimos años, se pueden encontrar muchos artículos que cuentan con esta tecnología para hacer atractivo el producto, satisfaciendo las necesidades de usuarios que desean ahorrar en pilas y electricidad, las celdas proporcionan autonomía energética a los productos que requieren poca potencia.

La accesibilidad de las celdas solares en México ha dado como resultado una baja de precio, un fácil acceso a diferentes tipos de sistemas con celdas solares, se pueden encontrar desde kits para estudiantes como sistemas completos que están listos para implementarse en el hogar.

Las celdas solares las podremos valorar por la relación “ $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ ”, así podremos determinar que celda nos da más energía por menos precio “entre más pequeño sea el resultado estarás pagando menos por la energía que puede entregar la celda solar”.


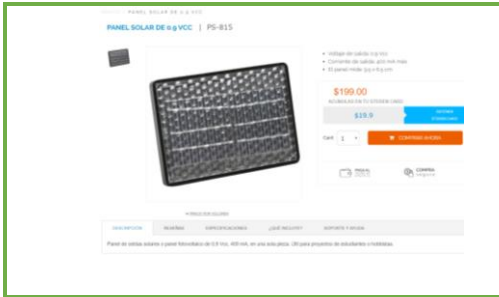
Tiendas en línea especialidades en electrónica.

Steren

Esta tienda maneja productos electrónicos y cuenta con los componentes electrónicos más comunes.

Panel Solar de baja potencia

Tabla 2. 6 Relación Precio / Watts Steren.

		
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{\$370}{(3 * 0.120)W} = 1028$	$\frac{\$199}{(0.9 * 0.400)W} = 552$

Aunque la potencia de ambos paneles es la misma, podemos ver en la Tabla (2.6) que el panel PS-683 (izquierda) tiene una relación del doble que el panel PS – 815 (derecha), por lo tanto, el panel PS – 815 nos dará más energía por menos precio, el costo de una celda no implica que sea mejor.

Kits educativos



Imagen 2. 58 Steren Kits solares.

Estos Kits educativos (Imagen 2.58) son muy comunes en esta tienda, están diseñados para conocer un poco de esta tecnología y ver los usos que pueden tener las celdas solares. Estas celdas se pueden ocupar para otros fines, aunque su potencia es muy baja.

Sistema de panel solar



Imagen 2. 59 Steren sistema panel solar.

Este sistema cuenta con:

- “Salida panel solar: 5,5V DC 900mA máx.
- Batería interna: 3,6V DC 6 000mAh
- Alimentación foco: 12V DC 165mA” (STEREN, 2017)

El panel que tiene este sistema tiene una relación “ $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ ”:

$$\frac{2,290}{(5.5 * 0.900)} = 462$$

Como se puede ver el sistema de la Imagen 2.59 tiene una menor relación que los paneles de baja potencia.

AG Electrónica

En esta tienda se pueden encontrar diversos componentes electrónicos, así como equipo de medición, módulos para Arduino e incluso puedes maquilar tus diseños en PCB's.

Panel Solar de baja potencia

Tabla 2. 7 Relación Precio / Watts panel AG.

	 <p>MPT4.8-75</p>	 <p>SP4.2-37</p>
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{223 \$}{(4.8 * 0.050)W} = 929$	$\frac{115 \$}{(4.2 * 0.022)W} = 1244$

La relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ de la Tabla (2.7) muestra que estas celdas tienen un costo alto comparado con la potencia que pueden entregar estas celdas, existen otros modelos en la página de AG Electrónica, pero tienen un comportamiento similar a las que se muestran.

Sistema de panel solar

Tabla 2. 8 Relación Precio / Watts sistema AG.

		
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{1,650 \$}{10 W} = 165$	$\frac{3,755 \$}{2(10)W} = 187$

Los sistemas que vende AG Electrónica tienen una relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ muy por debajo de las celdas de baja potencia como se muestra en la Tabla (2.8). Estos sistemas cuentan con paneles muy grandes que están diseñados para que se encuentren fijos. Se concluye que en la tienda en línea de AG Electrónica se pueden encontrar diversos sistemas, paneles y celdas solares, aunque algunos tienen una relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ muy

alta lo que significa que el panel genera poca energía y tiene un costo elevado como es el caso de los paneles de baja potencia.

330 Ohms

Esta tienda en línea tiene una variedad de módulos para Arduino, tarjetas Raspberry Pi, filamentos para impresión 3D y cuenta con cursos con material incluido.

Panel Solar monocristalino

Tabla 2. 9 Relación Precio / Watts panel 330 ohms.

		
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{1,080 \$}{2 W} = 540$	$\frac{3,145 \$}{9 W} = 350$

La Tabla (2.9) muestra que a pesar de la cantidad de watts otorgados los paneles tienen un alto costo, esto se debe por que la celda es pequeña y otorga la misma cantidad de watts que un panel grande que tiene más del doble de su tamaño.

Se puede concluir que los paneles solares en tiendas en línea especialidades en electrónica pueden tener un costo entre los 100 y 3,150. Además, se mostró que los sistemas que se venden tienen una muy buena relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$.

Las tiendas físicas pueden contar con otro tipo de paneles que pueden ser más eficientes.

Páginas de venta en línea.

Hablaremos de páginas como eBay, Amazon, Aliexpress y sobre todo de Mercado Libre el cual me parece una forma rápida y fácil de comprar en México y se pretende mostrar que esta tecnología se encuentra al alcance de todos.

eBay

En esta página se puede encontrar gran variedad de productos de todo el mundo el problema principal es el costo de envíos y que algunos artículos no se mandan a México.

Paneles solares

En esta página podemos encontrar diferentes tipos de celdas, con diferentes arreglos para brindar un voltaje de salida que facilita su uso.

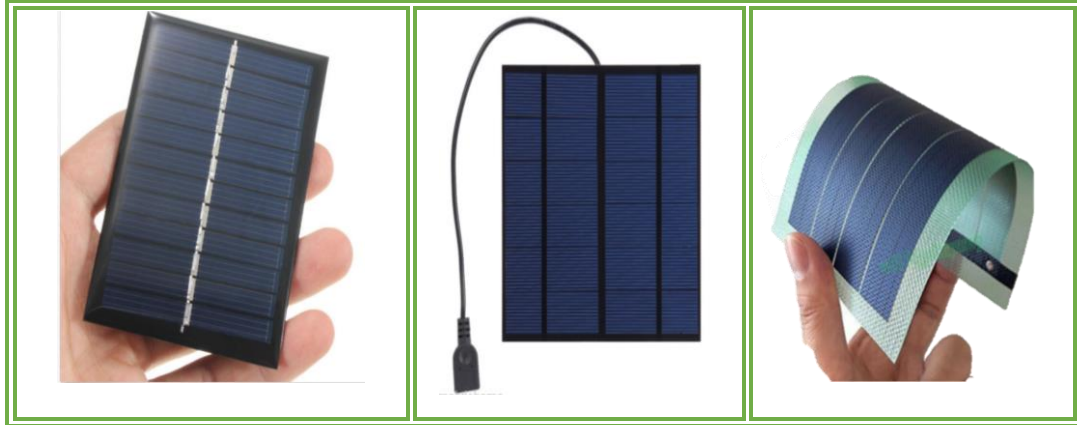


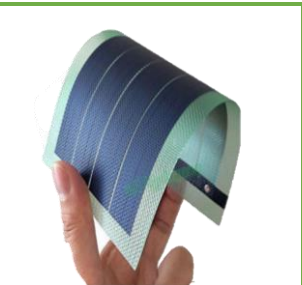


Imagen 2. 60 Paneles solares eBay.

Como se muestra en la Imagen 2.60 en eBay podemos encontrar pequeños paneles policristalinos, paneles plug & play.

Se revisará la relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ de estos tres paneles para comparar con las tiendas especializadas y otras páginas de venta en línea.

Tabla 2. 10 Relación Precio / Watts panel eBay

			
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{17\$}{0.6 W} = 28$	$\frac{112\$}{3 W} = 37$	$\frac{230\$}{1 W} = 230$

En la Tabla (2.10) podemos ver la similitud de su relación, excepto por el panel flexible, el cual es una tecnología más reciente y su relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ aun no se puede igualar a las celdas tradicionales.

Sistema de panel solar



Imagen 2. 61 Sistemas panel solar eBay.

Los sistemas solares de eBay (Imagen 2.61) que se encontraron, solo cuenta con el panel solar y un controlador solar, a diferencia de los sistemas mostrados anteriormente contaban con un almacenamiento, el costo es menor y por lo tanto la relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ será mejor.

Tabla 2. 11 Relación Precio / Watts sistemas panel solar eBay.

			
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{3,495\$}{20 W} = 174$	$\frac{2,863\$}{200 W} = 14$	$\frac{2,225\$}{100 W} = 22$

En la Tabla (2.11) podemos ver dos sistemas que cuentan con una muy buena relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ inclusive con tecnología de panel semiflexible, sin lugar a duda si se desea comprar un sistema de panel solar se recomienda cotizar en este tipo de páginas, algunos vendedores mencionan una garantía de 25 años.

Amazon México

Tiene aproximadamente 2 años operando en México y resulta ser una tienda que viene a cambiar la forma de compra en línea con promociones y con membresías que ofrece envío gratis en muchos artículos en un periodo corto. En Amazon México se puede encontrar desde cartuchos para afeitar hasta una bicicleta eléctrica, cuenta con productos de importación que tardan en llegar algunas semanas.




Imagen 2. 62 Productos Amazon México panel solar.

La Imagen 2.62 muestra los principales artículos que se encuentran en la tienda como: paneles solares acondicionados para poder cargar el celular, productos que tienen por alimentación celdas solares y en menor medida paneles solares básicos.

Paneles solares

Tabla 2. 12 Relación Precio / Watts panel Amazon México.



			
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{152\$}{2.5 W} = 60$	$\frac{565\$}{1 W} = 565$	$\frac{235\$}{0.90 W} = 261$

En la Tabla (2.12) se muestra un panel flexible donde de nueva cuenta se muestra que la energía entregada por este panel aún es muy costosa, el mejor panel que se encontró en esta tienda tiene un precio accesible y cuenta con envío gratis con la única

desventaja que tarda de 1 a 2 meses. Comparado con la Tabla (2.10) en eBay se puede encontrar paneles con mejor relación.

Sistema de panel solar

Tabla 2. 13 Relación Precio / Watts sistemas panel solar Amazon México.

		
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{7,788\$}{90 W} = 86$	$\frac{22,189\$}{4(160) W} = 34$




Los sistemas que se venden en Amazon México tienen un precio elevado comparado con los de eBay o AG Electrónica, en la Tabla (2.13) se muestran dos tipos de sistemas un con batería y el otro se conecta a la red eléctrica, su relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ es buena, pero existen mejores opciones como las que se muestran en la Tabla (2.11).

Aliexpress

Es una tienda en línea que cuenta con diversos artículos en su mayoría provienen de China, la ventaja de esta tienda es principalmente los precios que manejan además que algunos productos se pueden comprar por lotes para que disminuya aún más el costo además que la mayoría de los productos cuentan con envío gratis por medio de correo postal con un promedio de entrega entre 1 o 2 meses.

Paneles solares de baja potencia

Tabla 2. 14 Relación Precio / Watts panel Aliexpress.

			
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{247\$}{5.2 W} = 47$	$\frac{24\$}{1 W} = 24$	$\frac{117\$}{0.50 W} = 234$

Los resultados de la Tabla (2.14) nos muestran que tienen la mejor relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ de las tiendas analizadas, además cuenta con paneles de potencias relativamente altas y un tamaño similar a una celda convencional.

Sistema de panel solar

Tabla 2. 15 Relación Precio / Watts sistemas panel solar batería Aliexpress.


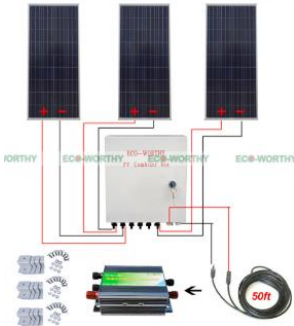
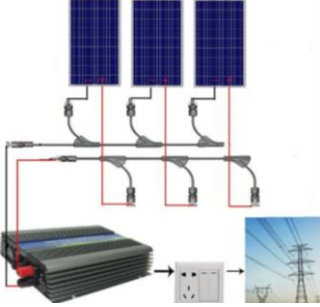
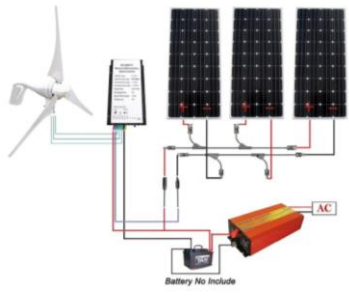
		
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{947\$}{3 W} = 315$	$\frac{11,118\$}{3(160) W} = 23$

Tabla 2. 16 Relación Precio / Watts sistemas panel solar inversor Aliexpress.

		
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{9,800\$}{3(100)W} = 33$	$\frac{21,403\$}{400 + 3(160) W} = 27$

En el portal se pueden encontrar diversos sistemas algunos usan batería y otros tienen un inversor para ser conectados a la instalación, en el caso específico de México se necesita realizar un trámite en CFE y un medidor bidireccional. En cambio, los paneles que tienen un control de carga solar requieren baterías, estas suministrarán la energía a un inversor para energizar los equipos que se utilizarán.

Cada uno de estos sistemas tiene sus funciones particulares la mejor opción de compra depende mucho del uso que se le dará ya que la relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ es muy similar.

Mercado Libre

“Uno de los principales portales de comercio electrónico en México, solo en 2016, registró ingresos en México por 46.3 millones.” (Onofre, 2017). Mercado Libre ha evolucionado dando más facilidades al usuario para adquirir un producto desde envíos gratis a partir de cierto monto, sistemas de puntos que dan algunos beneficios, pagos a meses sin intereses. En este portal se pueden realizar entregas personales dependiendo del vendedor esto evita el costo de envío.

Paneles solares de baja potencia

Tabla 2. 17 Relación Precio / Watts panel Mercado Libre.

			
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{43\$}{1 W} = 43$	$\frac{150\$}{1.5 W} = 100$	$\frac{60\$}{4.3 W} = 14$

La Tabla (2.17) nos muestra que los paneles que se venden en Mercado Libre tienen una relación muy similar a los portales eBay o Aliexpress los cuales manejan ventas internacionales, por lo tanto, considero que la mejor forma de adquirir estos paneles es a través de este portal ya que se adquieren de una forma mucho más rápida.

Sistemas de panel solar

Tabla 2. 18 Relación Precio / Watts sistemas panel solar batería Mercado Libre.

		
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{8,900\$}{80 W} = 33$	$\frac{9,500\$}{50 W} = 27$

Tabla 2. 19 Relación Precio / Watts sistemas panel solar inversor Mercado Libre.

	<p>Sistema 2 Paneles y Microinversor 500W Con Estructura de Montaje 500 Watt 127/220 V</p>  <p>APS</p>	
$\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$	$\frac{18,490\$}{2(250)W} = 37$	$\frac{50,200\$}{6(250)W} = 33$

Se pueden encontrar sistemas con batería y con inversor, la relación $\frac{\text{Precio}}{\text{Watts}}$ de la Tabla (2.19) corresponde al sistema con baterías, este sistema tiene un precio similar con otras páginas de venta en línea y supera por mucho a los sistemas que se encuentran en tiendas en línea especializadas en electrónica. Los sistemas con inversor de igual forma tienen un resultado muy similar a la Tabla (2.16) por lo tanto considero que en México se puede adquirir esta tecnología ya que los resultados del de costo beneficio son casi iguales, pero se tiene la ventaja de hacer válida la garantía porque los vendedores se encuentran dentro de la república mexicana.

2.8 Almacenamiento de energía

“La energía eléctrica no se puede almacenar como tal. En realidad, es necesario transformarla en otro tipo, como la energía química.” (González R. , 2014)

2.8.1 Baterías

“Las baterías son acumuladores de electricidad basados en la transformación de ésta en energía química. Utilizan compuestos que tienen la capacidad de reaccionar entre sí intercambiando electrones que, al pasar por un circuito, generan una corriente eléctrica.” (González R. , 2014)

Tipos de Baterías

“Las baterías pueden tener diversas tecnologías en sus celdas electroquímicas y pueden ser de: Ni Cd, Ni MH, Zinc-Aire, Li-Ion, etc. Según su tecnología podemos encontrar celdas primarias y celdas secundarias. Las primarias (Imagen 2.63) son aquellas que transforman la energía química en eléctrica de manera “irreversible”. En cambio, las secundarias (Imagen 2.64) pueden ser recargadas de nuevo.” (Isaac, 2014)

Baterías Primarias

- **“Pila Alcalina:** Esta clase de pilas están formadas por cloruro de sodio o de potasio. Cuentan con potencia y corriente de gran estabilidad debido a la amplia movilidad de los iones a través del electrolito.
- **Aire-zinc:** Con una fabricación más barata y capacidades que pueden superar en 3 veces a las populares Ion de Litio, las nuevas baterías de Zinc-Aire funcionan utilizando el oxígeno almacenado en un cuarto como electrodo, mientras la batería contiene un electrolito y el electrodo de Zinc permite que el aire circule dentro de una caja porosa, logrando el milagro de la electricidad. Las pilas a base de zinc tienen como principal ventaja la posibilidad de ser recicladas sin límite, sin perder ni sus cualidades químicas, ni sus cualidades físicas.
- **Pila alcalina magnesio:** Son similares a las pilas alcalinas, con la excepción de que están conformadas por hidróxido de potasio. las baterías alcalinas de manganeso tienen un valor elevado y se emplean en máquinas de mayor consumo de energía como juguetes con motor.” (Enciclopedia de Clasificaciones, 2017)



Imagen 2. 63 Baterías primarias.

Baterías secundarias (recargables)

- **“Níquel-Cadmio (*Ni Cd*):** Son uno de los tipos de pilas recargables más antiguo que aún existen, y al que le afecta el efecto memoria. Se ha tendido a reemplazarlas por las pilas o baterías de Ni MH que no tienen el problema del efecto memoria ni tampoco contienen Cadmio (contaminante). Su vida útil es de aproximadamente unos 1500 ciclos.
- **Níquel e hidruro metálico (*Ni MH*):** Son el tipo que reemplaza a las Ni-Cd. Las ventajas son que la ausencia de Cadmio disminuye bastante el precio (a la vez que es más ecológico), tienen mayor capacidad que las Ni-Cd, pero soportan menos ciclos de vida. Las baterías o Ni MH sólo pueden recargarse en un cargador de este mismo tipo, no es capaz de entregar altos picos de potencia tiene un alto grado de auto descarga y es muy peligrosa si esta sobre cargada.

- **Plomo y/o ácido:** Es el tipo de batería recargable más común por su buena relación de desempeño costo, aunque es la de menor densidad de energía por peso y volumen.” (Román, 2008)
- **“Polímero-Litio:** Es una batería de Litio con un polímero sólido como electrolítico tiene una densidad de energía de entre 5 y 12 veces más que las baterías de Ni Cd o Ni-MH. La gran desventaja de estas baterías es que requieren un trato mucho más delicado, bajo riesgo de deteriorarlas irreversiblemente o, incluso, llegar a producir su ignición o explosión.
- **Ion-Litio (Li-ion):** Es el tipo de batería o pilas recargables por excelencia actualmente. Ligera, la cual ofrece una densidad de energía de 3 veces la de una batería plomo-ácido. A causa de su bajo peso atómico 6,9 vs 209 para la de plomo, además cuenta con el más alto voltaje por celda 3.5 V, lo cual reduce el número de celdas en serie para alcanzar cierto voltaje, lo que reduce su costo de manufactura estas no son afectadas por el efecto memoria y tienen una tasa de auto descarga muy baja. Son las más utilizadas en sistemas portátiles y electrónicos.” (Tecnología de las baterías, 2017)



Imagen 2. 64 Baterías secundarias.

2.8.2 Batería de Ion-Litio

“Fue en la década de los '90 cuando comenzaron a masificarse, según lo explica *Battery University*. Sony Corporation fue la primera en tomar la iniciativa y comercializar las baterías de Litio, con los años más fabricantes y empresas decidieron seguir los pasos hasta que hoy en día son las más comunes.

Esto fue porque, gracias a sus componentes, las baterías de Litio prácticamente no tienen efecto memoria, son mucho más livianas y tienen mayor número de ciclos de recarga que las baterías de Níquel.” (Paecke, 2014)

Ventajas

“Elevada densidad de energía: Acumulan mucha mayor carga por unidad de peso y volumen.

Poco peso: A igualdad de carga almacenada, son menos pesadas y ocupan menos volumen que las de tipo Ni-MH y mucho menos que las de Ni-Cd y Plomo.

Alto voltaje por célula: Cada batería proporciona 3,7 voltios, lo mismo que tres baterías de Ni-MH o Ni-Cd (1,2V cada una).

Descarga lineal Durante toda la descarga, el voltaje de la batería varía poco, lo que evita la necesidad de circuitos reguladores. Esto es una ventaja, ya que hace muy fácil saber la carga que almacena la batería.

Muy baja tasa de auto descarga: Cuando guardamos una batería, ésta se descarga progresivamente, aunque no la usemos. En el caso de las baterías de Ni-MH, esta “auto descarga” puede suponer más de un 20% mensual. En el caso de Li-Ion es de menos un 6% en el mismo periodo. Mucha de ellas, tras seis meses en reposo, pueden retener un 80% de su carga.” (Securamente, 2014)

Carecen de efecto memoria: “El efecto memoria es la reducción de la capacidad de las baterías con cargas incompletas. Esto se produce cuando cargamos una batería que no se ha descargado al 100%.” (Xataka móvil, 2015)

Inconvenientes

“A pesar de todas sus ventajas, esta tecnología no es el sistema perfecto para el almacenaje de energía, pues tiene varios defectos, como pueden ser:

- **Duración media:** Depende de la cantidad de carga que almacenen, independientemente de su uso. Tienen una **vida útil de unos 3 años** o más si se almacenan con un 40% de su carga máxima.
- **Soportan un número limitado de cargas:** entre 300 y 1000, menos que una batería de Ni-Cd e igual que las de Ni-MH, por lo que hoy día ya empiezan a ser consideradas en la categoría de consumibles.

- **Son costosas:** Su fabricación es más costosa que las de Ni-Cd e igual que las de Ni-MH, si bien actualmente el precio baja rápidamente debido a su gran penetración en el mercado.
- **Peor capacidad de trabajo en frío:** Ofrecen un rendimiento inferior a las baterías de Ni-Cd o Ni-MH a bajas temperaturas, reduciendo su duración hasta en un 25%.” (Securamente, 2014)

2.8.3 Costos

Se analizarán únicamente baterías de Ion Litio y níquel e hidruro metálico a través de paginas de venta en línea, por que son mejor alternativa para este proyecto por su tamaño capacidad y costo.

eBay

Tabla 2. 20 Especificaciones batería Ion Litio eBay.



Ion Litio	
	Voltaje: 3.7V
	Modelo: 18650
	Capacidad: 1600mAh
	Precio: \$155 MN

Tabla 2. 21 Especificaciones batería Ni-MH eBay.

Ni-MH	
	Voltaje: 1.2V
	Tamaño: AAA
	Capacidad: 1000mAh
	Precio paquete 4 pzas: \$187 MN


Comparadno las Tablas 2.20 y 2.21 se puede concluir que las baterias de Ion Litio son más caras ya que la capacidad en conjunto de las Ni-MH es de 4000mAh contra los 1600mAh de la bateria de Ion Litio, la desventja de las baterias de Ni-MH es su voltaje de 1.2 ya que este proyecto requiere al menos 9V.

Aliexpress

Tabla 2. 22 Especificaciones batería Ion Litio Aliexpress.

Ion Litio	
	Voltaje: 3.7V
	Modelo: 18650 B
	Capacidad: 3400mAh
	Precio paquete 2 pzas: \$173 MN

Tabla 2. 23 Especificaciones batería Ni-MH Aliexpress

Ni-MH	
	Voltaje: 1.2V
	Tamaño: AA
	Capacidad: 800mAh
	Precio paquete 2 pzas: \$55 MN

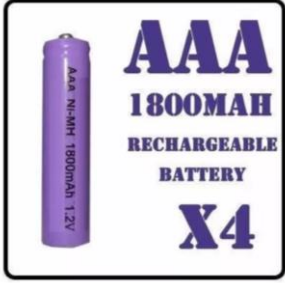
Comparando las Tablas 2.22 y 2.23 podemos determinar que algunas baterías de Ion Litio pueden superar hasta por 4 veces la capacidad de baterías Ni-MH, el precio de las baterías depende mucho de la marca y su capacidad aunque existen muchas baterías muy baratas pero de muy mala calidad.

Mercado Libre

Tabla 2. 24 Especificaciones batería Ion Litio Mercado libre.

Ion Litio	
	Voltaje: 3.7V
	Modelo: 18650
	Capacidad: 2500mAh
	Precio: \$160 MN

Tabla 2. 25 Especificaciones batería Ni-MH Mercado libre.

Ni-MH	
	Voltaje: 1.2V
	Tamaño: AAA
	Capacidad: 1800mAh
	Precio paquete 4 pzas: \$95 MN

En México se pueden conseguir fácilmente cualquiera de estas baterías, aunque en esta tienda en línea no tiene gran variedad de marcas sobre todo en las baterías de Ion Litio, a pesar de que no hay gran variedad de marcas el precio sigue siendo muy similar a otras páginas. Las Tablas 2.24 y 2.25 nos muestran que existen baterías Ni-HM que podrían estar a la par de baterías de Ion Litio, se realizaron pruebas con ambos tipos de batería para así elegir la mejor opción.

2.9 Sensores de presencia

Es un tipo de sensor que envía una señal para activar o desactivar automáticamente, un mecanismo eléctrico, cuando éste detecta la presencia de un objeto dentro de un rango.

2.9.1 Fotoeléctrico

“Los sensores fotoeléctricos usan un haz de luz para detectar la presencia o la ausencia de un objeto. Esta tecnología es una alternativa ideal a sensores de proximidad inductivos cuando se requieren distancias de detección largas o cuando el ítem que se desea detectar no es metálico.” (Allen-Bradley, 2017)

“Principio de funcionamiento: Se emite un haz luminoso desde el elemento emisor de luz, el cual es recibido por el elemento receptor de luz.

Tipos de configuración

- Modelo reflectivo

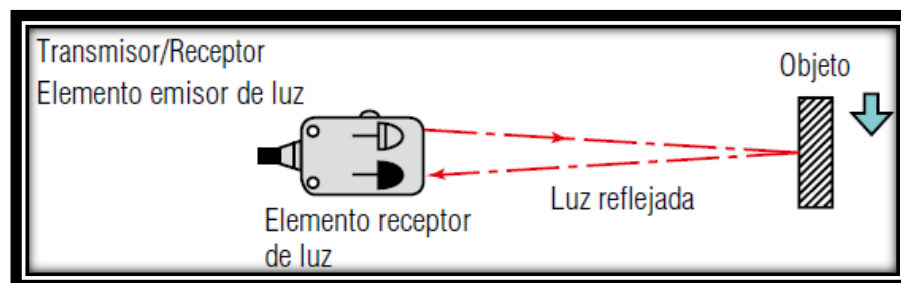


Imagen 2. 65 Modelo reflectivo.

Tanto el emisor de luz como los elementos receptores están contenidos en una sola carcasa. El sensor recibe la luz reflejada desde el objeto (Imagen 2.65).

- Modelo de barrera

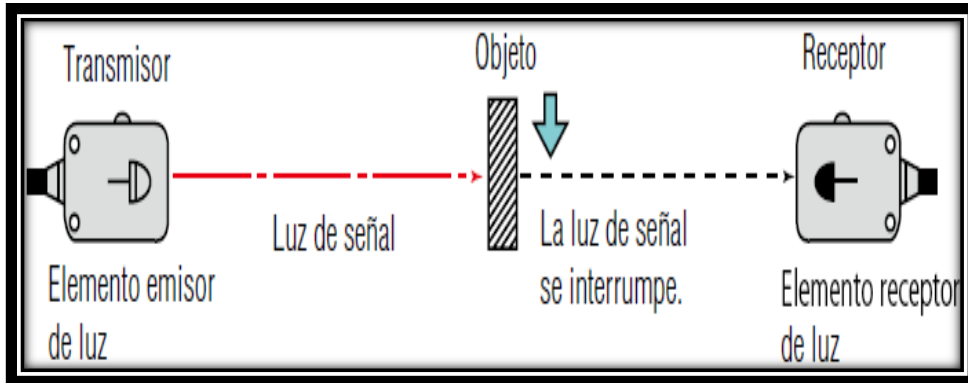


Imagen 2. 66 Modelo de barrera.

El transmisor y el receptor están separados. Cuando el objeto se encuentra entre el transmisor y el receptor, se interrumpe la luz (Imagen 2.66).

- Modelo retroreflectivo

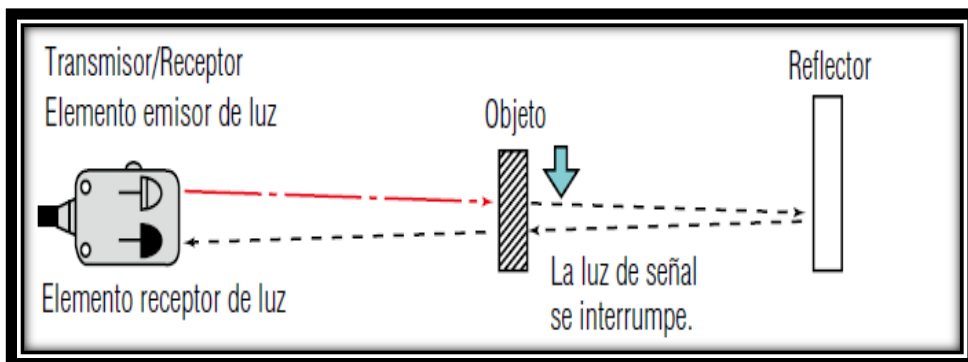


Imagen 2. 67 Modelo retroreflectivo

Tanto el emisor de luz como los elementos receptores están contenidos en un mismo recinto. La luz del elemento emisor incide en el reflector y regresa al elemento receptor de luz. Cuando hay un objeto presente, se interrumpe la luz (Imagen 2.67).” (Keyence, 2017)

2.9.2 Inductivo

“Los sensores de proximidad inductivos detectan objetos metálicos sin tocarlos. Esta tecnología se usa en aplicaciones en las que el objeto metálico que se debe detectar está dentro de una o dos pulgadas de la cara del sensor. Nuestros sensores se pueden usar en aplicaciones de empaquetado para servicio ligero, los exigentes ambientes en

equipos de soldadura automotriz o las hostiles proyecciones de agua en plantas de procesamiento de alimentos.” (Allen-Bradley, 2017)

“Principio de funcionamiento: Un campo magnético de alta frecuencia es generado por la bobina L en el circuito de oscilación. Cuando un objeto se acerca al campo magnético, fluye una corriente de inducción (corriente de Foucault) en el objeto, debido a la inducción electromagnética (Imagen 2.68). Conforme el objeto se acerca al sensor, aumenta el flujo de corriente de inducción, lo cual provoca que la carga en el circuito de oscilación crezca. Entonces, la oscilación se atenúa o decrece. El sensor detecta este cambio en el estado de oscilación mediante el circuito de detección de amplitud, y emite una señal de detección.” (Keyence, 2017)

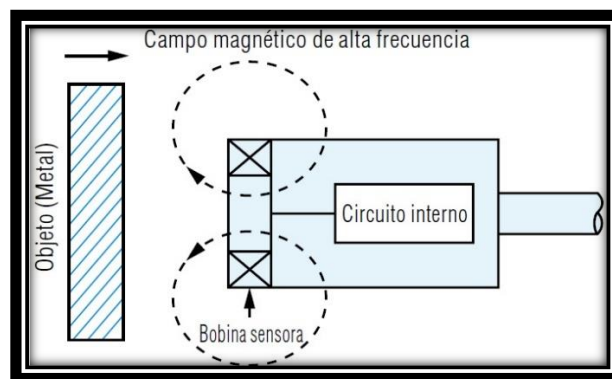


Imagen 2. 68 Principio de funcionamiento sensor inductivo.

2.9.3 Ultrasónico

“Los sensores ultrasónicos son dispositivos autónomos de estado sólido diseñados para la detección sin contacto de objetos sólidos y líquidos. Para muchas aplicaciones, tales como el monitoreo del nivel de agua en un tanque, la tecnología ultrasónica permite que un dispositivo haga el trabajo que de otro modo requeriría varios sensores.” (Allen-Bradley, 2017)

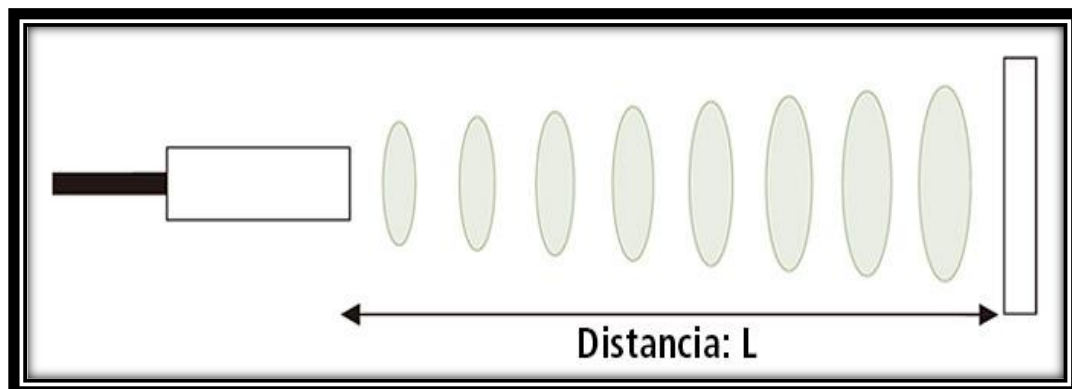


Imagen 2. 69 Principio de funcionamiento sensor ultrasónico.

“Principio de funcionamiento: Los sensores ultrasónicos miden la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas (Imagen 2.69). El cabezal emite una onda ultrasónica y recibe la onda reflejada que retorna desde el objeto. Los sensores ultrasónicos miden la distancia al objeto contando el tiempo entre la emisión y la recepción.

Sus principales ventajas son:

- Detección de materiales transparente: Dado que las ondas ultrasónicas pueden reflejarse en una superficie de vidrio o líquido, y retornar al cabezal, incluso los objetos transparentes pueden ser detectados.
- Resistente a niebla y suciedad: La detección no se ve afectada por la acumulación de polvo o suciedad.
- Detección de forma compleja: La detección de presencia es estable, incluso para objetos tales como bandejas de malla o resortes.” (Keyence, 2017)

2.9.4 Sensor PIR

“Los sensores PIR se basan en la medición de la radiación infrarroja. Todos los cuerpos (vivos o no) emiten una cierta cantidad de energía infrarroja, mayor cuanto mayor es su temperatura. Los dispositivos PIR disponen de un sensor piezoeléctrico capaz de captar esta radiación y convertirla en una señal eléctrica (Imagen 2.70).



Imagen 2. 70 PIR D203S.

En realidad, cada sensor está dividido en dos campos y se dispone de un circuito eléctrico que compensa ambas mediciones. Si ambos campos reciben la misma cantidad de infrarrojos la señal eléctrica resultante es nula. Por el contrario, si los dos campos realizan una medición diferente, se genera una señal eléctrica.

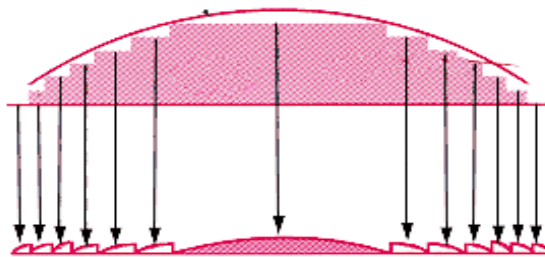


Imagen 2. 71 Lente de Fresnel.

El otro elemento restante para que todo funcione es la óptica del sensor. Básicamente es una cúpula de plástico formada por lentes de Fresnel (Imagen 2.71), que divide el espacio en zonas, y enfoca la radiación infrarroja a cada uno de los campos del PIR.

De esta manera, cada uno de los sensores capta un promedio de la radiación infrarroja del entorno. Cuando un objeto entra en el rango del sensor, alguna de las zonas marcadas por la óptica recibirá una cantidad distinta de radiación, que será captado por uno de los campos del sensor PIR.” (Llamas, Ingeniería, informática y diseño, 2017)

Un módulo PIR cuenta con dos potenciómetros los cuales ajustan la sensibilidad y el tiempo que mantendrá una señal “Alta” a su salida, algunos módulos cuentan con tres pines para seleccionar el modo de trabajo; que puede ser disparo único, el cual mantiene por cierto tiempo un estado alto; y disparo repetido, el cual funciona todo el tiempo en el que haya movimiento.

Por último, se debe considerar que al sensor le toma algunos segundos -tras polarizarse- estar listo para operar correctamente.

2.9.5 Costos

Tabla 2. 26 Costo sensor PIR HC-SR501.

Sensor PIR HC-SR501	
Aliexpress	Mercado Libre
Precio: \$16 MN	Precio: \$30 MN
	

El sensor HC-SR501 se puede conseguir fácilmente y tiene un costo accesible, como se puede ver los costos que se muestran en la Tabla 2.26 se duplican, el factor determinante de dónde comprar se dará por las necesidades del usuario.

Sensor Ultrasónico

“Un sensor de ultra sonidos es un dispositivo para medir distancias. El pulso rebota en los objetos cercanos y es reflejado hacia el sensor, que dispone de un micrófono

adecuado para esa frecuencia. Midiendo el tiempo entre pulsos, conociendo la velocidad del sonido, podemos estimar la distancia del objeto contra cuya superficie impacto el impulso de ultrasonidos.



Imagen 2. 72 Sensor Ultrasónico HC-SR04

Los sensores de ultrasonidos son sensores baratos, y sencillos de usar (Imagen 2.72). El rango de medición teórico del sensor HC-SR04 es de 2cm a 400cm, con una resolución de 0.3cm. En la práctica, sin embargo, el rango de medición real es mucho más limitado, en torno a 20cm a 2 metros.

Los sensores de ultrasonidos son sensores de baja precisión. La orientación de la superficie a medir puede provocar que la onda se refleje evitando una correcta medición. Además, no resultan adecuados en entornos con gran número de objetos, dado que el sonido rebota en las superficies generando ecos y falsas mediciones. Tampoco son apropiados para el funcionamiento en el exterior y al aire libre.” (Llamas, Ingeniería, informática y diseño, 2017)

Costo

Tabla 2. 27 Costo sensor Ultrasónico HC-SR04.

Sensor Ultrasónico HC-SR04	
Aliexpress	Mercado Libre
Precio: \$16 MN	Precio: \$24 MN

Comparando la Tabla 2.26 y 2.27 podemos notar que este sensor HC-S04 es más barato, aunque ambos sensores cumplen con el mismo propósito se usara en este proyecto el sensor HC-SR501 por la característica de cobertura la cual es mayor que el módulo ultrasónico.

2.10 Motores eléctricos

“El motor eléctrico es un artefacto que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, de manera que puede impulsar el funcionamiento en una máquina. Esto ocurre por acción de los campos magnéticos que se generan gracias a las bobinas

Las fuentes que alimentan al motor eléctrico pueden ser de corriente alterna (AC) o corriente continua (CC). Cuando se trata de la corriente alterna, las redes eléctricas o las plantas eléctricas son el impulso principal del motor; existen varios tipos de este motor, llamados: motor asíncrono y síncrono. A diferencia de éste, cuando la corriente continua es el encargado de sustentar el funcionamiento, las baterías, los rectificadores, los paneles solares y los dinamos son los artefactos que colaboran en el proceso; estos se clasifican en: motor serie, motor compound, motor shunt y motor eléctrico sin escobillas. El motor universal, por su parte, funciona con ambos tipos de corriente.

El motor eléctrico tiene muchas ventajas, entre ellas se encuentra su tamaño y peso reducido, el hecho de que puede ser construido para casi cualquier tipo de máquina y una potencia bastante alta, su rendimiento está la mayor parte del tiempo en un 75%, no emite ningún tipo de sustancia o gas contaminante y no necesitan una ventilación externa.” (ConceptoDefinicion, 2017)

2.10.1 Motores de corriente continua

“La mayoría de los dispositivos y equipos que requieren poca potencia para poner en funcionamiento sus mecanismos emplean solamente motores de corriente directa de pequeño tamaño, que utilizan como fuente suministradora de corriente eléctrica o fuerza electromotriz (FEM), pilas, batería, o un convertidor de corriente alterna en directa (Imagen 2.73).

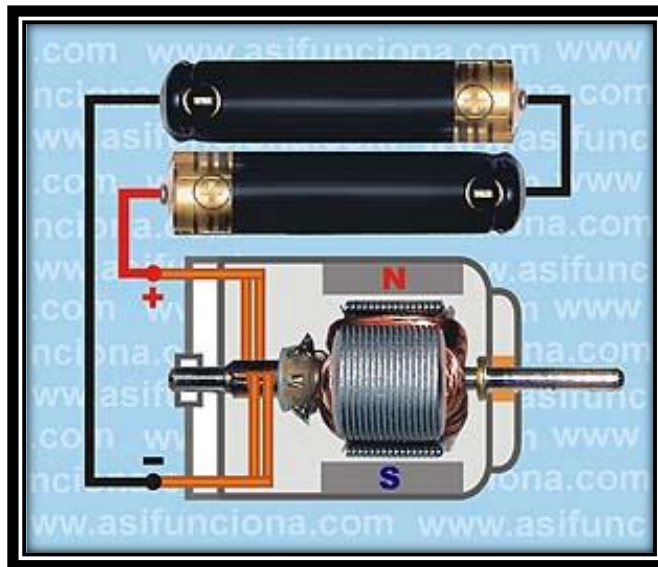


Imagen 2. 73 Vista interna de un motor corriente continua.

Podemos encontrar pequeños motores de corriente directa instalados en infinidad de aparatos y dispositivos electrodomésticos de funcionamiento eléctrico o electrónico, como secadoras de pelo, herramientas de mano, juguetes y en algunos mecanismos de coches y otros vehículos de transporte. Con respecto a varios tipos de electrodomésticos, en la mayoría de los casos son equipos que se conectan directamente a la red de corriente alterna (CA) de la casa, pero inmediatamente un dispositivo electrónico interno, compuesto por un puente rectificador de cuatro diodos semiconductores de silicio, convierten esa corriente alterna en corriente directa para que el motor o motores que contiene el equipo en cuestión puedan funcionar adecuadamente.” (Álvarez, 2017)

2.10.2 Motores con engranajes

Moto reductores

“Los Reductores o Motorreductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. Los reductores son diseñados a base de engranajes (Imagen 2.74), mecanismos circulares y dentados con geometrías especiales de acuerdo con su tamaño y la función en cada motor.



Imagen 2. 74 Motorreductor.

En pocas palabras los reductores son sistemas de engranajes que permiten que los motores eléctricos funcionen a diferentes velocidades para los que fueron diseñados. Rara vez las máquinas funcionan de acuerdo con las velocidades que les ofrece el motor, por ejemplo, a 1.800, 1.600 o 3.600 revoluciones por minuto. La función de un motorreductor es disminuir esta velocidad a los motores (50, 60, 100 rpm) y permitir el eficiente funcionamiento de las máquinas, agregándole por otro lado potencia y fuerza.

Beneficios de un motorreductor:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.

- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.” (Riquelme, 2017)

Motor a pasos

“Los motores paso a paso se pueden ver como motores eléctricos sin escobillas (Imagen 2.75). La conmutación se debe manejar de manera externa con un controlador electrónico y, típicamente, se diseñan de manera que el motor se pueda mantener en una posición fija y también para que se lo pueda hacer girar en un sentido y en el otro. Con un controlador apropiado, se puede hacer que arranquen y se detengan en un instante en posiciones controladas.

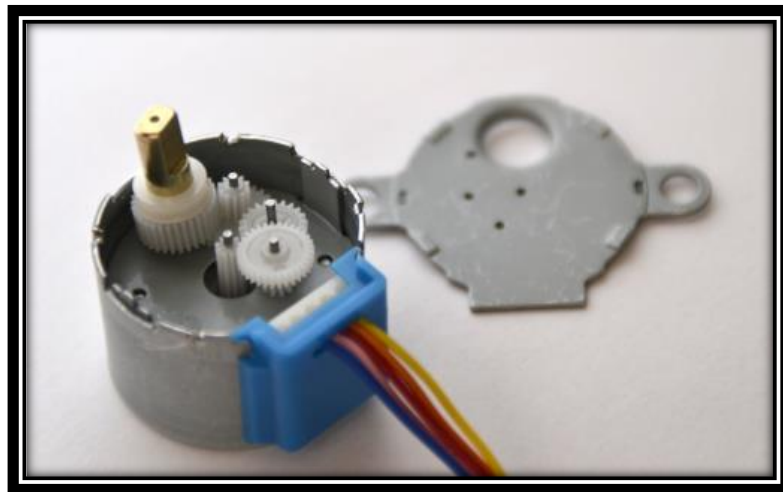


Imagen 2. 75 Motor a pasos.

Comportamiento:

- **Giro:** Estos motores no giran libremente giran por pequeños pasos.
- **Torque:** Los motores de CC no son buenos para ofrecer un buen torque a baja velocidad sin la ayuda de un mecanismo de reducción. Los motores paso a paso, en cambio, trabajan de manera opuesta: su mayor capacidad de torque se produce a baja velocidad.
- **Torque detención:** El torque de detención hace que un motor paso a paso se mantenga firmemente en su posición cuando no está girando. Esta característica es muy útil cuando el motor deja de moverse y, mientras está detenido, la fuerza de carga permanece aplicada a su eje y esto elimina la necesidad de un mecanismo de freno.
- **Control:** Estos motores tienen varios bobinados, para producir el avance de ese paso, deben ser alimentados en una adecuada secuencia. Si se invierte el orden de esta secuencia, se logra que el motor gire en sentido opuesto. Si los

pulsos de alimentación no se proveen en el orden correcto, el motor no se moverá apropiadamente.” (Carletti, 2017)

Servo motor

“Un servomotor (o servo) es un tipo especial de motor con características especiales de control de posición. Al hablar de un servomotor se hace referencia a un sistema compuesto por componentes electromecánicos y electrónicos.

El motor en el interior de un servomotor es un motor DC común y corriente. El eje del motor se acopla a una caja de engranajes similar a una transmisión. Esto se hace para potenciar el torque del motor y permitir mantener una posición fija cuando se requiera. El circuito electrónico es el encargado de manejar el movimiento y la posición del motor.



Imagen 2. 76 Servomotor.

La presencia del sistema de engranajes hace que cuando movemos el eje motor se sienta una inercia muy superior a la de un motor común y corriente. Un servo no es un motor como tal, sino un conjunto de partes que forman un sistema.

Los servomotores los podemos encontrar en dos formas:

- **Servomotores de rango de giro limitado:** son el tipo más común de servomotor. Permiten una rotación de 180 grados, por lo cual son incapaces de completar una vuelta completa.
- **Servomotores de rotación continua:** se caracterizan por ser capaces de girar 360 grados, es decir, una rotación completa. Su funcionamiento es similar al de un motor convencional, pero con las características propias de un servo. Esto quiere decir que podemos controlar su posición y velocidad de giro en un momento dado.” (González A. G., 2016)

En la Imagen 2.76 se muestra un servomotor comercial el cual tiene tres pines, este motor solo puede girar 180 grados, para alimentar al servomotor se utiliza una fuente

de alimentación externa, que protegerá al Arduino si existe un sobre corriente. Este servomotor establecerá su posicionamiento en dependencia del ciclo de trabajo de una señal PWM, para esto se utilizará la librería “Servo.h”.

2.10.3 Costos

Motorreductor


Tabla 2. 28 Costo motorreductor.

Motorreductor De Plástico B01 1:48	
Aliexpress	Mercado Libre
Precio: \$24 MN	Precio: \$28 MN
	

Este tipo de motores se usa generalmente para darle torque a las llantas de un carro eléctrico pequeño, este motor gira 360°, tiene un precio bajo y se puede configurar para llevar a cualquier posición, aunque esto conlleva componentes extras.

Motor a pasos

Tabla 2. 29 Costo motor a pasos.

Motor a pasos y controlador 5V (28byj-48)	
Aliexpress	Mercado Libre
Precio: \$40 MN	Precio: \$50 MN
	

Este motor acompañado con el controlador puede hacer giros 360°, se puede colocar en puntos específicos, tiene un costo superior que otros motores.

Servomotor

Tabla 2. 30 Costo Servomotor.

Sg90 Servomotor Micro 9g	
Aliexpress	Mercado Libre
Precio: \$24 MN	Precio: \$38 MN
	

El servomotor ocupa el segundo lugar con respecto a precio de esta lista de motores, la ventaja con este motor es que el controlado está dentro de él y no necesita componentes extras, se puede programar fácilmente para realizar giros de 180° y en puntos específicos.

2.11 Etapa de potencia

2.11.1 Regulador de voltaje 78XX

“Esta familia de integrados está dotada de tres terminales (Terminal de entrada no regulada, Base, Terminal de salida regulada) (Imagen 2.77). Las primeras letras y dos números corresponden a la denominación, mientras que las dos últimas XX deben ser reemplazados por la tensión de salida requerida.”

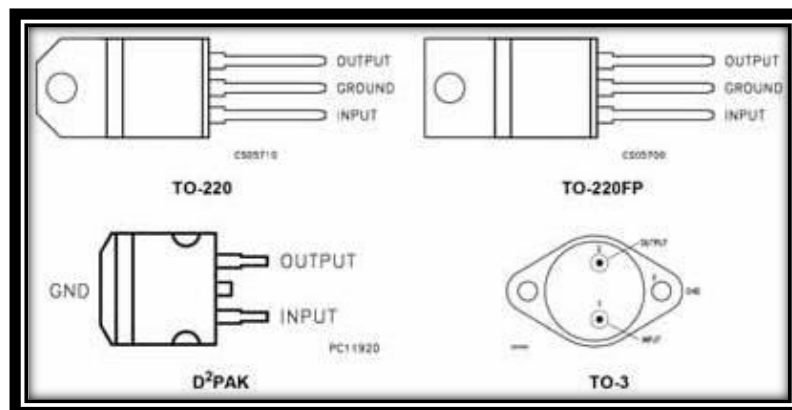


Imagen 2. 77 Regulador de voltaje 78XX.

La tensión de alimentación debe ser un poco más de 2V superior a la tensión que entrega el regulador y menor a 35V. Usualmente, el modelo estándar (TO220) soporta corrientes de hasta 1A, aunque hay diversos modelos en el mercado con corrientes que van desde los 0,1 hasta 10A.” (EcuRed, 2017)

Conexión

“El regulador L7805, el LM7805 y el MC7805 utilizan el empaquetado TO-220 y pueden manejar hasta 1 amperio de corriente.

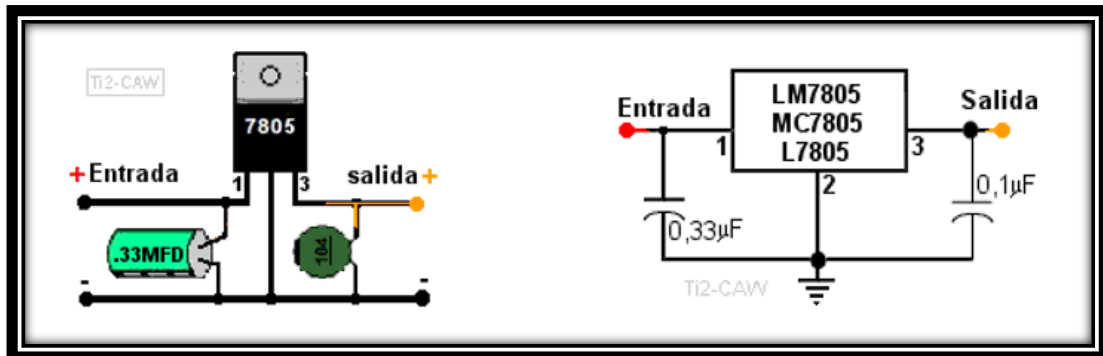


Imagen 2. 78 Conexión del regulador de voltaje 7805.

Se recomienda que el voltaje de entrada sea superior a 7V, los capacitores tanto en la entrada como en la salida es mejor utilizarlos para evitar problemas por interferencias, aunque no son indispensables (Imagen 2.78).” (Proyectos de electronica, 2017)

Costo

Tabla 2. 31 Costo Regulador L7805CV.

Regulador L7805CV	
Aliexpress	Mercado Libre
Precio por 5 pzas: \$10.50 MN	Precio: \$6 MN

El precio de este integrado es muy económico y tiene una gran utilidad y es muy estable, aunque se puede llegar a calentar sino tiene un disipador, comparando los

precios de la Tabla (2.31) se puede ver que está integrado es mucho más barato por mayoreo por medio de la página Aliexpress.

2.11.2 Convertidor Boost

“El convertidor Boost es un elevador de tensión con su implementación relativamente sencilla. En la mayoría de los casos, las aplicaciones del convertidor Boost están orientadas a fuentes de potencia o en sistemas de potencia fotovoltaicos.” (Trujillo, 2017)

Convertidores Boost comerciales

Si se desea una fuente con mayor voltaje podemos recurrir a este módulo el cual eleva la tensión de las baterías.

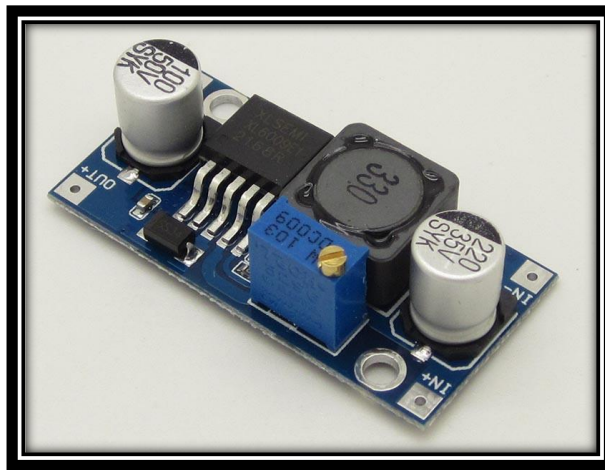


Imagen 2. 79 Convertidor Boost.

“Todos los desarrollos comerciales de Boosters incluyen circuitos de protección integrados en el propio circuito de Switching como lo es el módulo XL6009 (Imagen 2.79).

Características

- Permite una tensión de entrada entre 5V y 32V con un máximo de 4 Amperios y una salida entre 5 y 52V.
- Mosfet + Switching incluye un MOSFET de potencia y un oscilador de 400KHz internos.
- Permite ajustar la tensión de salida con un único potenciómetro e incluye circuitos de protección para evitar el sobre voltaje y protección térmica.
- Otra de las virtudes de estos pequeños convertidores Booster es que consiguen una eficiencia próxima al 94% en la conversión de tensiones, lo que les hace

muy interesantes para las aplicaciones con baterías o con paneles solares.”
(Promotec, 2017)

Costo

Tabla 2. 32 Costo módulo XL6009.

Módulo XL6009	
Aliexpress	Mercado Libre
Precio: \$17 MN	Precio: \$45 MN
	

Este módulo tiene un costo un poco elevado en México tabal (2.32), es fácil de confundirlo con el módulo steep down que reduce el voltaje de entrada debido a su apariencia física, para diferenciarlos se debe revisar la matricula del circuito integrado.

2.11.3 Módulo TP4056

“Este módulo cargador de batería es muy popular por su bajo costo y su tamaño, lo podemos encontrar en dispositivos como las power bank (batería de respaldo), existe modelos que cuentan con protección de sobre-corriente y sobre-descarga que evitan daños en las celdas de Ion Litio (Imagen 2.80).

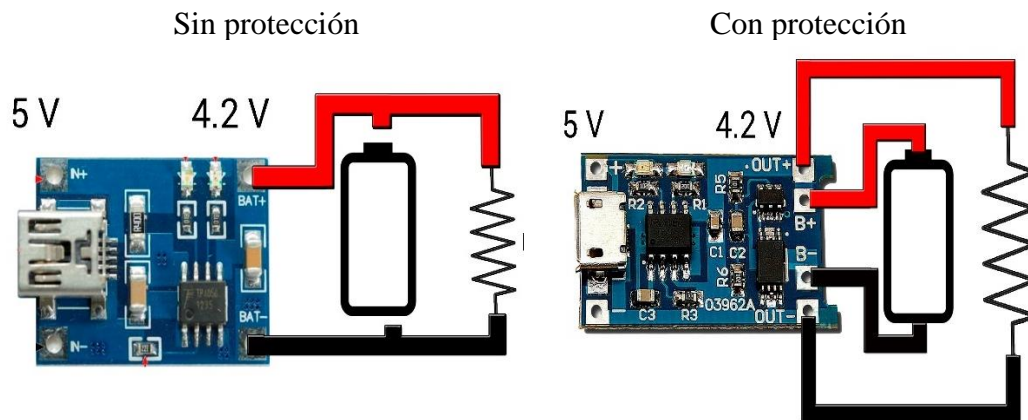


Imagen 2. 80 Conexión módulo TP4056.

Especificaciones:

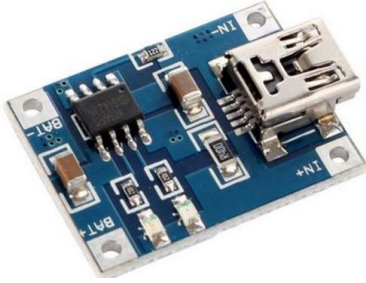
- Módulo de carga: Carga lineal
- Corriente: 1A ajustable (se necesita reemplazar la resistencia)
- Voltaje de entrada: 4.5V-5.5V
- Tensión de carga completa: 4.2V
- Indicador LED: rojo se está cargando, verde está completamente cargada
- Interfaz de entrada: Mini USB.
- Temperatura de trabajo: -10 ° C a 85 ° C
- Polaridad invertida: no
- Tamaño: 28*19*6mm

Recomendaciones

- Entrada a 5V en entrada.
- Es mejor que la corriente de carga sea 37% de la capacidad de la batería. Si usted carga una batería de 1000mAh, una corriente de 400mAh es suficiente.
- El cable de conexión no debe ser demasiado grueso.
- Asegúrese de que el punto de conexión sea bueno.
- Es la función de protección, auto-restart la corriente de carga para evitar quemar el chip.” (Forum Arduino, 2016)

Costo

Tabla 2. 33 Costo módulo TP4056

Módulo TP4056	
Aliexpress	Mercado Libre
Precio: \$5 MN	Precio: \$17 MN
	

Es de los módulos más baratos en el mercado (Tabla 2.33), es muy fácil de usar y se puede alimentar por diversas formas como la energía solar acompañado de un regulador LM7805C.

2.11.4 Relevador

“Es un dispositivo electromecánico, funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico mediante una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes y con diferentes valores de potencia.

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico. Además de ser un elemento que separa a la etapa de control y a la etapa de potencia para así poder proteger ambos circuitos.

Principio de funcionamiento

El relé más sencillo está formado por un electroimán y un interruptor de contactos. Al pasar una pequeña corriente por la bobina, el núcleo se imanta y atrae al inducido por uno de sus extremos, empujando por el otro a uno de los contactos hasta que se juntan, permitiendo el paso de la corriente a través de ellos. Esta corriente es, normalmente, mucho mayor que la que pasa por la bobina.

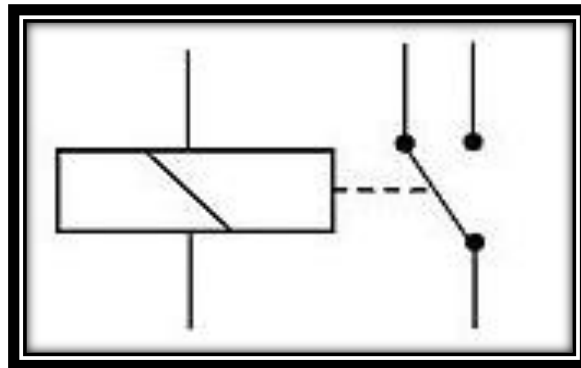


Imagen 2. 81 Símbolo relevador.

Es importante saber cuál es la resistencia del bobinado del electroimán que activa el relé y con cuánto voltaje este se activa. Este voltaje y esta resistencia nos informan que magnitud debe de tener la señal que activará el relé y cuanta corriente se debe suministrar a éste.

Ventajas

- La gran ventaja de los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control.
- También ofrecen la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control.
- Con una sola señal, puedes controlar varios relés a la vez.” (Automatización y Electrónica, 2017)

Relevador

Este modelo de relevador (Imagen 2.82) se puede accionar con solo 5V los cuales se pueden generar a través de la placa Arduino y así utilizarlo como un interruptor para alimentar el circuito oscilador.

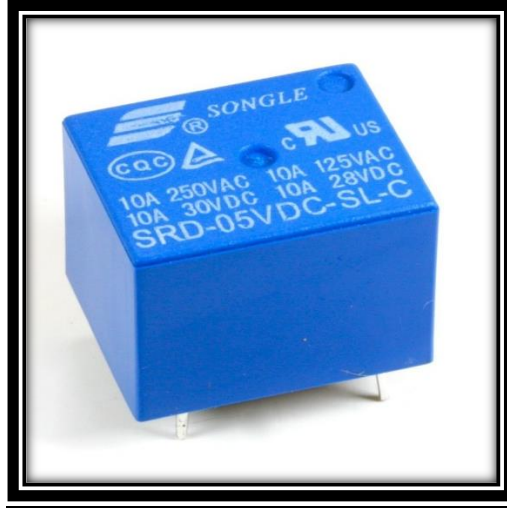


Imagen 2. 82 Relevador SONGLE.

“Características principales:

- Capacidad de conmutación para 10A en un diseño de tamaño pequeño para técnicas de montaje en PCB's de alta densidad
- Selección de material plástico para alta temperatura y un mejor desempeño térmico
- Completamente sellado

Especificaciones de la bobina:

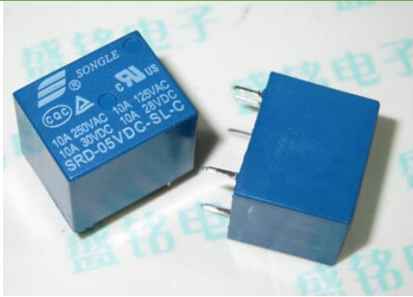
- Voltaje nominal: 5V
- Corriente nominal: 70 a 90mA
- Resistencia: 55 a 70 ohm
- Potencia: 0.45W

Especificaciones del contacto:

- Capacidad para carga resistiva: 28VDC@7A, 125VAC@10A, 240VAC@7A
- Capacidad para carga inductiva: 120VAC@5A, 28VDC@5A
- Máximo voltaje: 250VAC” (MICRO JPM, 2017)

Costos

Tabla 2. 34 Costo relevador SONGLE.

Relevador SONGLE	
Aliexpress	Mercado Libre
Precio: \$6.50 MN	Precio: \$9 MN
	

El precio de este tipo de relevador está muy por debajo de otras marcas como SUN HOLD que tenían un precio alrededor de los \$60 MN (Tabla 2.34).

2.11.5 Módulo BMS

“El BMS se conecta al BTV y sus funciones esenciales son: Desconectar o apagar la carga cuando la tensión de una celda de la batería cae por debajo de 2,5V, detener el proceso de carga cuando la tensión de una celda de la batería sube por encima de 4,2V y apagar el sistema cada vez que la temperatura de una celda exceda los 50°C.

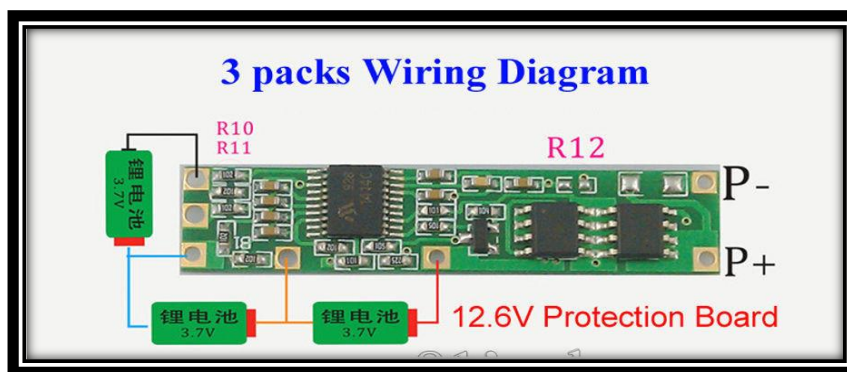


Imagen 2. 83 Módulo BMS


Además de equilibrar las celdas, un BMS:

- Evitará la sobretensión en las celdas reduciendo la corriente de carga o deteniendo el proceso de carga.
- Desconectará el sistema en caso de sobrecalentamiento.

Por lo tanto, un BMS es indispensable para evitar que se produzcan daños en banco de baterías Li-Ion de gran tamaño.” (Energy EV, 2014)

Costo

Tabla 2. 35 Costo módulo BMS.

Módulo BMS 3 “S”	
Aliexpress	Mercado Libre
Precio: \$30 MN	Precio: \$200 MN
	

Este módulo para un arreglo de 3 “S” (3 baterías en serie) funciona para este proyecto ya que tiene un voltaje aproximado de 12V. La Tabla 2.35 muestra que este módulo es aún caro por la baja demanda.

2.12 Sistema de control

2.12.1 Arduino

“Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquiera interesado en crear objetos o entornos interactivos.



Imagen 2. 84 Logo Arduino.

Arduino puede «sentir» el entorno mediante la recepción de entradas desde una variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros artefactos. El microcontrolador de la placa se programa usando el «Arduino Programming Language» (basado en Wiring1) y el «Arduino Development Environment» (basado en Processing2). Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con software en ejecución en un ordenador (por ejemplo, con Flash, Processing, MaxMSP, etc.).

Las placas se pueden ensamblar a mano o encargarse preensambladas; El software se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del hardware (archivos CAD) están disponibles bajo licencia open-source, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades.

Ventajas

Hay muchos otros microcontroladores y plataformas microcontroladoras disponibles para computación física. Parallax Basic Stamp, Netmedia's BX-24, Phidgets, MIT's Handyboard, y muchas otras ofertas de funcionalidad similar. Arduino simplifica el proceso de trabajo con microcontroladores, pero ofrece algunas ventajas para profesores, estudiantes y aficionados interesados sobre otros sistemas:

- **Barato:** Las placas Arduino son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras. La versión más económica de Arduino puede ser ensamblada a mano, e incluso los módulos de Arduino preensamblados cuestan menos de 50 dólares.
- **Multiplataforma:** El software de Arduino se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux.
- **Entorno de programación simple y claro:** El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes, pero suficientemente flexible para que usuarios avanzados puedan aprovecharlo también.
- **Código abierto y software extensible:** El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado. De forma similar, puedes añadir código AVR-C directamente en tus programas Arduino si quieres.
- **Código abierto y hardware extensible:** El Arduino está basado en microcontroladores ATMEGA8 y ATMEGA168 de Atmel. Los planos para los módulos están publicados bajo licencia Creative Commons, por lo que

diseñadores experimentados de circuitos pueden hacer su propia versión del módulo, extendiéndolo y mejorándolo. Incluso usuarios relativamente inexpertos pueden construir la versión de la placa del módulo para entender cómo funciona y ahorrar dinero.” (Herrador, 2009)

2.12.2 Placa Arduino

“Hay múltiples versiones de la placa Arduino. La mayoría usan el ATmega168 de Atmel, mientras que las placas más antiguas usan el ATmega8.” (Herrador, 2009) Se mencionaran las placas más populares en México.

Arduino Uno

“Este es el nuevo Arduino Uno R3, utiliza el microcontrolador ATmega328. En adición a todas las características de las tarjetas anteriores, el Arduino Uno utiliza el ATmega16U2 para el manejo de USB en lugar del 8U2 (o del FTDI encontrado en generaciones previas). Esto permite ratios de transferencia más rápidos y más memoria.

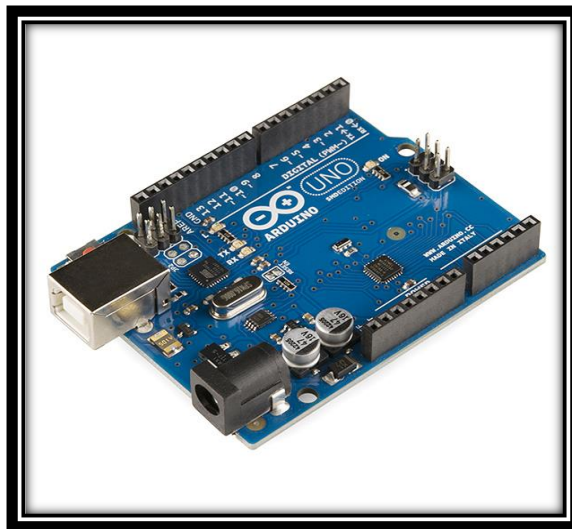


Imagen 2. 85 Arduino Uno R3.

El Arduino Uno R3 puede ser utilizado para desarrollar objetos interactivos o puede ser conectado a software de tu computadora (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP).

Características

- Microcontrolador ATmega328.
- Voltaje de entrada 7-12V.
- 14 pines digitales de I/O (6 salidas PWM). 6 entradas analógicas.
- 32KB de memoria Flash.
- Reloj de 16MHz de velocidad.

Arduino Mega

El Arduino Mega 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 serie por hardware), cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, jack de alimentación, conector ICSP y botón de reset.

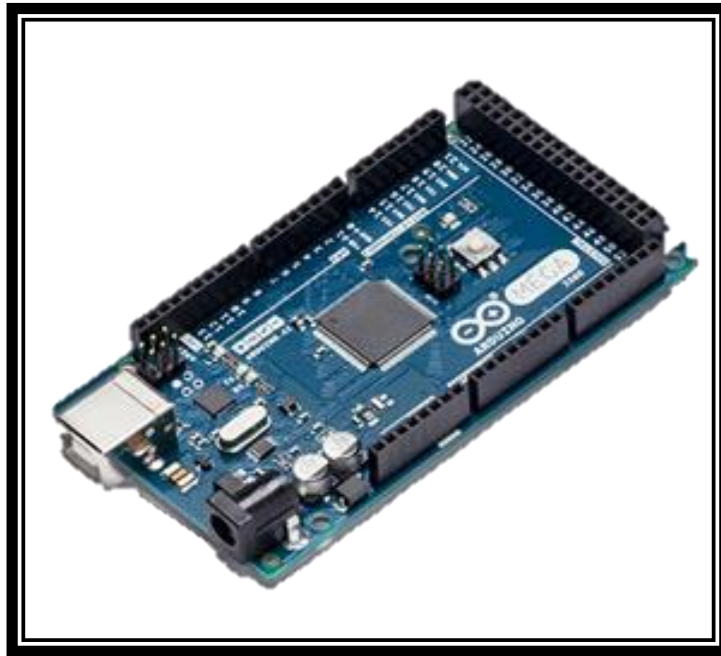


Imagen 2. 86 Arduino Mega 2560.

Esta nueva versión de Arduino Mega 2560 además de todas las características de su sucesor, el Arduino Mega ahora utiliza un microcontrolador ATmega8U2 en vez del chip FTDI. Esto permite mayores velocidades de transmisión por su puerto USB y no requiere drivers para Linux o MAC (archivo inf es necesario para Windows) además ahora cuenta con la capacidad de ser reconocido por el PC como un teclado, mouse, joystick, etc.

Características:

- Microcontrolador ATmega2560.
- Voltaje de entrada de – 7-12V. 54 pines digitales de Entrada/Salida (14 de ellos son salidas PWM).
- 16 entradas analógicas.
- 256KB de memoria flash.
- Velocidad del reloj de 16MHz

Arduino Nano

El Arduino Nano es una pequeña, pero poderosa tarjeta basada en el ATmega328. Posee las mismas funcionalidades que un Arduino UNO, solo que en un tamaño reducido. Para programarla solo se necesita de un cable Mini USB.

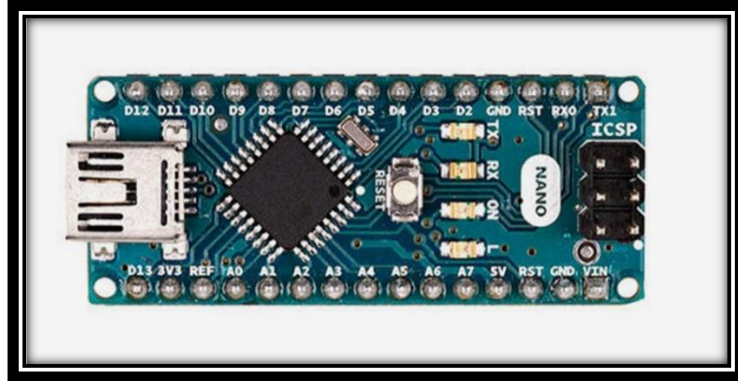


Imagen 2. 87 Arduino Nano.

Características:

- Microcontrolador: ATmega328
- Voltaje de operación: 5V
- Voltaje de alimentación (Recomendado): 7-12V
- I/O Digitales: 14 (6 son PWM)
- Memoria Flash: 32KB
- EEPROM: 1KB
- Dimensiones: 0.73" x 1.70"
- Frecuencia de trabajo: 16MHz" (Crespo, 2017)

2.12.2 Arduino IDE

“IDE – entorno de desarrollo integrado, llamado IDE (sigla en inglés de integrated development environment), es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. Puede dedicarse en exclusiva a un solo lenguaje de programación o bien puede utilizarse para varios.

Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación; es decir, que consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Además, en el caso de Arduino incorpora las herramientas para cargar el programa ya compilado en la memoria flash del hardware.

El IDE de Arduino va a ser la herramienta de trabajo con Arduino y habrá que conocer su funcionamiento.

Los programas de Arduino están compuestos por un solo fichero con extensión “ino”, aunque es posible organizarlo en varios ficheros. El fichero principal siempre debe estar en una carpeta con el mismo nombre que el fichero.” (Aprendiendo Arduino, 2017)

A grandes rasgos en este entorno se escribe el código que llevara la placa Arduino, tiene las barras de menús donde podemos encontrar ejemplos de programas, los cuales son recomendables para un primer acercamiento a la plataforma. Las partes del programa puede divide 2 grandes grupos:

- Void setup: Aquí configuramos los puertos de la tarjeta, iniciamos la comunicación serie, etc. Este pequeño código solo se ejecuta una vez al energizar la placa.
- Void loop: Contendrá el código que ejecutará el Arduino, este se repetirá todo el tiempo.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar reads "Blink Arduino 1.6.8". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Programa", "Herramientas", and "Ayuda". The toolbar contains icons for file operations and a search icon. The main editor area displays the following code:

```
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the Uno and
 * Leonardo, it is attached to digital pin 13. If you're unsure what
 * pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check
 * the documentation at http://www.arduino.cc
 *
 * This example code is in the public domain.
 *
 * modified 8 May 2014
 * by Scott Fitzgerald
 */

// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin 13 as an output.
  pinMode(13, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);           // wait for a second
}
```

The status bar at the bottom right indicates "Arduino/Genuino Uno en COM3".

Imagen 2. 88 IDE Arduino.

Ejemplos de comandos utilizados para este proyecto.

#include: Agrega una biblioteca, sin esta instrucción el IDE no reconocerá los nuevos comandos.

Const: Se declara una constante, en este caso una constante entera, después de este comando se puede agregar un nombre y el valor que se le desea asignar.

pinMode: Este comando servirá para configurar un pin de nuestro Arduino, ya sea como salida o como entrada de una señal.

Serial.begin: Abre el puerto serie y se fija la velocidad en baudios la cual dependerá del dispositivo con el que se desea comunicar, la velocidad más usada es de 9600.

digitalWrite: Se puede mandar una señal baja o alta en un pin previamente configurado como salida.

Delay: Se detiene el proceso del programa durante el tiempo especificado en milisegundos.



2.12.3 Costo

Se pueden encontrar en el mercado placas Arduino no oficiales que tienen un costo muy accesible, aunque algunas veces se necesita un programa extra para que el IDE de Arduino lo reconozca como una placa, también se pueden encontrar placas oficiales, en México no se llegan a encontrar todos los modelos y sus precios son un poco elevados.

La placa se puede realizar propia cuenta, aunque resulta más caro el microcontrolador que una placa genérica, tan solo el microprocesador lo podemos encontrar alrededor de los \$50 o \$60 MN.



Arduino oficial

Tabla 2. 36 Costo Arduino oficial.

MercadoLibre	
Uno	Mega
Precio: \$360 MN	Precio: \$1,162 MN
	

Arduino genérico

Tabla 2. 37 Costo Arduino genérico.

MercadoLibre	
Uno	Nano
Precio: \$149 MN	Precio: \$80 MN
	

Como podemos ver en las (Tablas 2.36 y 2.37) las placas genéricas tienen un costo muy inferior a las placas originales, por lo tanto, se encuentran más placas genéricas que originales a la venta, por medio de páginas como Aliexpress se pueden conseguir placas genéricas mucho más baratas llegando a costar \$30 MN un Arduino nano.

Capítulo 3. Desarrollo Experimental

En este capítulo se explicará el desarrollo del sistema propuesto, iniciando con un diagrama bloques, seguido de los algoritmos que definen su funcionamiento, codificación, y por último se mostrarán los diagramas esquemáticos

3.1 Diagrama a bloques

En la Imagen 3.1 se ilustra mediante un diagrama a bloques todos los elementos que conforman al sistema. En este diagrama se divide de color azul la etapa de alimentación por panel solar del cual se derivan dos diferentes fuentes que alimentan al proyecto que es mostrado de color naranja, la fuente de 5V marcada con el número “1” alimentara a todos los bloques que tengan este número, esto mismo sucede con la segunda fuente marca con el numero “2”.

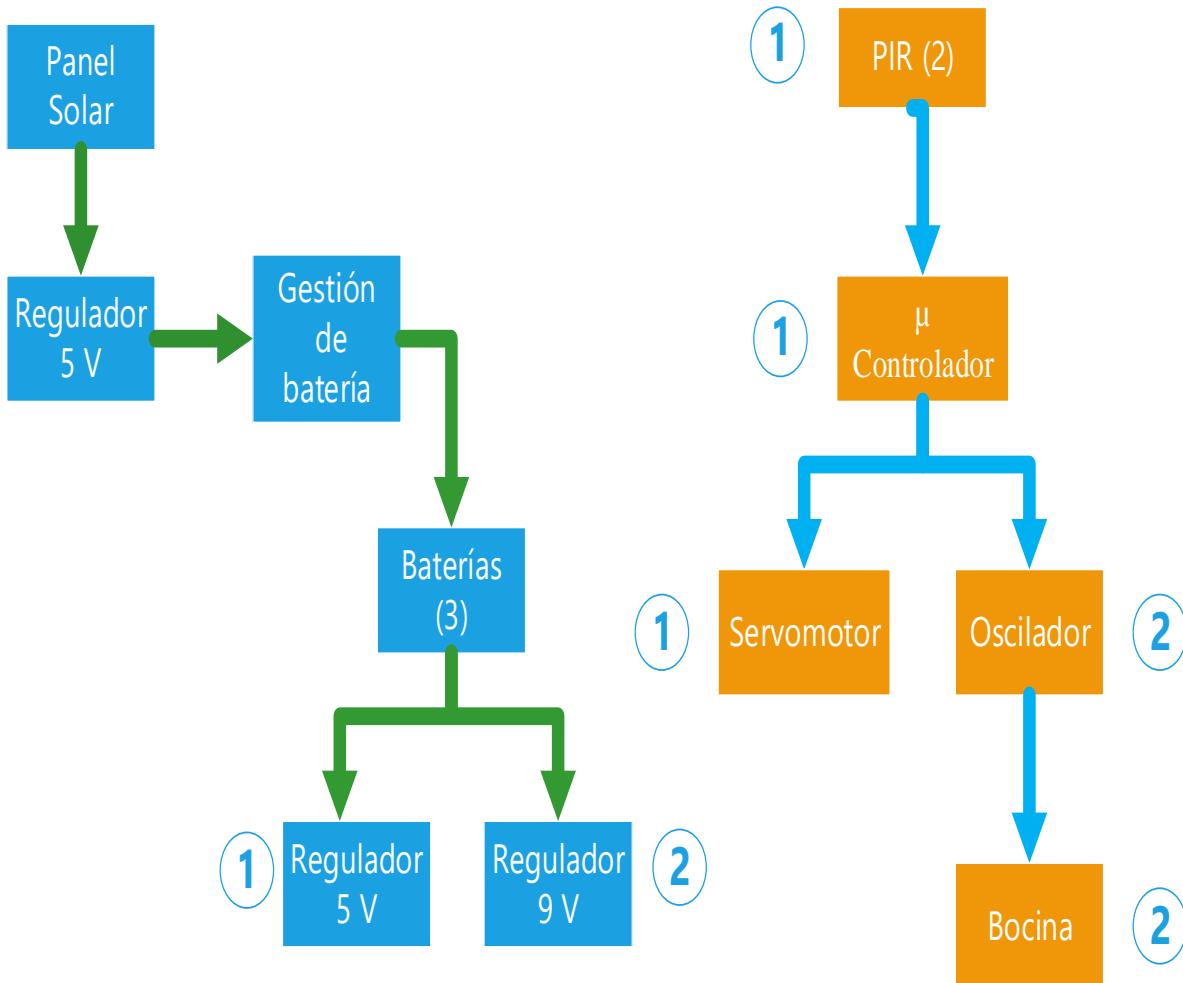


Imagen 3. 1 Diagrama a bloques.

Dónde:

- Panel Solar: Policristalino de 12V - 100mA.
- Regulador LM7805C.
- Gestión de batería: BMS.
- Baterías: 3 Celdas de Ion Litio colocadas en serie modelo UR18650Y.
- Regulador LM7809.
- PIR módulo HC-SR501.
- ATmega328P-PU.
- Servomotor: Sg90.
- Oscilador (25kHz).
- Bocina: Transductor electroacústico con rango superior a los 25kHz.

3.2 Diagrama de flujo

En este apartado se presenta el diagrama de flujo (Imagen 3.2) que fue programado en el microcontrolador.

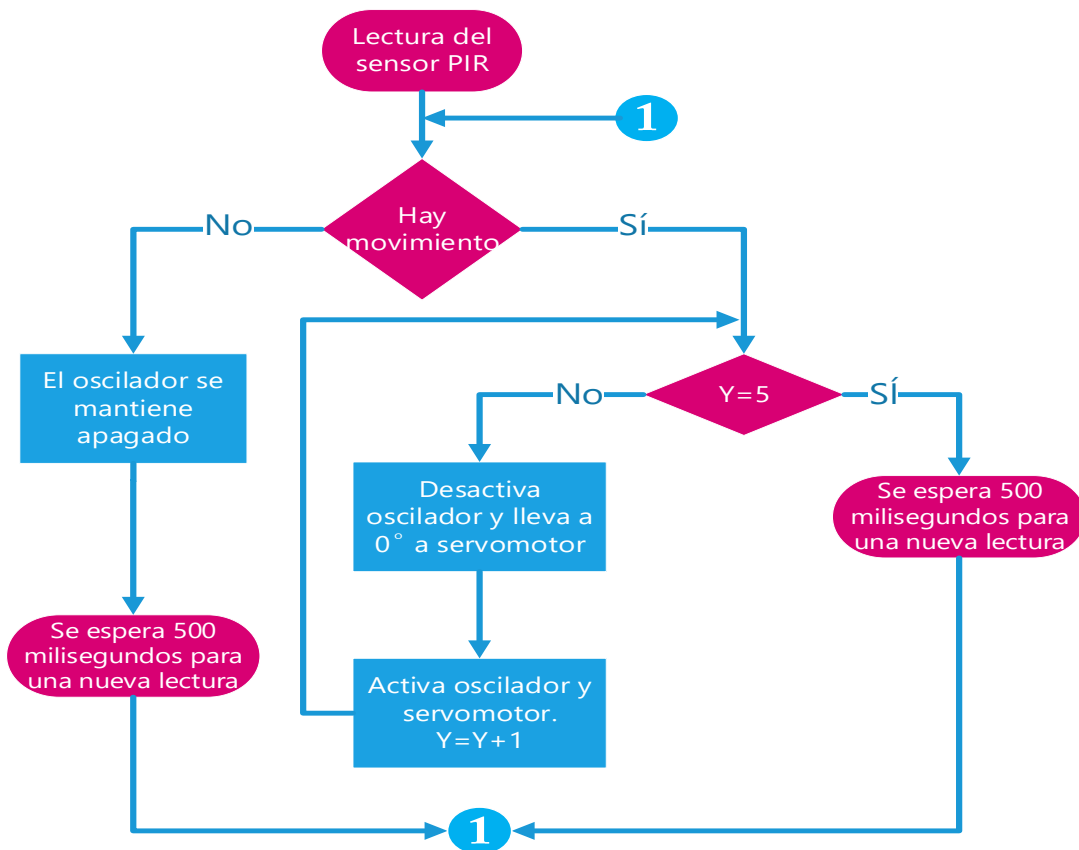


Imagen 3. 2 Diagrama de flujo.

3.3 Código IDE Arduino

El siguiente código se realizó en la versión 1.6.8 del IDE de Arduino y es necesario descargar e instalar la biblioteca de servomotores, el código completo se encuentra en el Anexo A.

Declaraciones

```
#include <Servo.h>
Servo servol;
const int sensor = 2;
const int Oscilador = 7;
int buttonState = 0;
```

Imagen 3. 3 Segmento de código “Declaraciones”.

Descripción

Estos segmentos se colocan las constantes y variables que se utilizaran además de incluir las librerías que se utilizaran, en este caso solo se agregara la librería Servo.

Comentarios del código

`#include <Servo.h>` : Se agrega la biblioteca del servomotor para que el IDE reconozca las instrucciones de esta biblioteca.

`Servo servol`: Es el nombre con el cual identificaremos a nuestro servomotor.

`Const int sensor = 2`: Se declara una constante con el nombre de “sensor” que tendrá un valor de “2”.

`Const int Oscilador = 7`: Se declara una constante con el nombre de “Oscilador” que tendrá un valor de “7”.

`int buttonState = 0`: Se declara una constante con el nombre de “buttonState” que tendrá un valor de “0”.

Configuración

```
void setup()
{
  pinMode(Oscilador, OUTPUT);
  pinMode(sensor, INPUT);
  Serial.begin(9600);
  servol.attach(5);
}
```

Imagen 3. 4 Segmento de código “Configuración”.

Comentarios del código

`pinMode` (Oscilador, `OUTPUT`): Se configura el pin Oscilador “Pin7” como un pin de salida (manda una señal).

`pinMode` (sensor, `INPUT`): Se configura el pin Oscilador “Pin2” como un pin de entrada (espera una señal).

`Serial.begin(9600)`: Se inicia el monitor serial para ver el estado del sensor PIR

`Servo1.attach(5,600,1500)`: Se configura el servomotor indicando que la señal será enviada por el pin 5 de la placa, así como el mínimo y máximo de ancho de pulso “grados en los que trabajará el servomotor”

Proceso cíclico

```
void loop() {
  buttonState = digitalRead(sensor);
  if (buttonState == HIGH)
  {
    for( int y=0; y<5; y++)
    {
      digitalWrite(Oscilador, LOW);
      delay(500);
      for(int x=0; x<180; x++)
      {
        servol.write(x);
        delay(7);
        digitalWrite(Oscilador, HIGH);
      }
    }
  }
  else
  {
    digitalWrite(Oscilador, LOW);
  }

  delay(500);
}
```

Imagen 3. 5 Segmento de código “Ciclo”.

Descripción

Se puede ver el segmento de código principal, este espera una señal alta para realizar una serie de ciclos donde activa al servomotor y al relevador activando el oscilador, este se apagará y prendera cada medio segundo.

Comentarios del código

`buttonState = digitalRead(sensor)`: Se carga el estado del sensor PIR a `buttonState`.

`if (buttonState == HIGH)`: Estructura if donde se compara el estado del sensor pir “hay movimiento”.

`for (int y=0; y<5; y++)`: Estructura for donde se crea una variable llamada “y”, este ciclo for termina cuando el valor de `y<5` y tiene un incremento de 1 al terminar un ciclo.

`digitalWrite(Oscilador, LOW)`: Se manda una señal de 0V que es mandado al relevador y por lo tanto el oscilador se encuentra apagado.

`delay(500)`: Un retraso de 500 milisegundo que mantendrá apagado el oscilador.

`for(int x=0; x<180; x++)`: Estructura for donde se crea una variable llamada “x”, este ciclo for termina cuando el valor de `x<180` y tiene un incremento de 1 al terminar un ciclo.

`servo1.write(x)`: El servomotor se mueve a la posición “x”.

`delay(7)`: Un retraso de 7 milisegundos que determinara el tiempo que debe esperar el oscilador para moverse a la siguiente posición.

`digitalWrite(Oscilador, HIGH)`:Se manda una señal de 5V al relevador que activara al oscilador.

Termina la estructura if.

`else`: Corresponde a la contraparte de la estructura if donde “No hay movimiento”.

`digitalWrite(Oscilador, LOW)`: Se manda una señal de 0V que es mandado al relevador y por lo tanto el oscilador se encuentra apagado.

Termina la estructura else.

`delay(500)`: Un retraso de 500 milisegundos entre cada lectura del sensor PIR.

3.4 Sensor de Movimiento (PIR)

Se conectarán sus tres pines a la placa Arduino siendo la señal el PIN 2, las configuraciones de los potenciómetros se ajustarán de acuerdo a los resultados del capítulo 4.6.

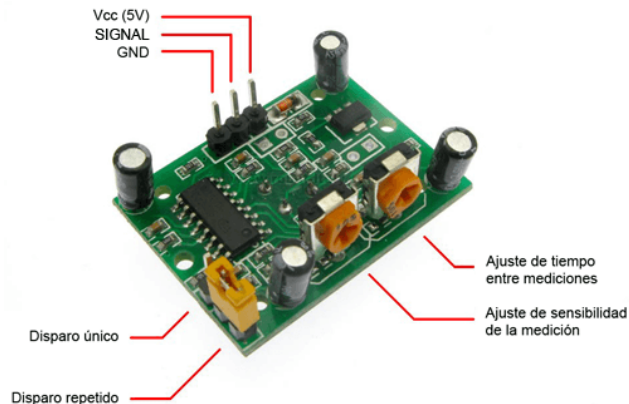


Imagen 3. 6 PIR conexión.

Para este proyecto se usa una configuración de disparo único, ya que el programa sólo requiere esa señal para inicial el ciclo del programa, al recibir una señal de entrada “Alto” el iniciara una secuencia dentro del programa que activara tanto relevador como servomotor.

Se usarán 2 sensores PIR para tener una mejor respuesta porque el sensor pierde sensibilidad si el sujeto a detectar no está frente a él (como se puede ver en el capítulo 4.6), con dos sensores evitaremos este problema ya que reducimos esos puntos “ciegos”. Su conexión de señal será la misma esto evitará cambiar el programa.

3.5 Servomotor

Este modelo de servomotor tiene tres conectores cable rojo V_{CC}, cable café GND y cable naranja control por PWM.



Imagen 3. 7 Conexión de servomotor.

En la Imagen 3.7 se puede ver como funcionara el servomotor en conjunto con el tweeter, el armazón de plástico que conecta a estos dos es un armazón que venden en kits de servomotores con soporte de plástico para cámara, el cual se adaptó para el tweeter.

El servomotor tendrá una función de barrer la zona protegiendo 180°, esto porque una señal con alta frecuencia tiene que ser dirigida de una manera puntual para ser perceptible, cuando el sensor PIR active la secuencia el servomotor dará recorridos de 180°, trasladando al transductor para que este pueda dirigir la señal ultrasónica a diferentes áreas.

Configuración

Primeros parámetros que se deben incluir en el código:

```
#include <Servo.h>
```

```
Servo servo1;
```

Es esencial incluir la biblioteca Servo.h (ejemplo Anexo O), sin esta el programa no podrá ejecutar ninguna orden relacionada con el servomotor, en la siguiente instrucción solo le estamos dando el nombre con el cual llamaremos al servomotor dentro de nuestro programa, podemos agregar más motores y así se podrán distinguir, no puede haber dos motores con el mismo nombre.

Después de añadir la biblioteca y declarando el nombre del servomotor se configura en void setup con la siguiente línea de código.

```
servo.attach(5);
```

Se usa el nombre asignado al motor y colocamos el número de pin que ocuparemos como salida de la señal.

Con esta configuración se puede empezar a trabajar con el servomotor en el Void Loop del IDE de Arduino.

3.6 Oscilador con transductor electroacústico

Para realizar este dispositivo tendremos que realizar las siguientes etapas.

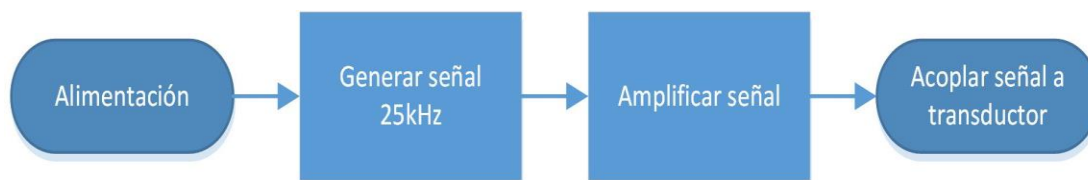


Imagen 3. 8 Diagrama de flujo del circuito oscilador.

Calculos para oscilador Colpitts de 25kHz

Datos

$$R_C = 10k\Omega$$

$$V_{CC} = 9V$$

$$V_E = 1V$$

$$V_{BE} = 0.7V$$

$$h_{fe} \approx 420$$

$$L = 100\mu H$$

$$f_0 = 25000Hz$$

$$f_L = 25Hz$$

Solución

De ecuación 2.1 sustituimos

$$I_C = \frac{9V}{10k\Omega}$$

$$I_C = 0.9mA$$

De ecuación 2.2 podemos deducir que

$$0.9 \approx I_E$$

Sustituimos en ecuación 2.3

$$R_E = \frac{1V}{0.9mA}$$

$$R_E \approx 1.1k\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.4

$$V_B = 1V + 0.7V$$

$$V_B = 1.7V$$

Sustituimos en ecuación 2.5

$$1.7V = \frac{R_{B2}}{R_{B2} + R_{B1}} 9V$$

$$0.1888 = \frac{R_{B2}}{R_{B2} + R_{B1}}$$

Se propone un valor para resistencia R_{B2} de $18k\Omega$

$$0.1888 = \frac{18k\Omega}{18k\Omega + R_{B1}}$$

$R_{B1} \approx 77k\Omega$, el valor comercial próximo es de $82k\Omega$

Una vez que se obtuvieron estos datos se prosigue con los cálculos de los capacitores. Sustituimos en ecuación 2.6

$$r'e = \frac{25mV}{0.9mA}$$

$$r'e = 27.77\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.7

$$r\pi = 27.77\Omega(420 + 1)$$

$$r\pi = 11691.17\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.8

$$X_{CB} = 18k\Omega \parallel 77k\Omega \parallel 11691.17\Omega$$

$$X_{CB} = 6490.25 \Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.9

$$X_{CC} = 10k\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.10

$$X_{CE} = 1k\Omega \parallel 27.77\Omega$$

$$X_{CE} = 27.019\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.11

$$C_B = \frac{1}{2\pi(2.5Hz)6490.25 \Omega}$$

$$C_B = 9.80\mu F \approx 10\mu F$$

Sustituimos de ecuación 2.12

$$C_C = \frac{1}{2\pi(2.5Hz)10k\Omega}$$

$$C_C = 6.36\mu F \approx 6.80\mu F$$

Sustituimos de ecuación 2.13

$$C_E = \frac{1}{2\pi(20Hz)27.019\Omega}$$

$$C_E = 294.5 \mu F \approx 330\mu F$$

Por último, se calcula el circuito resonante

Sustituimos ecuación 2.14

$$25kHz = \frac{1}{2\pi\sqrt{100\mu HC_{EQ}}}$$

$$C_{EQ} = \frac{1}{4\pi^2 25kHz^2 100\mu H}$$

$$C_{EQ} = 405nF$$

Se puede conocer fácilmente el valor de los capacitores, con la condición de que estos sean del mismo valor.

$$C_1, C_2 = 405nF \times 2 = 810nF$$

Esto se puede confirmar sustituyendo en la ecuación 2.15

$$405nF = \frac{810 \times 810}{810 + 810}$$

$$405nF = 405nF$$

Diagrama de oscilador de 25kHz Colpitts

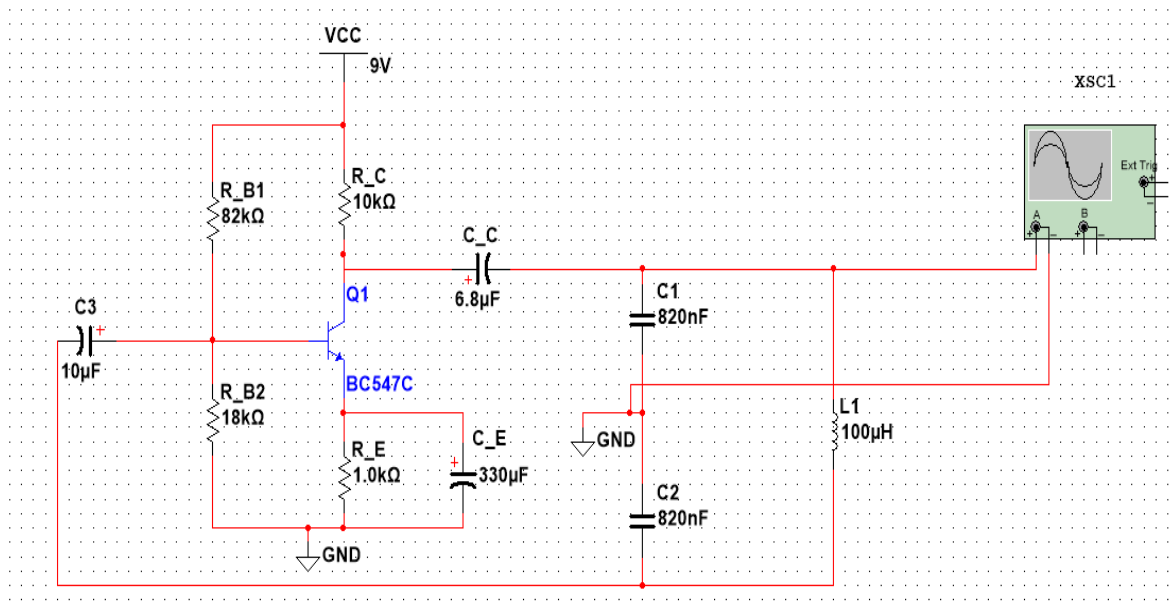


Imagen 4. 1 Esquemático de oscilador Colpitts.

La alimentación que se le suministra al circuito Colpitts proviene de un regulador de voltaje de 9V, se demostró que puede suministrar hasta 30V sin recortar la señal y con una amplificación superior.

La implementación del circuito Colpitts, fue rápida y brindaba una señal AC, a diferencia de un oscilador 555. Además era necesario una fuente de alimentación extra únicamente para el amplificador TDA2030A. El circuito Colpitts tiene una fuente de alimentación de 9V que deja pasar el relevador simple y cuando el sensor PIR “detecta movimiento”.

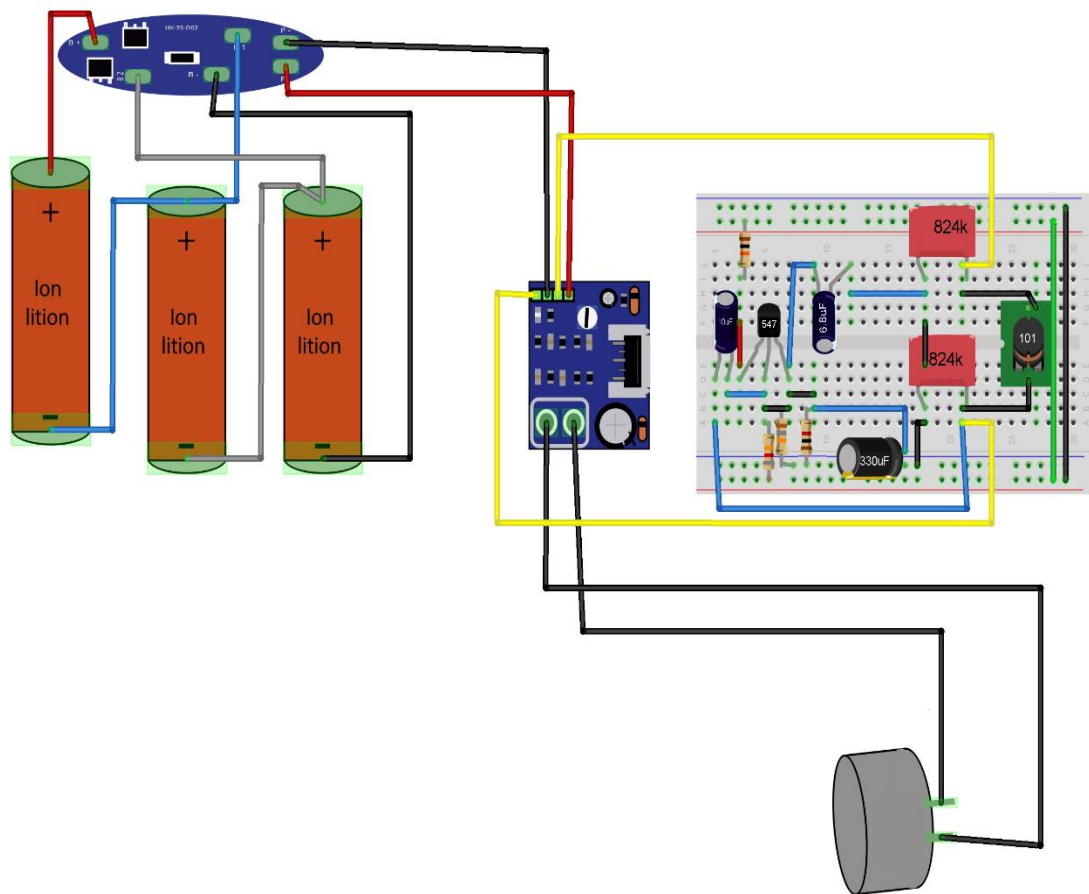


Imagen 3.9 Diagrama de oscilador con transductor electroacústico.

3.7 Panel solar con regulador de 5V

En la Imagen 3.10 se muestra una celda monocristalina de 12V y 100mA. Se soldaron con estaño al panel solar unas terminales, con la intención de facilitar las conexiones, además de hacer más rápidas las uniones con ayuda de un cable banana-caiman. Dado que las celdas

tiene polaridad (+,-) se identifico con el aislante de color rojo al polo positivo y con aislante de color negro a la terminal negativa.

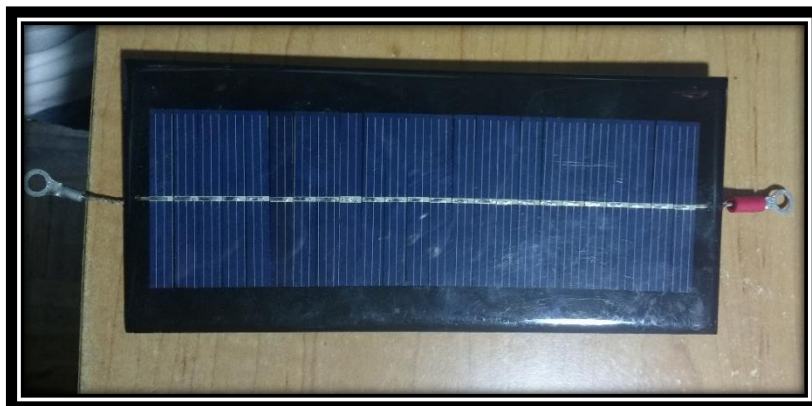


Imagen 3. 10 Conexión de panel solar.

Se recomienda utilizar un panel que suministre al menos un voltaje de 12V, ya que, si el clima llegara a cambiar, el sistema aún puede seguir funcionando, de cualquier forma, es necesario regular el voltaje que se obtiene de este.

Regulador LM7805C

Este regulador servirá para mantener estable el voltaje que genera el panel solar y así suministrarlo sin afectar al módulo de carga. (Imagen 3.11).

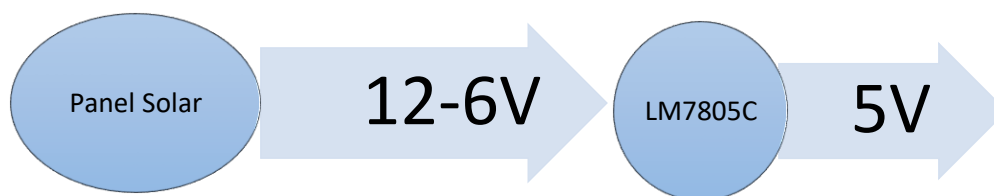


Imagen 3. 11 Flujo de Voltaje del regulador LM7805C.

El fabricante recomienda la configuración mostrada en la Imagen 3.12 para la serie de reguladores 78XX.

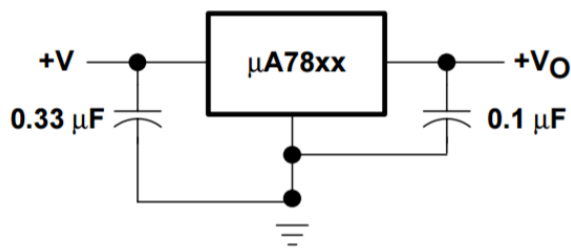


Imagen 3. 12 Configuración para reguladores serie 78xx.

Para el valor del capacitor que se encuentra a la entrada, se debe tener en cuenta el voltaje basándonos en el valor de la fuente que suministrara el voltaje al regulador.

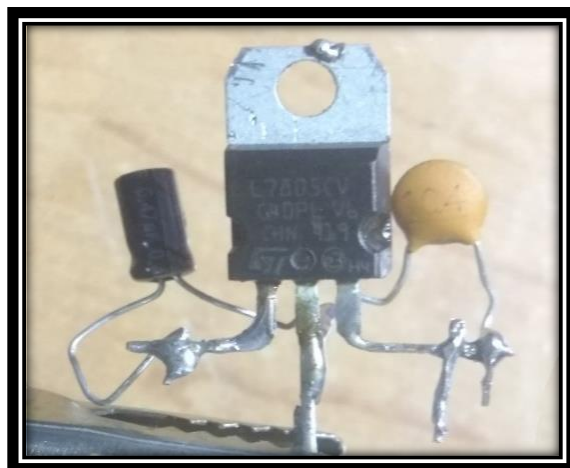


Imagen 3. 13 Regulador LM7805C.

La Imagen 3.13 muestra cómo se configuró el regulador según las indicaciones del fabricante, aunque se cambió el valor del capacitor de entrada a un valor de $0.47 \mu\text{F}$.

Conexion

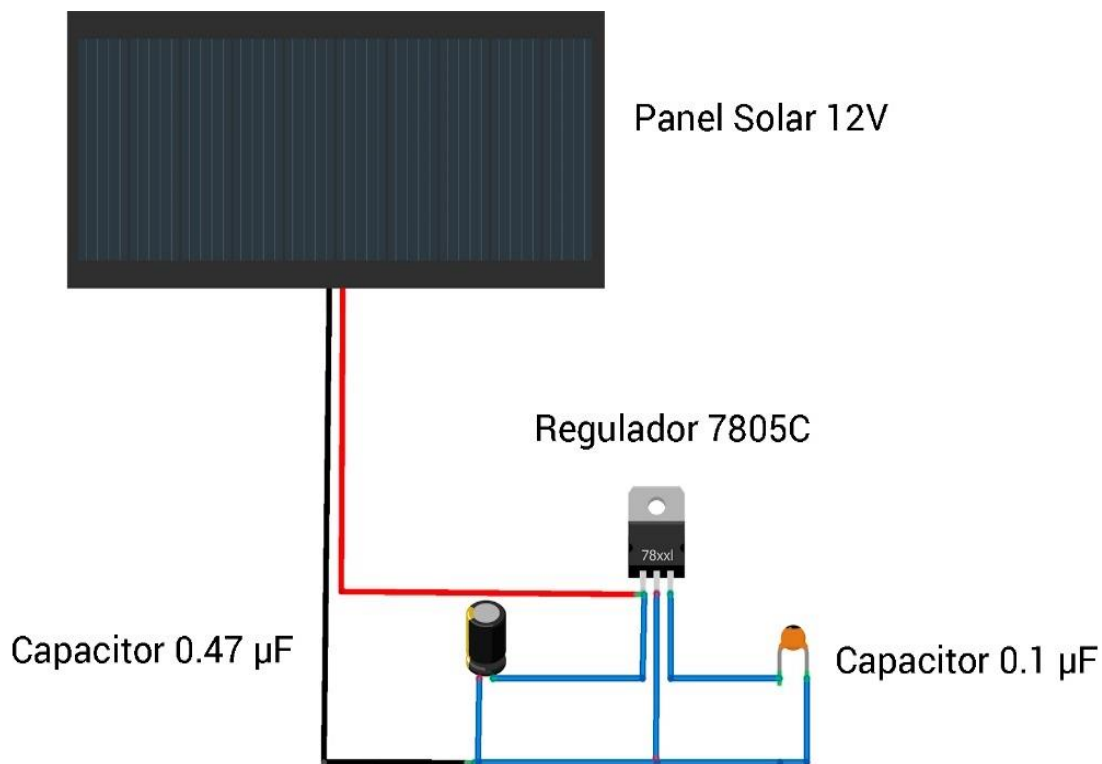


Imagen 3. 14 Conexión panel solar con regulador 5V.

3.8 Gestión de batería

Gestión de batería con un modulo BMS

La Imagen 3.15 muestra un módulo BMS para 3 celdas de Ion Litio conectadas en serie, este será el módulo será utilizado para la gestión de carga.

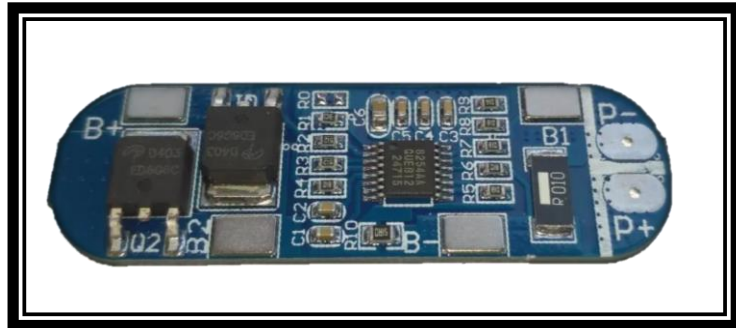


Imagen 3.15 Módulo BMS HX-3S-D02.

Este módulo requiere una entrada de 12.6V, como este sistema será alimentado por un panel solar el cual cambia su voltaje dependiendo de las condiciones de luz se debe regular su salida de voltaje. La opción es utilizar un panel de 12V, regularlo a 5V y estos a su vez elevarlos a 12.6V con un elevador de voltaje DC-DC.

Conexión

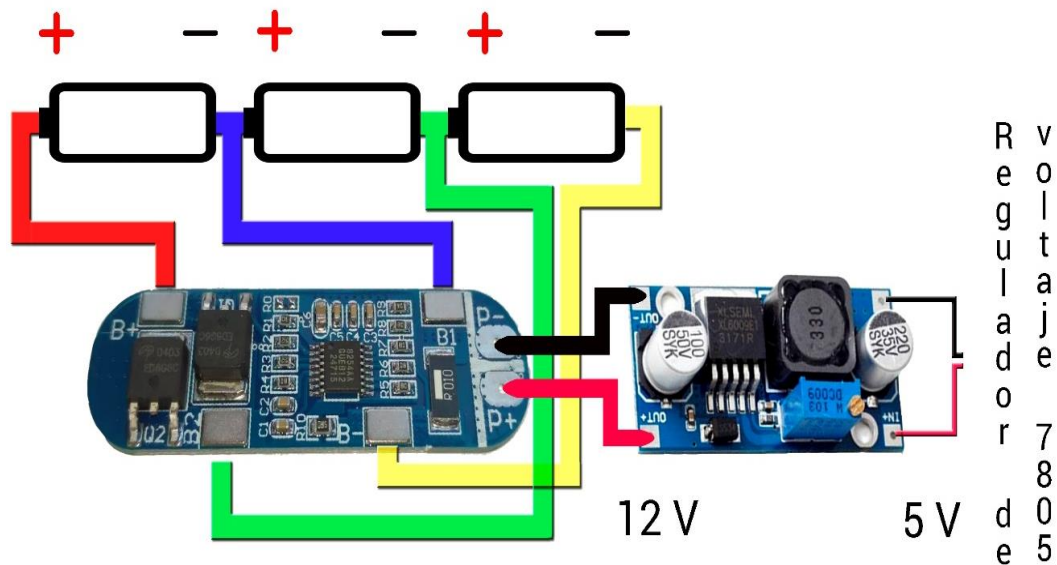


Imagen 3.16 Conexión módulo BMS HX-3S-D02.

La conexión es sencilla, aunque se debe tener cuidado con la polaridad de las celdas y buscar la mejor opción de ordenar estas para disminuir el espacio.

3.9 Baterías Ion Litio 18650 y reguladores de voltaje

Este tipo de baterías se pueden reciclar principalmente de laptops, existen muchos videos relacionados al respecto (Imagen 3.17). En estos videos muestran las causas por las que pudo haber fallado y como se pueden reciclar para otros proyectos, así como detectar las celdas dañadas etc.

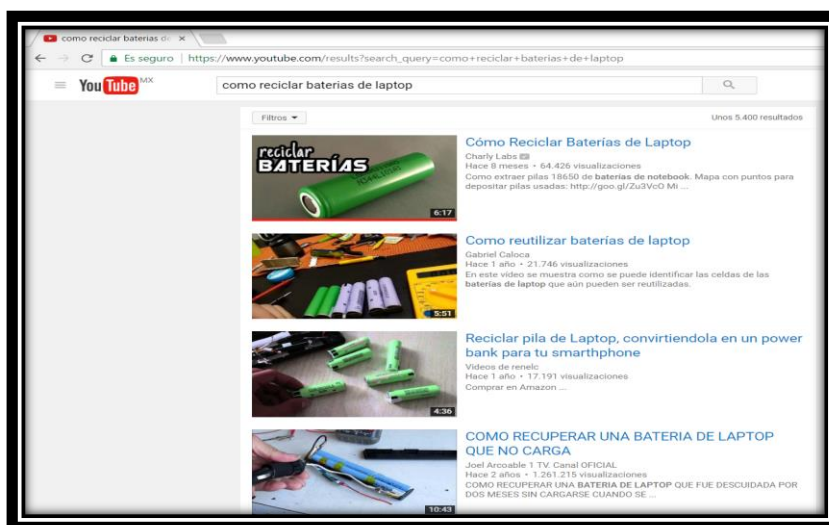


Imagen 3. 17 Resultados relacionados con el reciclaje baterías Ion Litio.

Baterías recuperadas de una laptop

Las baterías de laptop se recuperaron de botes de reciclaje de baterías ubicados en F.E.S. Aragón (Imagen 3.18).



Imagen 3. 18 Botes recolectores de baterías laboratorio L3.

Al abrir la carcasa de una batería de laptop, se encontró un arreglo de celdas de Ion Litio de, está en particular es un arreglo de 3 en serie y 2 en paralelo, como se observa en la Imagen 3.19.

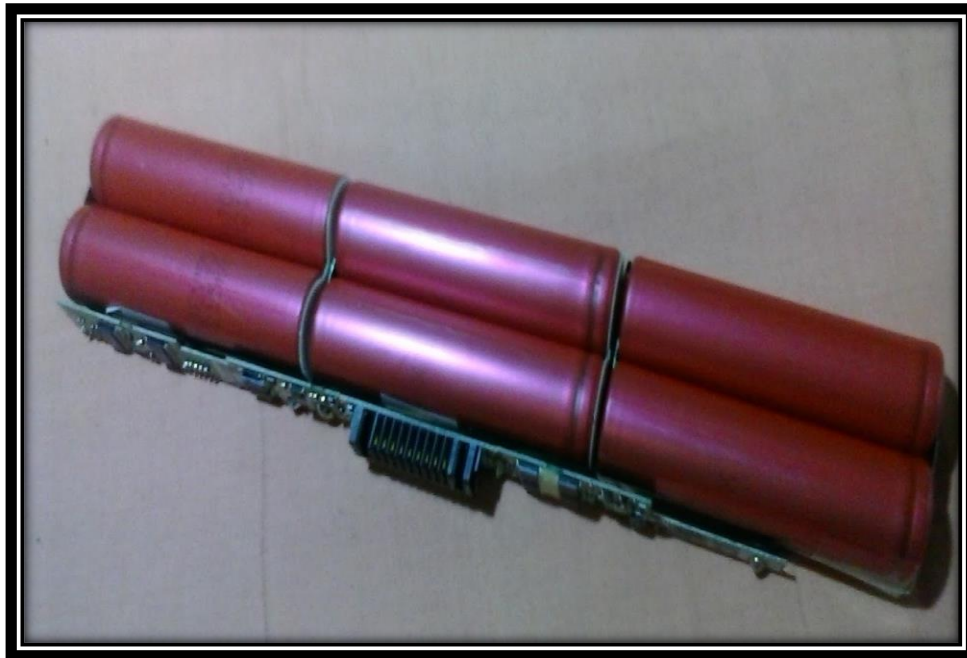


Imagen 3. 19 Banco de baterías de laptop.

Después de retirar la carcasa, se desacopla el módulo de control de las baterías y antes de utilizar las celdas se debe verificar si se encuentran en buen estado físico verificando que no esté dañada la cobertura, revisar el voltaje de cada celda con un multímetro y desechar la celda en un depósito de pilas si la medición es 0V.

Las celdas encontradas en esta batería de laptop son de la marca Sanyo modelo UR18650Y (Imagen 3.20), que tiene una capacidad de 1900mAh según la hoja de datos del fabricante (Anexo B).



Imagen 3. 20 Celda Ion Litio Sanyo.

Para este proyecto se usarán 3 celdas en serie dando un voltaje aproximado de 12V, los suficientes para alimentar a todos nuestros componentes sin necesidad de usar elevadores de voltaje, aunque se requieren reguladores de voltaje para suministrar dos diferentes voltajes.

Conexión

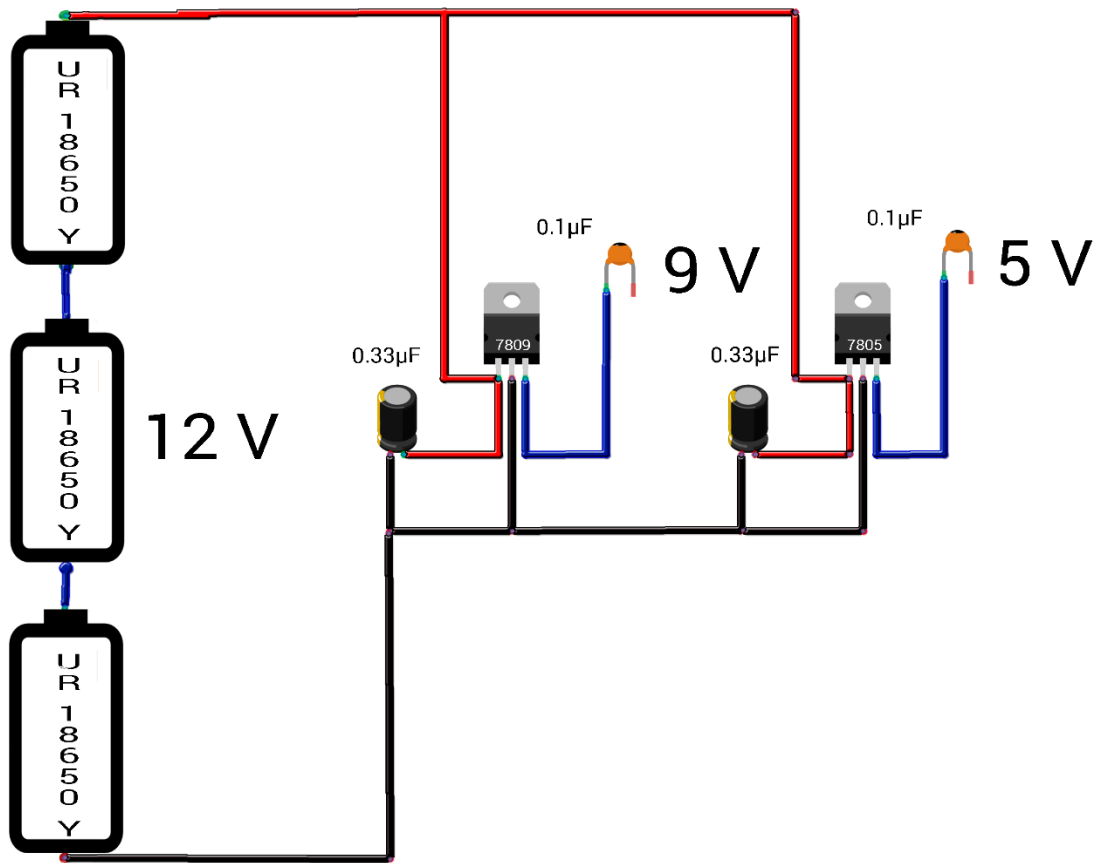


Imagen 3. 21 Conexión baterías con reguladores de voltaje.

Con este arreglo se podrá suministrar tanto 5V y 9V que requerimos como se muestra en el diagrama de bloques, el precio de los reguladores es bajo y se encuentran fácilmente.

3.10 Diagrama etapa de alimentación con BMS

En la Imagen 3.22 se muestra el diagrama completo de alimentación por medio de un panel solar de 12V.

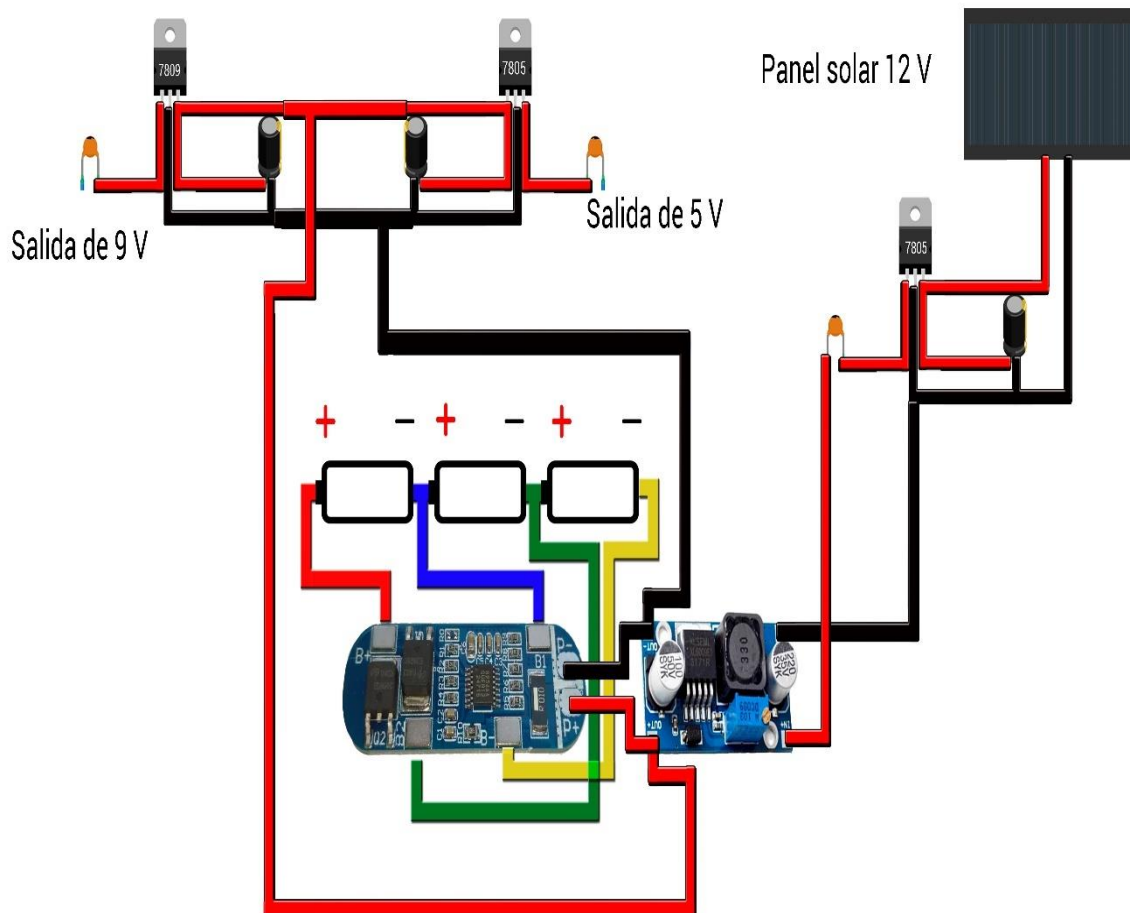


Imagen 3. 22 Diagrama etapa de alimentación.

En el diagrama todos los capacitores electrolíticos tienen un valor de $0.33\mu\text{F}$ y los capacitores cerámicos $0.1\mu\text{F}$, las celdas de Ion Litio son representadas por símbolos de baterías.

El diagrama no representa la escala original de los componentes usados.

3.11 ATmega328P-PU

Este microcontrolador nos servirá para remplazar toda la tarjeta Arduino Uno así se podrá hacer un circuito impreso con todos los componentes del proyecto ahorrando espacio y dinero.

Con solo 10 componentes podemos realizar una placa que pueda trabajar con el IDE de Arduino (Imagen 3.24), el siguiente paso es, grabar el programa “Bootloader”.

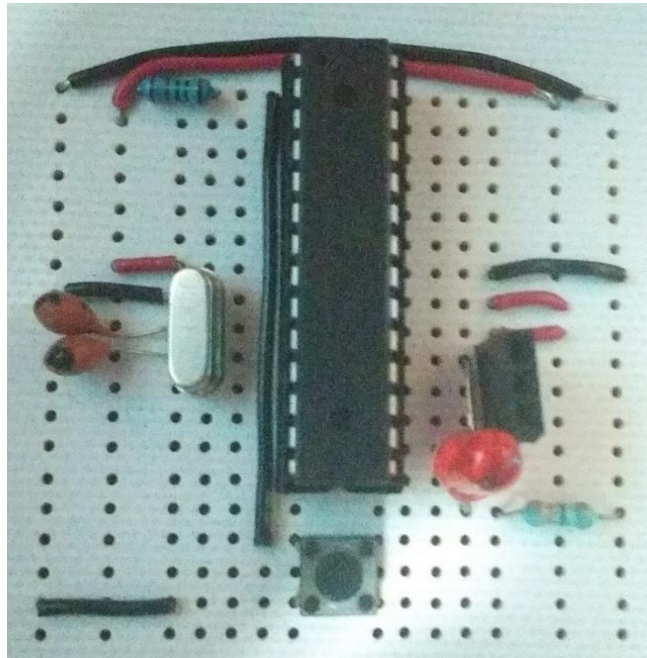


Imagen 3. 24 Circuito físico del ATmega328P-PU.

Se debe cargar en nuestro Arduino Uno el programa del Anexo C. Una vez cargado este programa se desconecta el Arduino Uno y se alambra con nuestra nueva placa (Imagen 3.25) para que el Arduino Uno pueda cargar el programar la secuencia de inicio en nuestro microcontrolador.

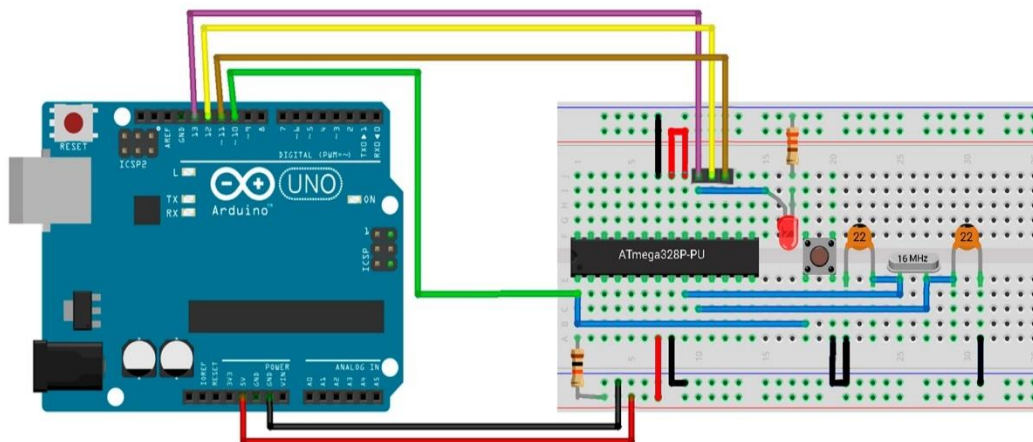


Imagen 3. 25 Conexión de Arduino Uno con Circuito ATmega328P-PU.

Por último, se conecta la placa Arduino Uno a la computadora y en el IDE se selecciona la opción de Herramientas ->Programador “Arduino as ISP”. Para terminar el proceso se selecciona en Herramientas ->Quemar Bootloader (Imagen 3.26).

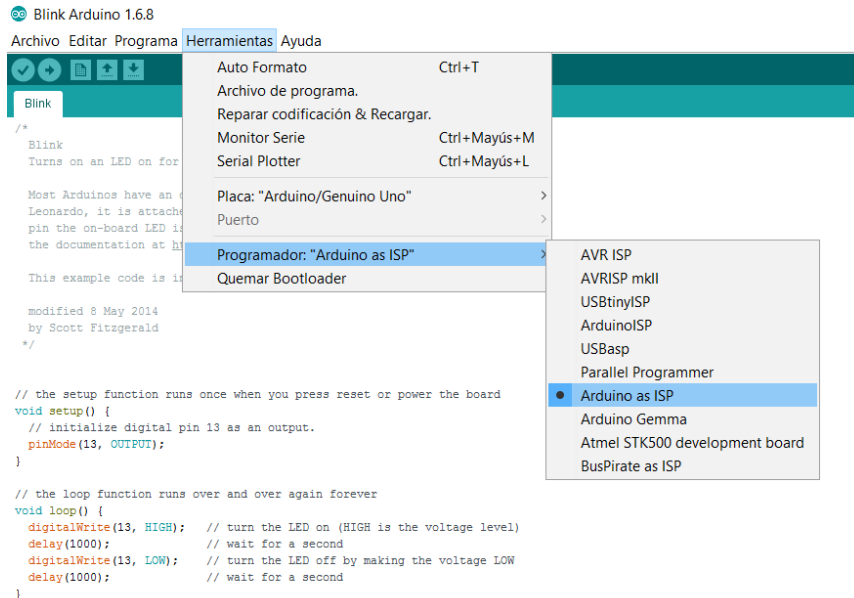


Imagen 3. 26 Menú de herramientas IDE Arduino.

Se confirmó su funcionamiento sustituyendo el microcontrolador de la placa Arduino uno por el ATmega que se compró, a este se le cargo el ejemplo Blink y se regresó al circuito creado.

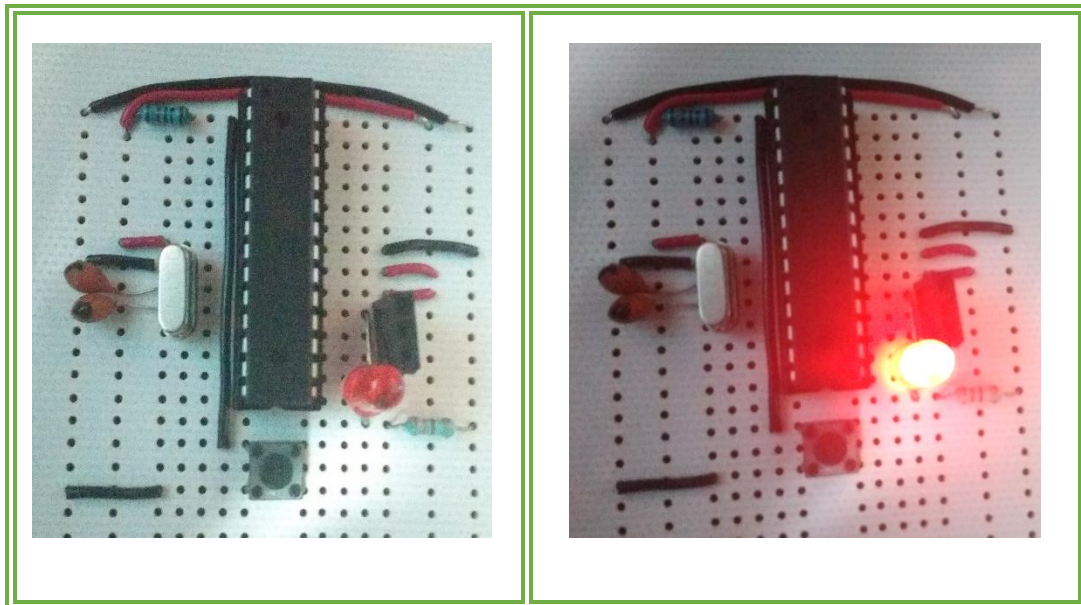


Imagen 3. 27 Circuito con ATmega328P-PU ejecutando programa Blink.

El funcionamiento de este microcontrolador con la secuencia de inicio que se le cargo no presento problemas por error de carga del programa Blink ni en la ejecución del mismo en la placa creada, existen ATmega328P-PU que se venden con el Bootloader instalados esto nos evita un poco de trabajo, aunque resulta difícil conseguirlos y su precio es un poco mayor.

Los pines de salida de este microcontrolador se pueden ver en la (Imagen 3.28)

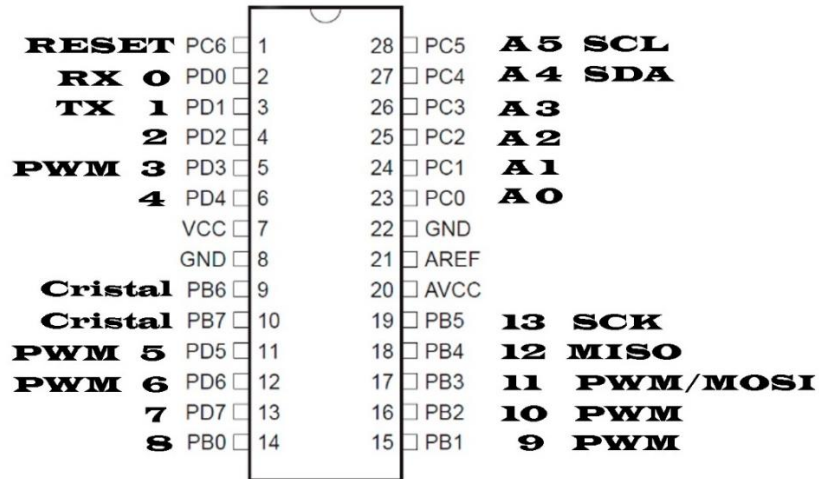
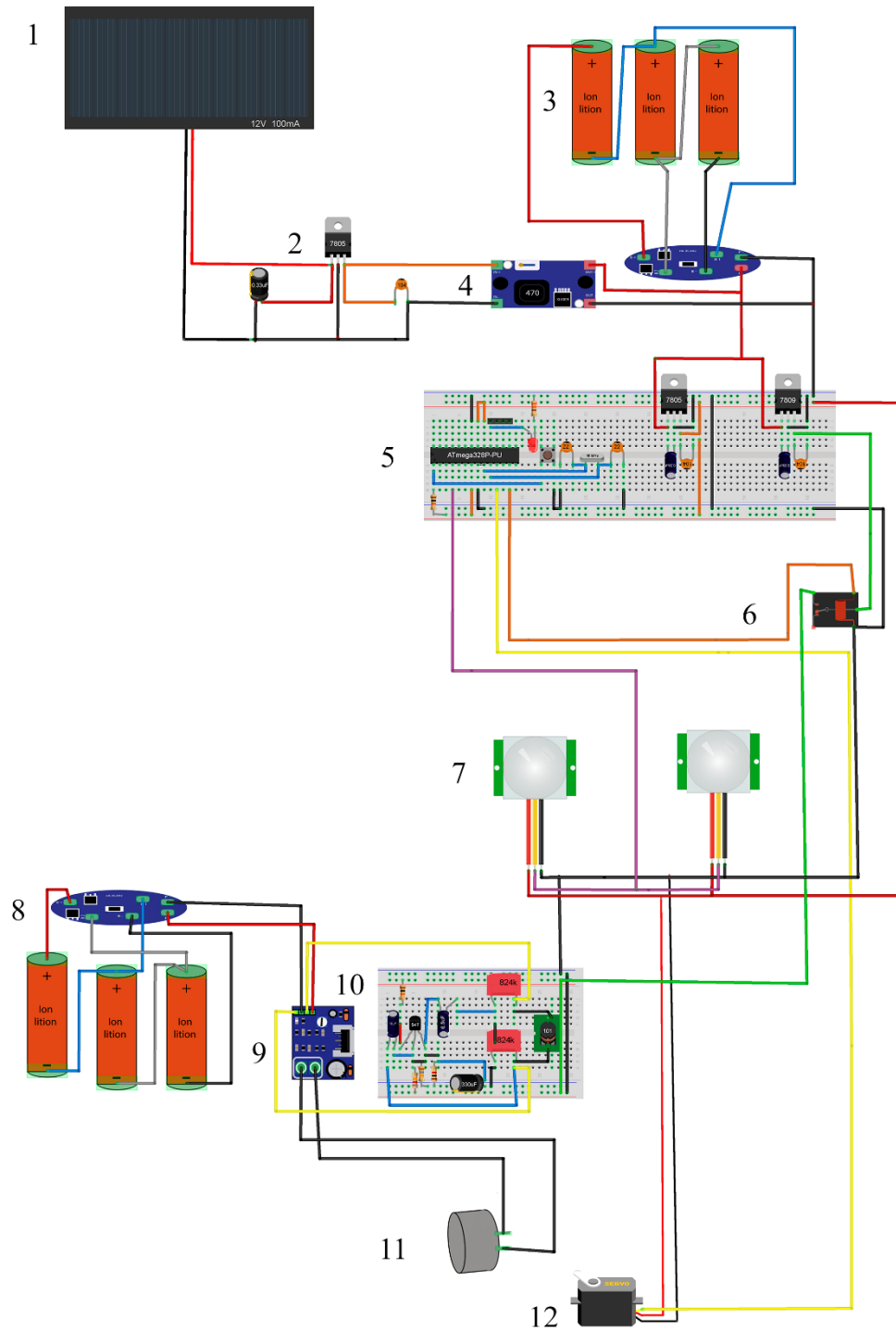


Imagen 3. 28 ATmega328P-PU pines de salida con Bootloader.

3.12 Diagrama del sistema



- | | | |
|--|----------------------------------|--------------------------------|
| 1.- Panel solar 12V. | 5.- Placa con ATmega Bootloader. | 9.- Módulo TDA2030A. |
| 2.- Regulador de voltaje familia 78XX. | 6.- Relevador. | 10.- Oscilador Colpitts 25kHz. |
| 3.- Celdas Ion Lition modelo 18650. | 7.- Módulo HC-SR501. | 11.- Tweeter. |
| 4.- Módulo Boost Converter. | 8.-Módulo BMS. | 12.- Servomotor sg90. |

Imagen 3. 29 Diagrama proyecto.

Capítulo 4. Pruebas y Resultados

4.1 Panel solar

Se analizó el comportamiento de 3 diferentes paneles solares, todos fueron policristalinos, por ser los más fáciles y baratos de encontrar.

Panel Steren kit solar educativo



Imagen 4. 1 Panel solar Steren.

Este panel cuenta con tres celdas individuales cada una puede entregar 1.5V y una corriente de 100mA (Imagen 4.1). Se pueden realizar arreglos en serie y en paralelo para obtener diferentes voltajes o corrientes.

Procedimiento

En este caso se realizó un arreglo serie que debe dar un valor de 4.5V y 100mA. No se conectó ninguna carga, el cielo estaba despejado, el panel se colocó en una superficie, y eran alrededor de las 09:00 horas (Imagen 4.2).

Resultado

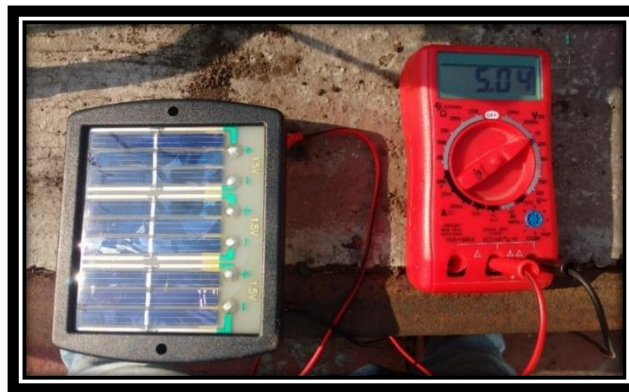


Imagen 4. 2 Medición panel solar Steren.

El panel entregó un voltaje de 5.04V, como se muestra en la Imagen 4.2, el voltaje fue superior al esperado (4.5V) según datos del fabricante. No logró suministrar el voltaje suficiente para el regulador LM7805C, pues necesita un voltaje de entrada mínimo de 7V para el funcionamiento de regulación adecuado; además, es propenso a reducir el voltaje de salida debido a un cambio climático.

Por lo tanto, este panel no será útil para este proyecto.

Panel Solar ZW 80X55



Imagen 4. 3 Panel solar ZW 80X55

Procedimiento

Este panel entrega 6V y una corriente de 100mA (Imagen 4.3). No se conectó ningún tipo de carga, el cielo estaba despejado, el panel se colocó en una superficie y era alrededor de las 9:00 horas (Imagen 4.4).

Resultado

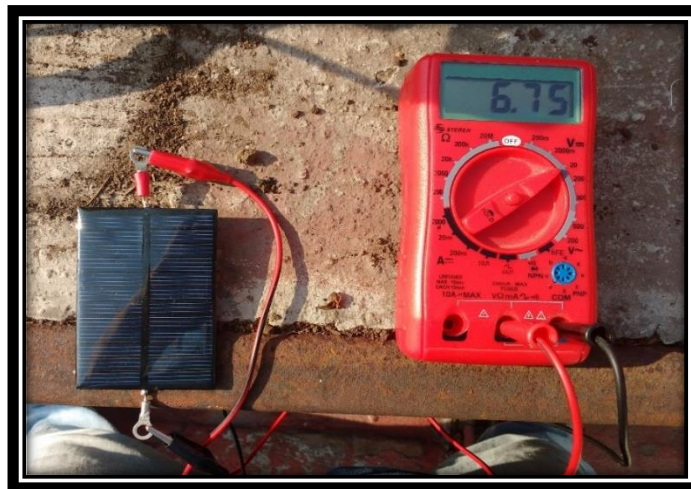


Imagen 4. 4 Medición panel solar ZW 80X55.

De igual forma el panel entrega un voltaje superior (Imagen 4.4). No se logra suministrar el voltaje suficiente para el regulador LM7805C, por lo tanto, este panel no será útil para este proyecto.

Panel Solar 12V

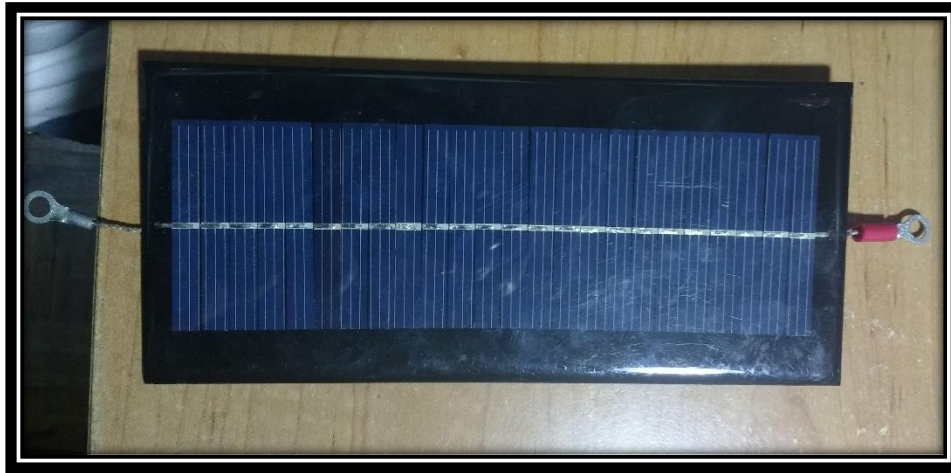


Imagen 4. 5 Panel solar 12V.

Procedimiento

Este panel entrega 12V y una corriente de 100mA (Imagen 4.5). Este panel se ajustó de acuerdo al sol para ver el voltaje máximo que podía entregar, el panel se colocó en una superficie, el clima era despejado y eran alrededor de las 9:00 horas (Imagen 4.6).

Resultado



Imagen 4. 6 Medición panel solar 12V.

En esta prueba se llegó a la conclusión que el panel no debía estar justo frente al sol si no un poco inclinado para obtener su voltaje máximo.

Este es el único panel que puede suministrar el voltaje mínimo para el óptimo funcionamiento del regulador LM7805C. Existen actualmente mejores alternativas de paneles solares que brindan hasta el triple de Watts lo cual nos brindaría una carga más rápida por la corriente suministrada, aunque el costo casi se triplicaría.

El panel suministra alrededor de 13V con un tiempo despejado se puede trabajar sin ningún problema con el regulador LM7805C y es el candidato para ser usado en este proyecto, si la energía entregada por el panel fuera insuficiente para mantener el sistema con carga se deberá cambiar por otro de mayor potencia, la potencia de este panel es baja comparado con el promedio de las celdas que se encuentran al día de hoy en el mercado.

4.2 Panel solar con regulador LM7805C

Procedimiento

Se realizó una conexión de un panel solar con el integrado LM7805C, el cual regulara el voltaje obtenido de la celda para evitar variaciones de voltaje, se usó el panel ZW 80X55, el clima era despejado, el panel se colocó en una superficie y eran aproximadamente las 11:00 horas.

Resultados de voltaje del panel ZW 80X55 con regulador LM7805C.

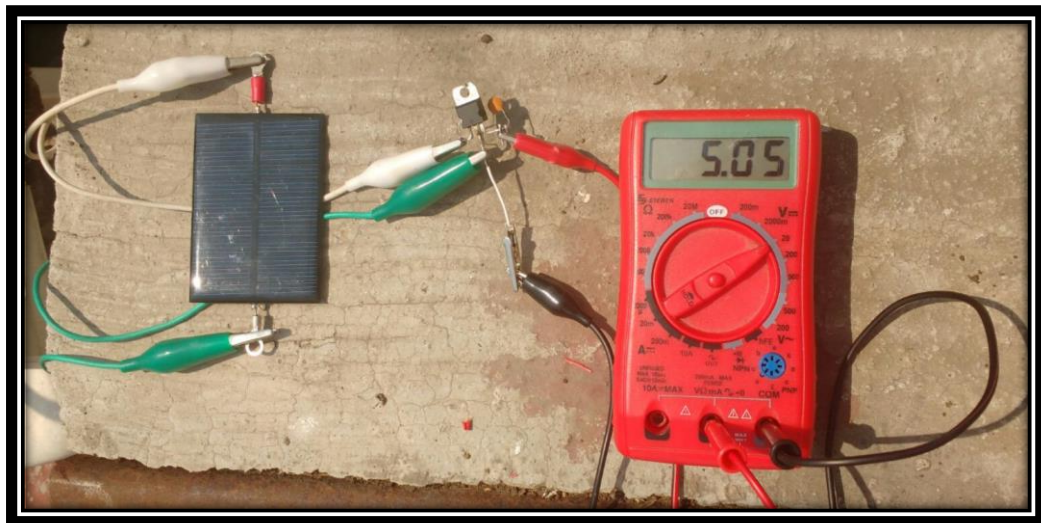


Imagen 4. 7 Panel solar ZW 80X55 con regulador de voltaje.

El panel ZW 80X55 resulto útil para que el regulador LM7805C operara de manera correcta (Imagen 4.7), sin embargo, al cambiar un poco las condiciones climáticas podría dejar de funcionar evitando el funcionamiento óptimo de todo el sistema de potencia.

Procedimiento

Al igual que la prueba anterior se conectó el integrado LM7805C al panel solar de 12V, el clima era despejado, el panel se colocó en una superficie y eran aproximadamente las 11:00 horas.

Resultados de voltaje del panel solar 12V con regulador LM7805C.

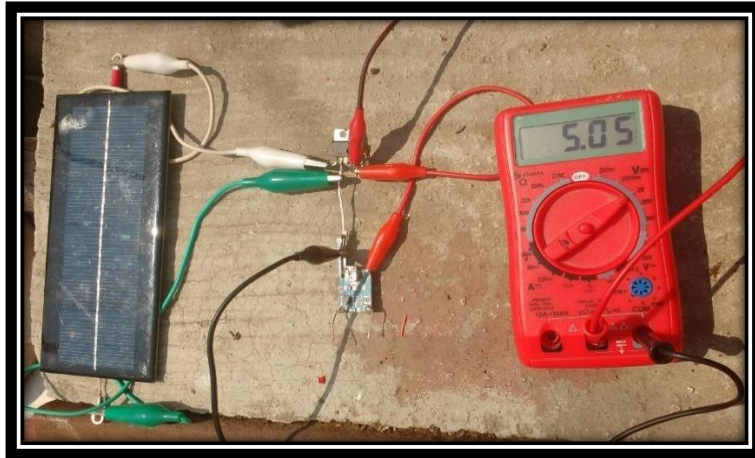


Imagen 4. 8 Panel solar 12V con regulador de voltaje.

Este panel solar de 12V no tuvo ningún problema para suministrar el suficiente voltaje para el regulador LM7805C (Imagen 4.8), la ventaja con respecto al panel ZW 8X55 es su voltaje superior que puede entregar esto garantiza que a pesar de que existan algunos cambios climáticos su voltaje no disminuya y por lo tanto que el sistema de potencia no deje de funcionar como se puede observar en la (Imagen 4.9).



Imagen 4. 9 2 Panel solar 12V clima nublado.

El voltaje disminuye aproximadamente a los 5.6V con un clima nublado el circuito sigue funcionando, aunque no de manera óptima, sin embargo, una celda más pequeña no lograría proporcionar esta cantidad de voltaje bajo estas condiciones.

4.3 Baterías Ion Litio 18650

Procedimiento

Se usó un multímetro para medir el voltaje de cada celda de Ion Litio para desechar las baterías con un voltaje de 0V.

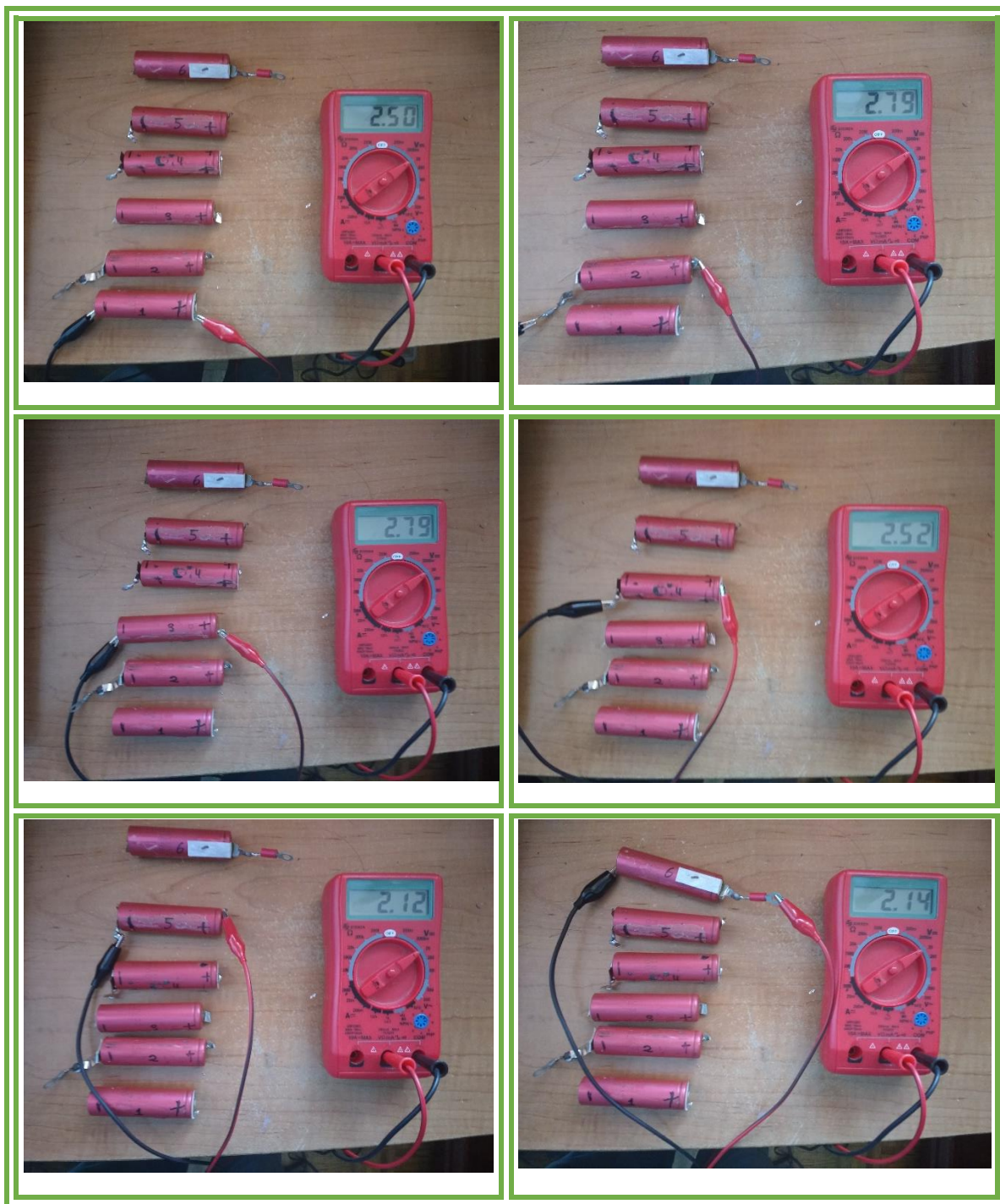


Imagen 4. 30 Medición celdas Ion Litio.

Resultados

Todas las celdas mostraron un rango de superior a los 2V (Imagen 4.11), esta pila de laptop quizá solo dejo de funcionar por tener determinados ciclos de carga o por que las baterías ya no tenían la misma capacidad de almacenamiento.

4.3.1 Prueba de carga con módulo BMS

Procedimiento

Se realizará una conexión mediante un cargador de celular de 5V 500mA y no con un panel solar ya que tardaría mucho tiempo y sólo se desea comprobar su funcionamiento para ser comparado posteriormente.

La Imagen 4.12 muestra un módulo BMS para 3 celdas de Ion Litio conectadas en serie, el módulo está siendo alimentado con un elevador boost que eleva los 5V del cargador a 12V. Se realizará la prueba para determinar las ventajas y desventajas que existen comparado con el módulo TP4056.

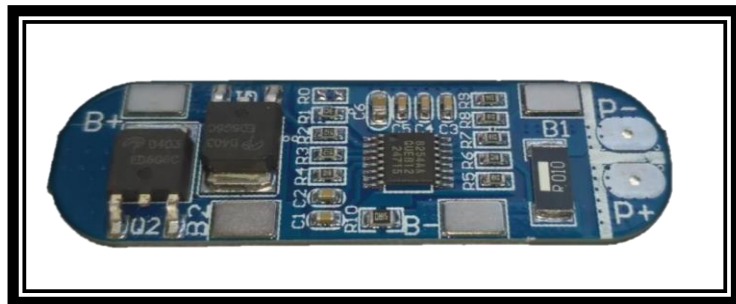


Imagen 4. 41 Módulo BMS HX-3S-D02

Conexión

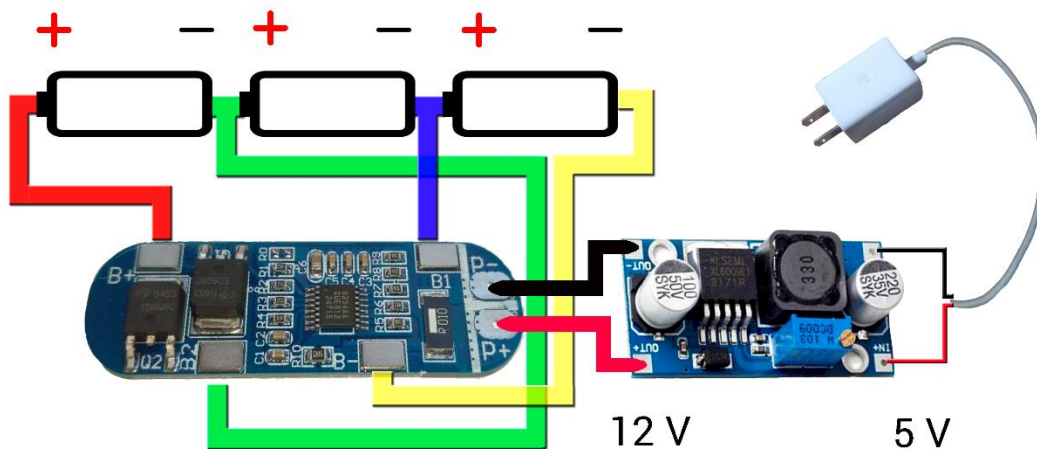


Imagen 4. 52 Conexión módulo BMS HX-3S-D02.

Para la conexión de prueba primero se conectó el elevador de voltaje y se ajustó a 12V como se muestra en la Imagen 4.13.



Imagen 4. 63 Elevador de voltaje DC- DC.

La conexión física se puede ver en la Imagen 4.14, se colocó de tal manera para facilitar la medición de voltajes en cada celda, no se recomienda realizar una conexión similar si se desea implementar porque ocuparía mucho espacio.

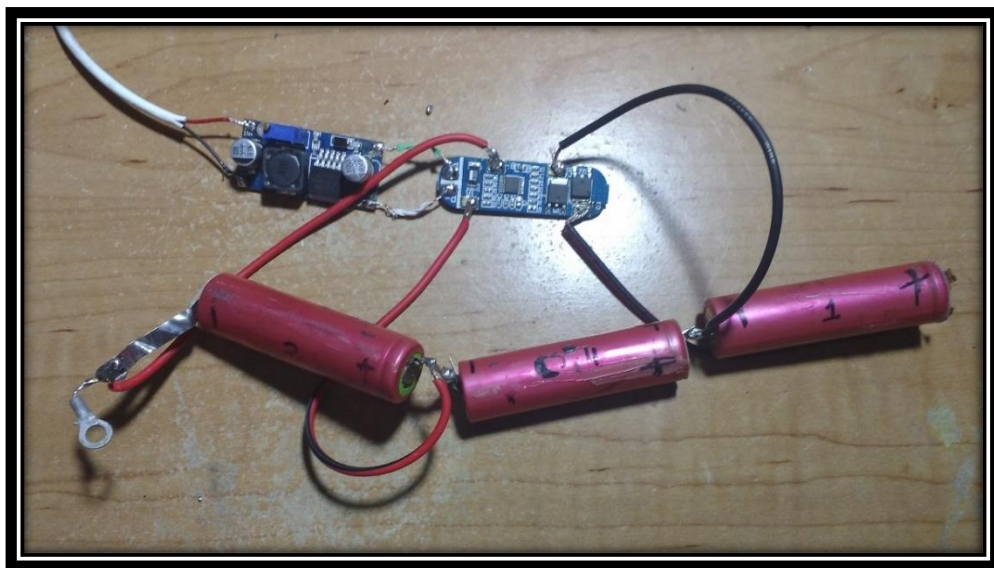


Imagen 4. 74 Conexión física del módulo BMS HX-3S-D02.

Resultados

Como se puede ver en la Imagen 4.15 se utilizaron las celdas 1, 2 y 4 para ser recargadas a través de este módulo, la primera medición que se realizó fue el sistema sin conectar el cargador de celular, teniendo un voltaje inicial de 8.50V.



Imagen 4. 85 Voltaje inicial de celdas Ion Litio.

Se tomaron mediciones del voltaje aproximadamente cada 30 min como se muestra en la Tabla 4.1 (Tabla con imágenes Anexo D).

Tabla 4. 1 Voltaje de carga con módulo BMS.

Medición	Voltaje	Hora	Minutos transcurridos
1	9.63	12:00	0
2	10.69	12:30	30
3	11.02	1:00	60
4	11.13	1:30	90
5	11.33	2:00	120
6	11.58	2:40	160
7	11.70	3:00	180
8	11.82	3:30	210
9	11.93	4:00	240
10	12.00	4:30	270
11	12.03	5:10	310
12	12.02	5:30	330
13	12.02	6:00	360
14	12.03	6:30	390
15	12.03	7:00	420
16	12.03	8:00	480
17	12.03	9:00	540
18	12.02	10:00	600
19	12.02	11:00	660
20	12.02	1:00	780

De esta Tabla se puede ver que a partir de la medición numero 12 esta tiene muy ligeras variaciones, al ver el comportamiento constante se revisó el voltaje de cada pila para saber si estas estaban ya cargadas esperando un voltaje aproximado de 4.00Volts las mediciones se muestran en la Tabla 4.2 (Tabla con imágenes Anexo E).

Tabla 4. 2 Voltaje en celdas BMS.

Medición	Hora	Voltaje		
		Celda 2	Celda 4	Celda 1
1	11:50	2.79	2.52	2.50
2	6:00	4.04	4.06	3.92
3	6:30	4.04	4.05	3.93
4	8:00	4.03	4.06	3.94
5	9:00	4.03	4.06	3.94
6	11:00	4.03	4.05	3.94
7	1:00	4.03	4.04	3.95

La anterior Tabla nos muestra que la Celda 1 no logro alcanzar los 4V esperados a pesar de que se dejó más de 7 horas cargando, esperando ver un cambio puesto que el módulo menciona una carga balanceada. Se debe tener en cuenta que las celdas 2 y 4 no sufrieron daño por estar conectadas al módulo todo ese tiempo, debido al sistema de protección.

En esta prueba se puede concluir que la carga si es balanceada auques tiene un margen de error, la celda 1 no logro igualar el voltaje de celda 2 y 4.

El módulo BMS protegió a las celdas (4 y 2) de una sobrecarga, ya que estuvo en funcionamiento más de 7 horas (Imagen 4.16). Se dejó en funcionamiento tanto tiempo debido a que una de las celdas no alcanzó el valor de carga.

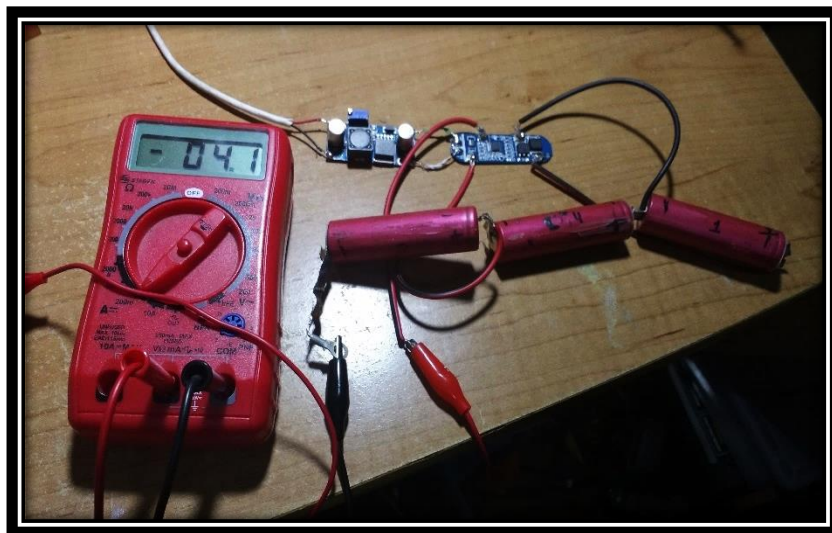


Imagen 4. 96 Corriente suministrada a las celdas.

4.3.2 Prueba de carga con módulo TP4056

Procedimiento

La prueba se realizó con una sola celda que se conectó al módulo TP4056 con protección y se energizó mediante una power bank con una salida de 5V y 1A; además, como se explicó anteriormente, no se usará un panel solar porque solo se necesitó comprobar el funcionamiento del módulo. La Imagen 4.18 muestra un módulo TP4056 con protección el cual tiene la salida independiente de la pila, este módulo es capaz de cargar más de una celda de Ion Litio en paralelo, pero no en serie.

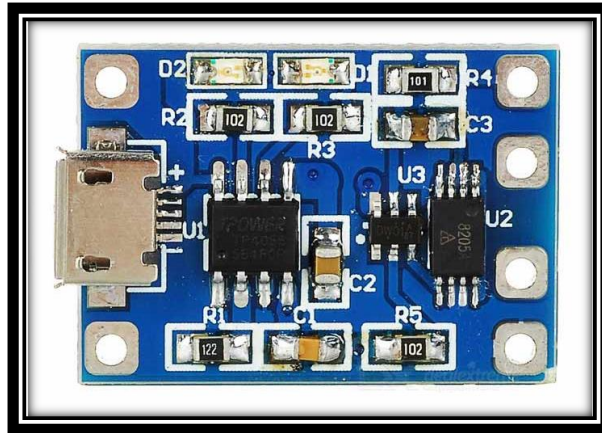


Imagen 4.17 Módulo TP4056 con protección.

Conexión

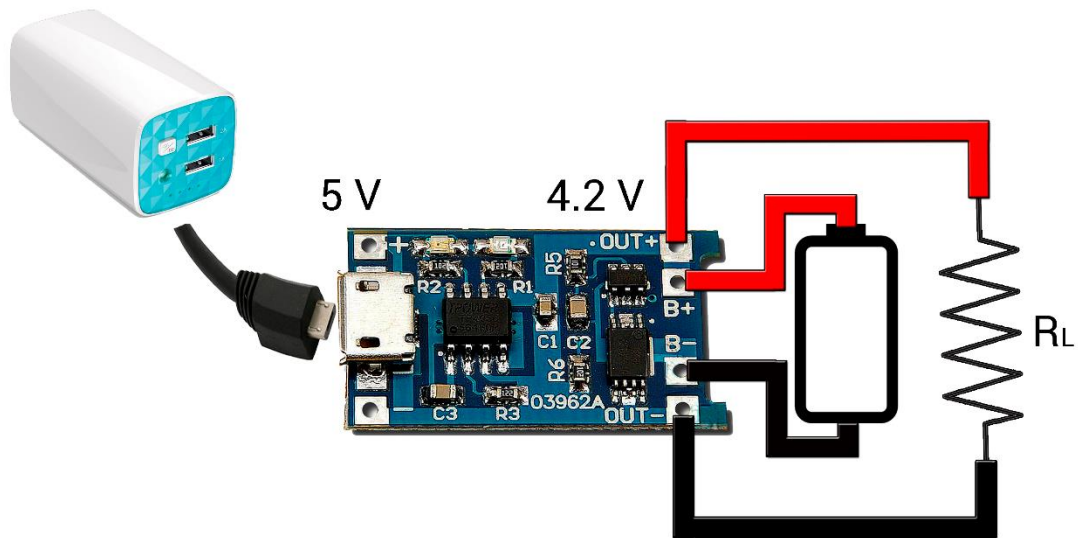


Imagen 4.108 Conexión módulo TP4056 con protección.

Como se puede ver en la Imagen 4.18 la conexión es sumamente sencilla y al ser muy pequeño, el módulo no es estorbo ni ocupa mucho espacio comparado con el módulo BMS.

La conexión física se muestra en la Imagen 4.19 se debe aclarar que la resistencia colocada representa R_L y al momento de realizar la carga de la pila se debe desconectar.

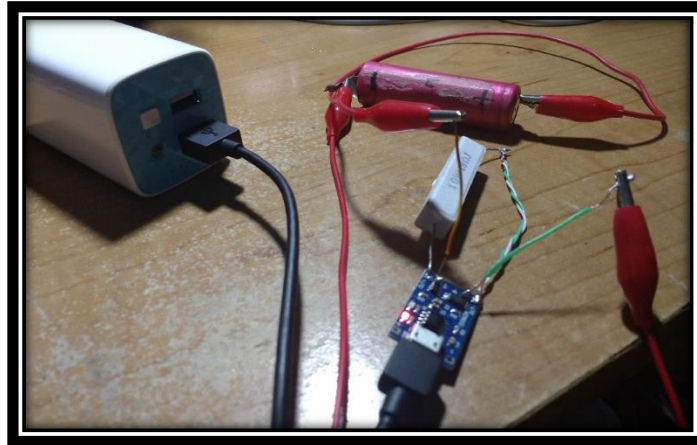


Imagen 4. 19 Conexión módulo TP4056 con protección.

Resultado

Las mediciones se muestran en la Tabla 4.3 (Tabla con imágenes Anexo F) donde se tomó lectura aproximadamente cada 30 min.

Tabla 4. 3 Voltaje de carga con módulo TP4056 con protección.

Medición	Voltaje	Hora	Minutos transcurridos
1	3.29	1:00	0
2	3.89	1:30	30
3	3.99	2:00	60
4	4.03	2:30	90
5	4.06	3:00	120
6	4.06	3:30	150
7	4.07	5:00	240
8	4.08	6:00	300
9	4.11	7:00	360
10	4.10	8:30	450
11	4.14	9:30	510
12	4.14	10:30	570
13	4.16	11:30	630
14	4.15	12:30	690

En la medición numero 10 al conectar el multímetro, el módulo mostro que la carga estaba completa (Imagen 4.20) “primer indicio de carga completa”, se retiró la pila y se volvió a conectar el módulo comenzó a cargar la pila hasta un voltaje de 4.15V.

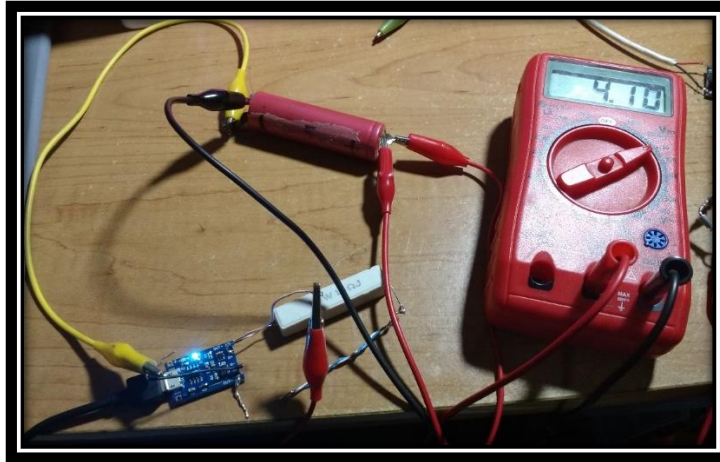


Imagen 4. 110 Medición 10 con indicador de carga completa.

Este módulo resulta fácil de utilizar, después de que el circuito enciende un LED la carga está completa y evita que la fuente suministre corriente, por lo que podemos decir que este módulo es seguro ya que no dañara la celda si se deja conectada.

Resultados de las pruebas de gestión de carga.

Al realizar las pruebas con el módulo BMS me resultaba difícil hacer las mediciones, el sistema funciona bien, aunque este módulo en México tiene un costo elevado y es difícil de conseguir, en cambio el módulo TP4056 con protección es muy barato y se puede encontrar muy fácil tanto en internet como en tiendas físicas, su protección funciona de manera correcta para evitar sobrecargar las pilas de Ion Litio. En este caso el módulo TP4056 es la mejor alternativa si solo se desea cargar una celda.

4.3.4 Prueba de descarga módulo TP4056 con protección

Procedimiento

Se utilizará la celda de Ion Litio como fuente de alimentación, gestionada por el módulo TP4056 con protección, se pretende conocer el tiempo de descarga que brindará suponiendo una corriente de 200mA, el cual es el consumo de un dispositivo comercial para ahuyentar perros mediante ultrasonido.

Ecuaciones

$$V = R I \quad \text{Ecu. 4.1}$$

$$P = V I \quad \text{Ecu. 4.2}$$

Datos

$$V = 4.15V$$

$$I = 200mA$$

$$R = \text{¿?}$$

$$W = \text{¿?}$$

Solución

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

$$R = \frac{4.15}{.200}$$

$$R = 20.75 \Omega$$

$$W = 4.15 \times .200$$

$$W = 0.83$$

Debido a que 20.75 no es un valor comercial se puede sustituir por resistencias de 18 Ω o 22 Ω , el voltaje de la celda caerá con el tiempo por la descarga y se determinó que la resistencia de 18 Ω resultaría mejor opción para mantener una corriente superior a los 200mA.

Conexión física

Para esta prueba el circuito no se debe de tener ninguna fuente conectada que alimente el módulo y por lo tanto cargue la celda, ya que buscamos descargar al máximo la celda para comprobar el funcionamiento de la protección de este módulo.

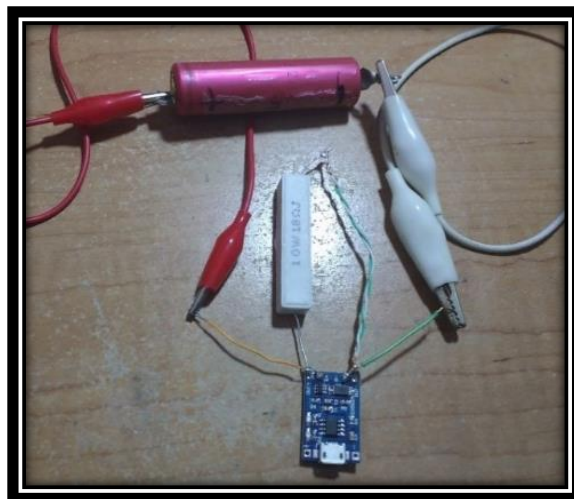


Imagen 4. 21 Conexión física para prueba de descarga.

Resultado

Las mediciones se hicieron cada hora aproximadamente como se muestran en la Tabla 4.4 (Tabla con imágenes Anexo G).

Tabla 4. 4 Voltaje de descarga con módulo TP4056 con protección.

Medición	Voltaje	Hora	Minutos transcurridos
1	4.01	11:00	0
2	3.76	1:00	120
3	3.71	2:00	180
4	3.60	3:00	240
5	3.00	4:00	300
6	2.85	5:00	360

La última medición que se realizó, el circuito ya no suministraba corriente como se puede ver en la Imagen 4.2, además que la resistencia se encontraba totalmente fría.

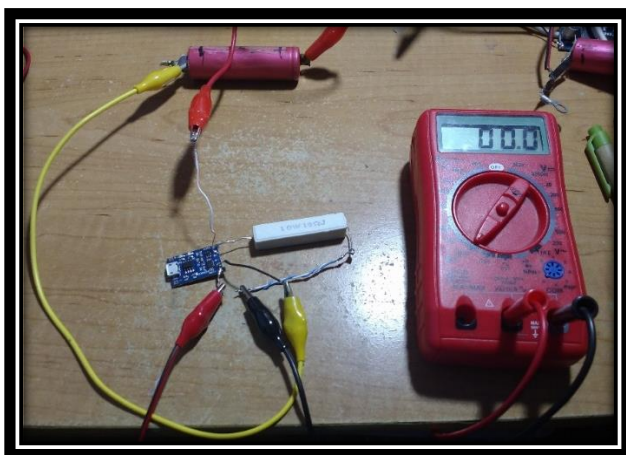


Imagen 4. 22 Corriente suministrada a celda con 2.85V.

En una prueba anterior, se cometió un error al conectar con el mismo caimán las terminales “BAT –” y “OUT –” esto provocó una descarga mayor de la celda quedando por debajo de los 2V, se debe tener cuidado en la conexión para que el sistema de protección pueda funcionar correctamente.

4.3.5 Prueba de descarga módulo BMS

Procedimiento

Se utilizarán las celdas de Ion Litio como fuente de alimentación, gestionadas por el módulo BMS, se pretende conocer el tiempo de descarga que brindará suponiendo una corriente de 200mA, el cual es el consumo de un dispositivo comercial para ahuyentar perros mediante ultrasonido

Ecuaciones

$$V = R I$$

Ecu. 4.1

$$P = V I$$

Ecu. 4.2

Datos

$$V = 12.20V$$

$$I = 200mA$$

Solución

$$R = \frac{12.20}{.200}$$

$$R = 61 \Omega$$

$$W = 12.20 \times .200$$

$$W = 2.44$$

Para R_L se realizará un arreglo en serie con resistencias de 18Ω , esta conexión nos da un valor cercano a los 61Ω , la potencia debe ser de al menos 3 y las resistencias con las que se cuentan son 10W de igual forma se usaron estos componentes por que se contaban con ellos.

Conexión física

La conexión se realizó de acuerdo al diagrama del capítulo 3.8 agregando el arreglo serie de resistencias como se muestra en la Imagen 4.23.

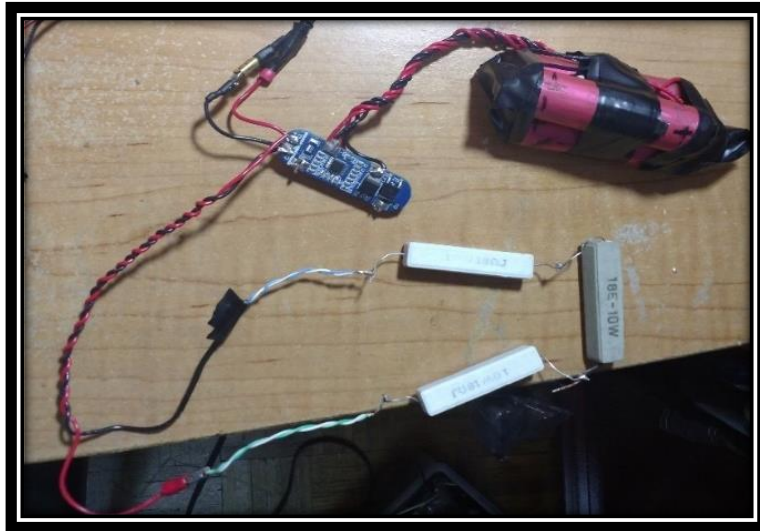


Imagen 4. 123 Sistema BMS con carga.

Resultados

Las mediciones se hicieron cada 30 min aproximadamente como se muestran en la Tabla 4.5 (Tabla con imágenes Anexo H).

Tabla 4. 5 Voltaje de descarga con módulo BMS.

Medición	Voltaje	Hora	Minutos transcurridos
1	12.08	12:00	0
2	11.74	12:30	30
3	11.48	1:00	60
4	11.28	1:30	90
5	10.96	2:15	135
6	10.66	2:30	150

En esta prueba se comprobó que el sistema de protección funciona evitando que se descarguen las celdas más de lo recomendado, con esto aumentaremos el tiempo de vida útil de la celda.

La Imagen 4.24 muestra el voltaje que se mide a la salida del módulo BMS el cual es cero sin embargo las celdas aún tienen un voltaje, esto significa que el módulo evita que el voltaje baje de los 10V aproximadamente.

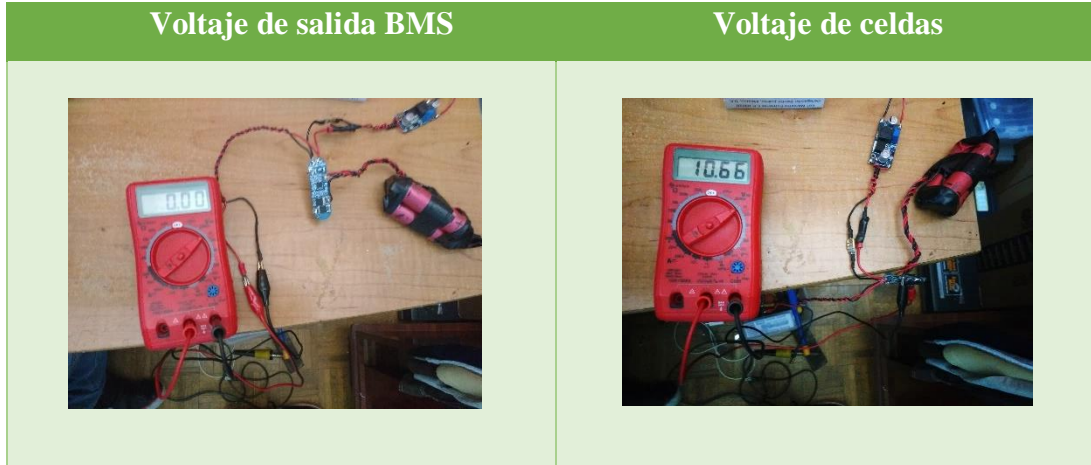


Imagen 4. 134 Protección del sistema BMS.

Comparado las pruebas de descarga, se podría concluir que tiene mayor capacidad el sistema con el módulo TP4056, porque duro casi el doble de tiempo, aunque se debe considerar que la potencia de salida era diferente con solo una celda. El sistema BMS cumple con el propósito de proteger las celdas, la duración es limitada por que las conexiones en serie de las celdas de Ion Litio, se da por la celda con menos capacidad del grupo, no como en conexiones paralelo que se suma la capacidad de las celdas.

4.4 Prueba de carga con panel solar

Se realizaron diversas pruebas con panel y regulador de voltaje para ver el comportamiento de la carga, además se realizó otra prueba incrementando el sistema con más celdas de Ion Litio.

4.4.1 Sistema básico

Procedimiento

Esta prueba se realizó con un módulo TP4056 sin protección, esto no tiene ningún inconveniente ya que el módulo con protección funciona a la descarga de la celda y no afecta al sistema de carga, se utilizó la configuración de un panel solar de 12V con un regulador de voltaje LM7805C como se muestra en el capítulo 4.2 el sistema físico se muestra en la Imagen 4.25.

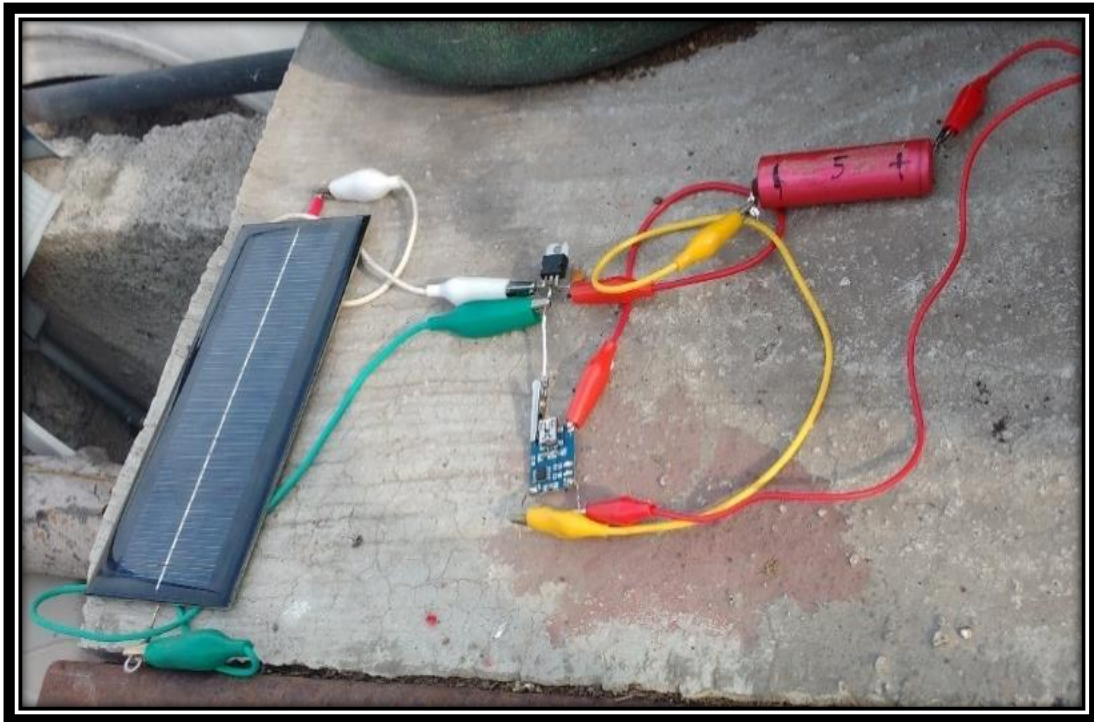


Imagen 4. 25 Sistema básico.

Resultados

Las mediciones duraron días esto por la potencia del panel solar la medición se puede consultar en la Tabla 4.6 (Tabla con imágenes Anexo I), los horarios de las mediciones no fueron constantes debido al clima que en ocasiones obligaba a detener las pruebas, el módulo ni las celdas tenía ninguna protección contra la lluvia.

Tabla 4. 6 Carga mediante un panel solar sistema básico.

Medición	Voltaje	Día	Hora	Horas transcurridas
1	2.33	1	11:00	0
2	3.64	1	6:00	7
6	3.64	2	11:00	-
7	3.73	2	4:00	12
8	3.73	3	11:00	-
9	3.85	3	6:00	18
10	3.85	4	11:00	-
11	3.94	4	6:00	24
12	3.94	5	11:00	-
13	3.98	5	2:00	27
14	3.98	6	11:00	-
15	4.03	6	3:00	31
16	4.03	7	10:00	-
17	4.07	7	7:00	40
18	4.07	8	11:00	-
19	4.10	8	4:00	45

Mediante esta prueba se puede asegurar que es posible cargar este tipo de celda de Ion Litio utilizando como fuente un panel solar.



Imagen 4. 146 Celda cargada con sistema básico.

4.4.2 Sistema con tres celdas Ion Litio

Esta propuesta consiste en 3 módulos TP4056 cada uno tiene una celda de Ion Litio y la salida de estos módulos están interconectadas dando un voltaje de 12V aproximadamente.

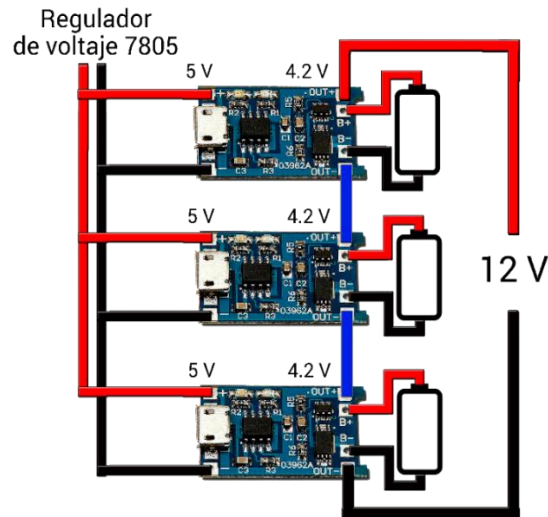


Imagen 4. 157 Conexión módulo TP4056 con protección.

Resultado

La Imagen 4.28 muestra la configuración física del diagrama anterior.

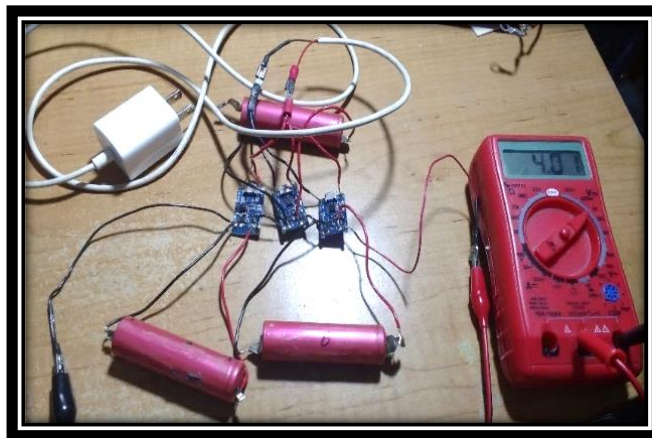


Imagen 4. 168 Sistema compuesto por tres celdas.

Se encontró un problema en este sistema pues a pesar que se encontraban en serie las baterías por medio de los módulos, el sistema muestra una medición que no concuerda con lo esperado, al parecer solo una celda estaba funcionando y no las tres como se esperaba, se realizó un cambio en la forma de conexión y se sustituyó la conexión serie entre los módulos por una conexión en serie directamente entre las celdas de Ion Litio como se muestra en la Imagen 4.29.

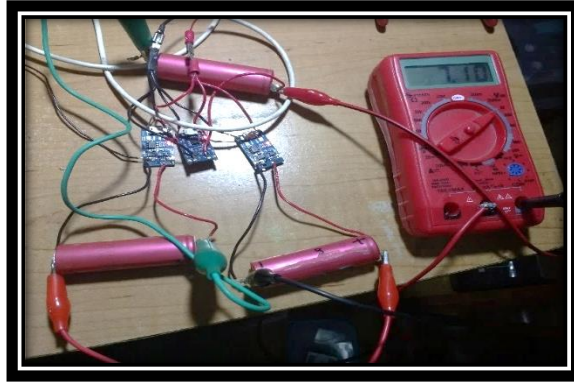


Imagen 4. 17 Conexión serie directa entre celdas.

Con esta conexión el resultado mejoro respecto al voltaje obtenido, aunque los módulos presentaban un sobrecalentamiento y por esto se descarta esta configuración.

La solución para este problema fue una nueva propuesta (Imagen 4.30) la cual utiliza este módulo como gestión de carga, el inconveniente de la propuesta es la carga desbalanceada el cual provocara un desgaste en las celdas, además se debe agregar un elevador de voltaje.

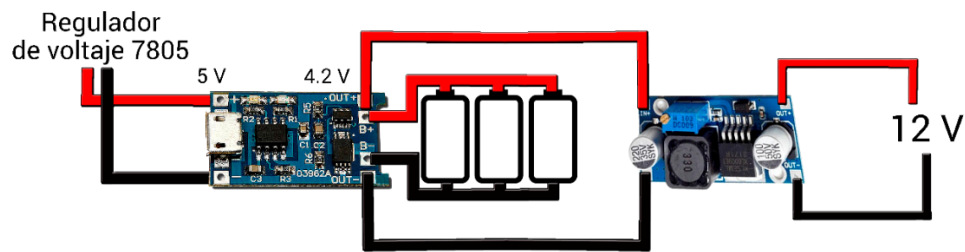


Imagen 4. 180 Conexión paralelo con elevador de voltaje.

Procedimiento carga con panel solar, sistema propuesto con TP4056

Para esta prueba se usará el panel solar para cargar el sistema propuesto anteriormente, el panel se colocará en un lugar fijo y el sistema se protegerá con una caja de proyectos y se resguardará de la intemperie durante algunos días hasta que el módulo marque una carga completa (Imagen 4.31).



Imagen 4. 191 Sistema propuesto con módulo TP4056.

Resultados

Tabla 4. 7 Carga mediante un panel solar sistema propuesto TP4056.

Dia	Voltaje
1	3.42
2	3.57
3	3.61
4	3.63
6	3.66
7	3.69
8	3.73
9	3.74
10	3.78
11	3.80
12	3.82
13	3.84
14	3.86
16	3.89
17	3.91
18	3.91
19	3.92
20	3.94
21	3.95
22	3.97
23	3.99
24	4.01
25	4.03
26	4.05
27	4.06
28	4.06
29	4.06
30	4.07
31	4.08
32	4.09
33	4.10
34	4.11
35	4.12
36	4.12
37	4.13
38	4.15
39	4.16
40	4.17
41	4.18
42	4.19

El cargar este conjunto de celdas con un panel solar de 12V a 100mA resulto ser ineficiente, el tiempo que se requiere para cargar estas celdas toma mucho tiempo, lo que se recomienda es utilizar un panel con mayor amperaje o realizar una configuración en paralelo entre dos paneles de 12V, se puede consultar el Anexo J para ver algunas imágenes de las mediciones realizadas.

Procedimiento con módulo BMS

A este sistema se le coloco un panel con las mismas características que el mostrado anteriormente, ya que se deseaba tener las mismas condiciones climáticas y por ello estas dos pruebas se llevaron simultáneamente. Se elevó el voltaje de entrada de 12V a 12.60V debido a que cada celda de Ion Litio tiene un voltaje alrededor de los 4.20V lo que indica que en un sistema con tres celdas requiere un voltaje alrededor de los 12.60V para una carga completa.

Para iniciar esta prueba se descargó previamente las celdas con una corriente constante de 200mA a través del módulo BMS, antes de iniciar la prueba se detectó que las celdas habían aumentado el voltaje y daban un voltaje de salida, así que se decidió descargarlas nuevamente para iniciar con el proceso.

El sistema con el panel solar se muestra en la Imagen 4.32.

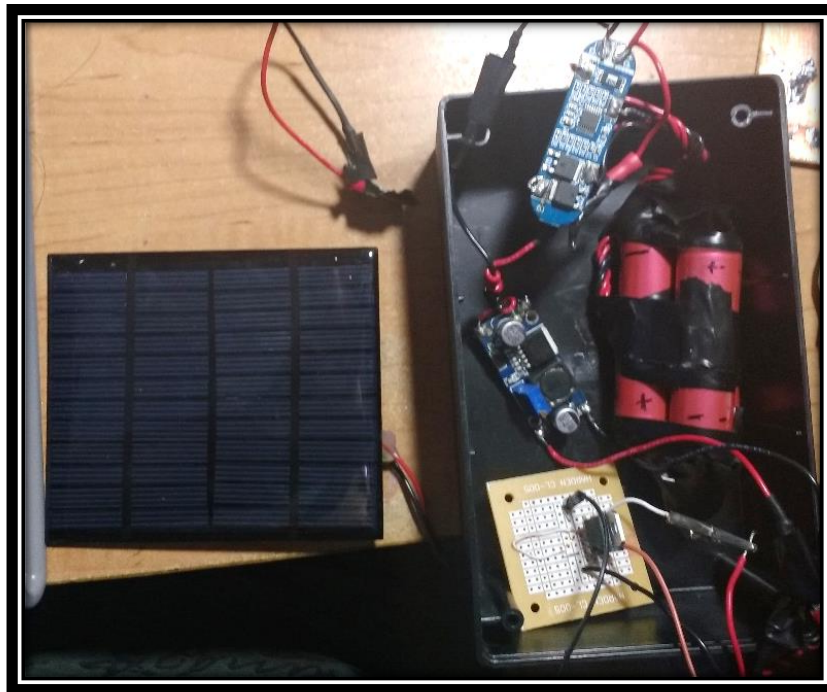


Imagen 4. 202 Sistema BMS con panel solar.

Resultados

Tabla 4. 8 Carga mediante un panel solar sistema BMS.

Dia	Voltaje
1	11.17
2	11.52
3	11.67
4	11.75
5	11.72
6	11.88
7	11.96
8	11.99
9	12.03
11	12.18
12	12.20
13	12.34
14	12.53
15	12.51
16	12.47
17	12.53
18	12.52
19	12.53
20	12.53
21	12.53
22	12.53
23	12.52
24	12.53
25	12.54
26	12.53
27	12.53
28	12.53
29	12.53

Al igual que el módulo anterior este se tardó varios días en cargar las celdas, debido a que el panel solar tiene una potencia muy baja, a pesar de esto, las celdas aparentan tener una carga completa y los voltajes se ha mantenido estables, se puede consultar el Anexo K para ver algunas imágenes de las mediciones realizadas. Para comprobar si la cantidad de carga que poseen es la misma que tienen al ser cargadas con un cargador de celular se realizara una prueba de descarga, el resultado de esta prueba se comparó con la Tabla 4.5.

Procedimiento para prueba descarga

Esta prueba tiene la finalidad de conocer la capacidad que realmente tienen las celdas después ser cargadas con el sistema de panel solar. Para esto se le colocara una carga por la que circule 200mA como se realizó en pruebas anteriores.

Resultados

Tabla 4. 9 Descarga de celdas con sistema propuesto TP4056.

Medición	Voltaje	Minutos transcurridos
1	4.18	0
2	4.08	60
3	4.02	120
4	3.96	240
5	3.93	300
6	3.89	360
7	3.84	480
8	3.78	600
9	3.72	720
10	3.67	780
11	3.54	960
12	2.60	1140

El sistema duro aproximadamente 20 horas con esa carga, a pesar que el tiempo requerido para su completa carga fue demasiado lenta. La carga obtenida con panel solar es similar a la obtenida con un cargador de celular.

Tabla 4. 10 Descarga de celdas BMS.

Medición	Voltaje	Minutos transcurridos
1	12.46	0
2	11.83	30
3	11.34	60
4	11.40	90
5	11.23	120
6	11.12	135
7	11.09	145
8	11.02	155

Los resultados obtenidos fueron muy diferentes que en la tabla 4.9, esto se debe a la potencia que entrega el circuito BMS es mayor, debido a que entrega 12V y no 4.2V como en el caso anterior. Además, el conjunto de celdas en paralelo suma sus capacidades, a diferencia de la conexión serie que es determinada por la celda con menor capacidad.

El tiempo de carga en los sistemas, se puede considerar como el máximo que le puede tomar al sistema en cargar las celdas, el clima en el que se encontraban no era favorable a causa de la temporada de lluvias, provocando días muy nublados y muy pocos días con clima despejado.

4.5 Servomotor

Se realizarán pruebas del servomotor mediante programación en el IDE de Arduino para ejemplificar el funcionamiento básico y los valores que pueden ser modificados para cambiar el tiempo que dura su desplazamiento.

Procedimiento par aprueba de desplazamiento

Se conocerá más acerca del código del servomotor para poder cambiar los parámetros que afectaran la posición del servomotor para poder realizar cambios dentro del código.

La secuencia que se programó en el void loop (Imagen 4.33) se puede modificar para cambiar el ángulo de desplazamiento, velocidad y la cantidad de repeticiones.

```
for( int y=0; y<5; y++)
{
  digitalWrite(Oscilador, LOW);
  delay(500);
  for(int x=0; x<180; x++)
  {
    servol.write(x);
    delay(7);
    digitalWrite(Oscilador, HIGH);
  }
}
```

Imagen 4. 213 Ciclo de repetición servomotor.

Codigo de repetición

La cantidad de repeticiones se controla atreves de la siguiente línea de código.

```
for( int y=0; y<5; y++)
```

Se inicia un ciclo for donde se declara una nueva constante llamada “y”, cada repetición se le suma uno y el ciclo termina cuando “y” es mayor o igual que 5. Por lo tanto, si se desean as repeticiones solo se necesita cambiar este número.

Para controlar el ángulo inicial y final se debe modificar la siguiente línea de código.

```
for( int x=0; x<180; x++)
```

Como en el caso anterior se inicia un ciclo for y se declara una nueva constante llamada “x”.

El primer valor de “x” indica el ángulo en el que queremos iniciar nuestra secuencia en este caso 0° , el siguiente valor indica la posición final de nuestro desplazamiento 180° .

En estas pruebas se modificó la posición final a 240° , el resultado fue que al llegar a los 180° el servomotor no continuaba su movimiento simplemente se detenía y esperaba a que el conteo de “x” llegara a los 240 para iniciar nuevamente.

También se observó el comportamiento de este modelo de servomotor respecto al ángulo de inicio como se muestra en la siguiente Imagen 4.34.



Imagen 4. 224 Ángulo de inicio del servomotor.

Se observó que el origen del servomotor se encuentra en el lado de la salida de sus cables, en este caso no tiene mayor importancia, solo buscamos hacer un desplazamiento, también se notó que la posición final es la que conserva al terminar el ciclo esto será de ayuda ya que se ajustará el sistema estando el servomotor a 180° .

Procedimiento para prueba de tiempo del desplazamiento

Se modificó el código para cambiar el tiempo que tardaba en dar un ciclo (0° a 180°), se determinó una ecuación que permitirá colocar un tiempo específico para un ciclo.

Codigo

El tiempo que tarda el servomotor en cumplir un desplazamiento de 180° este dado por un delay dentro del ciclo for que se mostrara en las siguientes líneas de código.

```
servo1.write(x);
```

```
delay(7);
```

```
digitalWrite(Oscilador, HIGH);
```

La primera línea indica que el servomotor debe de tomar la posición “x” este valor va de 0 a 180 con un aumento de uno en uno, entre cada aumento existe un retraso de 7 milisegundos por lo tanto el tiempo de desplazamiento se puede expresar de la siguiente forma.

$$180 \times \text{retraso} = \text{tiempo de desplazamiento} \quad \text{Ecu. 4.3}$$

$$180 \times 7 = 1260 \text{ milisegundos}$$

Se experimentó tomando el tiempo de desplazamiento con el servomotor con un delay de 1 segundo para comprobar la formula estaba anterior.

Como se muestra en la Imagen 4.35 se comparó el ángulo del servomotor con el tiempo, cada segundo equivale a 1 grado por el delay que se le dio de 1000 milisegundos, las mediciones fueron muy parecidas a lo esperado por lo tanto la formula anterior es correcta.



Imagen 4. 23 Tiempo vs ángulos.

Con la información obtenida podremos ajustar a un tiempo que necesitemos dure el desplazamiento.

Como se toma el criterio para la velocidad del desplazamiento del servo.

4.6 Sensor PIR

El sensor PIR tiene varios parámetros que se pueden configurar, algunos de ellos no se requieren para este proyecto, se usaran códigos generados en el IDE de Arduino para ver su

funcionamiento esencial, se compararan las mediciones de sensibilidad y tiempos de retención de una salida alta en diferentes módulos PIR para observar si su respuesta es similar.

Prueba de distancia

Esta prueba consiste en identificar la distancia máxima en la que el sensor PIR funciona correctamente.

Procedimiento

Comenzaremos indicando como se configuro el sensor en el IDE de Arduino para su funcionamiento. En las siguientes líneas de código podemos ver la declaración de una constante “sensor” igual a 2.

```
const int sensor = 2;
```

Este valor indica el número del pin a utilizar, para el sensor PIR se puede ocupar cualquier pin digital.

En void setup se configura el pin 2 llamado declarado anteriormente con el nombre de sensor como una entrada lo cual indica que estará esperando una señal.

```
pinMode(sensor, INPUT);
```

La Imagen 4.36 muestra el fragmento del código que fue modificado del programa original para facilitar la lectura de datos atreves del monitor serial además de agregar un LED que indica el desplazamiento del servomotor.

```
void loop(){
  buttonState = digitalRead(sensor);
  Serial.print("Estado del sensor pir");
  Serial.print("    ");
  Serial.println(buttonState);
  if (buttonState == HIGH)
  {
    for( int y=0; y<5; y++)
    {
      digitalWrite(8,HIGH);
      Serial.print("    Ciclo activado");
      Serial.print("    ");
      Serial.println(y);
      digitalWrite(Oscilador, LOW);
      delay(500);
    }
  }
}
```

Imagen 4. 246 Código modificado para pruebas del sensor PIR.

Se agregaron comentarios con la sentencia Serial.print, además se agregó una línea de código en la secuencia for que mandara una señal por el pin 8 donde se conectó el LED y con este

saber si el sensor detectaba la presencia. La Imagen 4.37 muestra como se ve el monitor seria con este cambio.

```
COM3 (Arduino/Genuino Uno)
Estado del sensor pir      0
Estado del sensor pir      0
Estado del sensor pir      0
Estado del sensor pir      0
Estado del sensor pir      1
    Ciclo activado         0
    Ciclo activado         1
    Ciclo activado         2
    Ciclo activado         3
    Ciclo activado         4
Estado del sensor pir      0
Estado del sensor pir      0
```

Imagen 4. 257 Monitor serial con código modificado.

Resultados

Las pruebas de distancia se realizaron a 5 metros dando buenos resultados sin necesidad de cambiar la sensibilidad estando de frente al sensor como se muestra en la Imagen 4.38.



Imagen 4. 268 Prueba de distancia sensor PIR.

En la Tabla 4.11 se podrá ver las mediciones tomadas cambiando la sensibilidad del sensor.

Tabla 4. 11 Mediciones sensor PIR.

Distancia metros	Sensibilidad Alta	Sensibilidad Media	Sensibilidad Baja
5	Activo	Activo	Activo
Movimiento por un costado			
Medición 1	3.20m	3.00m	2.00m
Medición 2	3.00m	2.80m	2.30m
Medición 3	3.10m	2.70m	1.50m
Medición 4	2.40m	2.90m	2.30m

La primera medición que se muestra en la tabla se realizó a 5 metros que era la distancia máxima que me permitía el lugar de prueba, el sensor PIR se ajustó con diferentes sensibilidades.

Se realizaron 4 mediciones con 3 configuraciones de sensibilidad, debido a que no se podía realizar un movimiento constante esto puede ser un factor importante y al no poder replicar los movimientos con exactitud las mediciones no se pueden comparar adecuadamente. De esta prueba puedo determinar que el sensor PIR es capaz de detectar movimiento por lo menos a 5 metros aun con la sensibilidad más baja del módulo. La solución de la sensibilidad baja pasando a un costado del sensor se resuelve con el otro sensor PIR, éste se planea poner para cubrir mayor área estos tendrán un mejor desempeño y compartirán el puerto llamado sensor “pin 2”.

Prueba de tiempo

Este módulo PIR cuenta con un potenciómetro que regula el tiempo, con este determinaremos el tiempo que mantendrá la salida OUT un nivel alto.

Procedimiento

Se creó un programa en el IDE de Arduino para verificar cuánto dura la señal activa este se puede consultar en el Anexo P.

Se usarán 3 sensores PIR, se tomó el tiempo que mantienen una salida alta, con tres diferentes niveles que se modificaron a través del potenciómetro “Alto = muesca del potenciómetro hacia la derecha, Medio= muesca del potenciómetro centrado, Bajo= muesca del potenciómetro hacia la izquierda”. La finalidad de esta prueba es conocer los distintos tiempos que nos brindan estos tres sensores y la posición que debemos colocar este potenciómetro en el proyecto.

Resultados

Las mediciones obtenidas se muestran en la Tabla 4.12 se cambiando la posición del potenciómetro en tres niveles: alto, medio y bajo.

Tabla 4. 12 Tiempo sensor PIR.

Sensor PIR	Tiempo Alto	Tiempo Medio	Tiempo Bajo
Modelo 1	5:50 min	2:58 min	5 s
Modelo 2	8:53 min	4:18 min	4 s
Modelo 3	9:50 min	5:10 min	8 s

Se llegó a la siguiente conclusión, cualquiera de estos módulos de sensores PIR se deben colocar a la posición de menor tiempo (Imagen 4.39), ya que este sistema se encontraría funcionando más tiempo de lo indicado, por cada cambio que perciba el sensor, el sistema podría estar funcionando por más de 10 min aproximadamente, esto genera una mala optimización de energía.

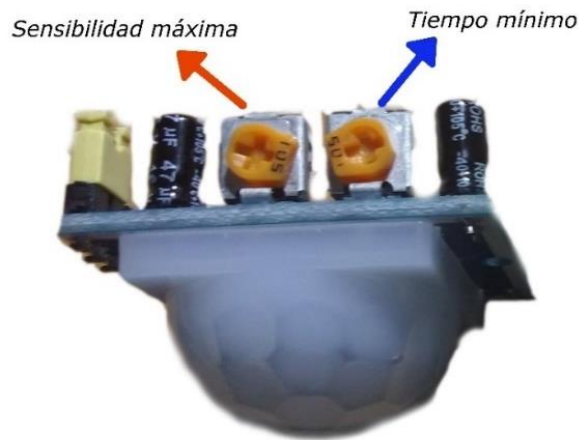


Imagen 4. 27 Ajuste de potenciómetros de Sensores PIR.

Prueba para detección de perro

Esta prueba se realizó para comprobar si el sensor detecta perros (Video en Anexo L).

Procedimiento

Se implementó el mismo código de “prueba distancia”, el sensor PIR se ajustó con sensibilidad máxima y tiempo mínimo (Imagen 4.39), los perros para esta prueba eran de tamaño pequeño, la altura a la que se colocó el sensor era de 70 cm aproximadamente.

Tabla 4. 13 Detección de perros con sensor PIR.

Perro	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4
Charly	2.30m	3.00m	2.40m	2.30m
Kimba	3m	3.20m	3.20m	5.30m

Resultado

La prueba demostró que el sensor es capaz de detectar a un perro de raza pequeña, además se observó cómo pueden cambiar los resultados si el movimiento se encuentra alineado con el sensor PIR, dando una respuesta más rápida como es el ejemplo de la medición 4, donde fue capaz de detectar a un perro pequeño a más de 5 metros de distancia (Imagen 4.40).



Imagen 4. 280 Detección de perro con sensor PIR.

4.7 Prueba de Repelentes ultrasónicos

Como se mencionó en el capítulo dos existe en el mercado diferentes dispositivos con esta función se adquirieron 3 dispositivos para realizar las pruebas necesarias, además existen aplicaciones para teléfonos inteligentes las cuales mencionan tener la capacidad para ahuyentar perros, se probaron algunas de estas aplicaciones en diferentes teléfonos para comprobar su funcionamiento.

4.7.1 Dispositivos comerciales

Se contó con 3 modelos diferentes para realizar las pruebas, se eligieron los dispositivos con mayor valoración de los compradores y las características especificadas por el fabricante se muestran en la Tabla 4.14.

Tabla 4. 14 Características de fabricante.

Producto	Frecuencia (Hz)	Distancia (m)	Potencia (dB)	Costo
MaximalPower	-	-	-	370.71
EYENIMAL	40000	15	100	351.23
Dazer II	25000	7	-	699

Características medidas

Se tomaron mediciones de los 3 diferentes dispositivos para conocer sus características reales.

MaximalPower

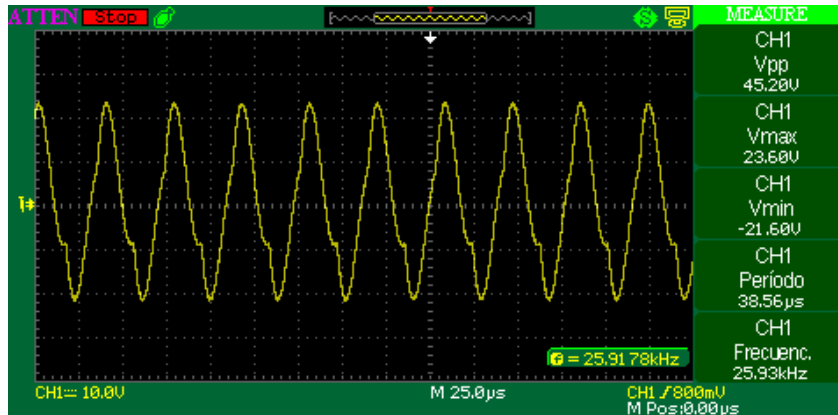


Imagen 4. 41 Señal generada por MaximalPower.

De esta señal se puede recuperar información que no muestra el fabricante como es la frecuencia y el Vpp. Se puede observar que la frecuencia es de 25kHz y tiene un Vpp de 45V aproximadamente.

EYENIMAL

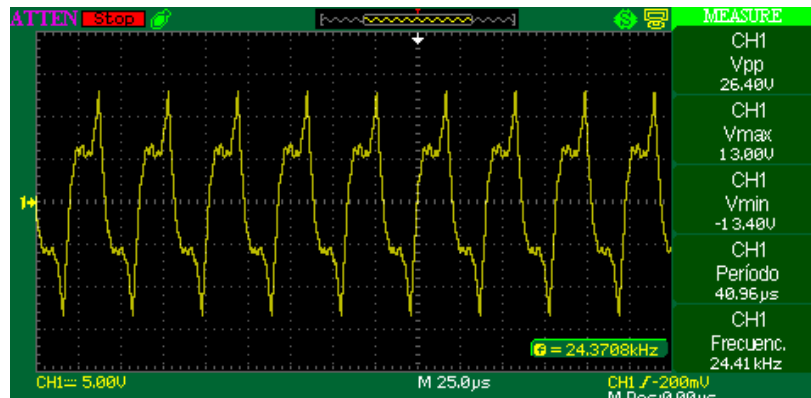


Imagen 4. 29 Señal generada por EYENIMAL.

La medición mostro que la frecuencia es diferente a la que menciona el fabricante, se tiene una frecuencia de 25kHz aproximadamente y tiene un Vpp de 26V.

Dazer II

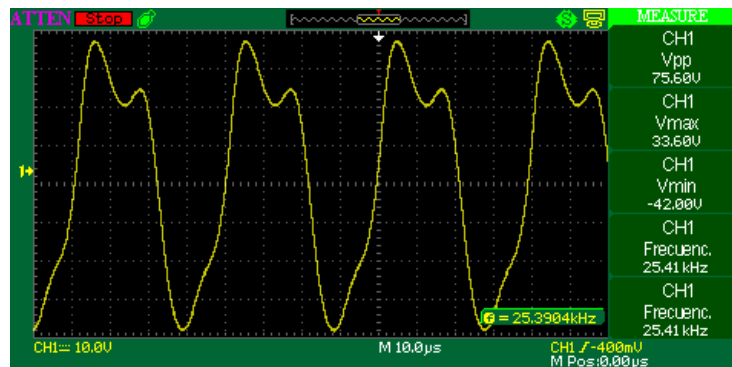


Imagen 4. 43 Señal generada por Dazer II.

El dispositivo Dazer II tiene una frecuencia de 25kHz y un Vpp de 75V aproximadamente. Según los datos recabados los tres dispositivos cuentan con una frecuencia promedio de 25kHz y con una amplitud variable que se encuentra en un rango de 25Vpp hasta 75Vpp.

Procedimiento

Se realizaron pruebas con diferentes perros para probar si los dispositivos funcionaban correctamente (Video Anexo M). Se utilizó una escala del 0 al 3, donde 0 significa que el perro no mostro ninguna reacción, 1 el perro identifico algún sonido, 2 el perro se alejó y 3 el perro se alejó inmediatamente. Ningún perro estaba en condición de calle y se probaron con perros de diferentes razas.

Resultados

Tabla 4. 15 Prueba de dispositivos comerciales.

Perro	MaximalPower	EYENIMAL	Dazer II
Carmelo	3	3	3
Charly	1	1	2
Doggy	0	0	0
Grey	3	3	-
Kelly	2	2	3
Kimba	0	0	0
Linda	1	1	1
Napoleón	2	2	2

Algunos perros respondieron ante el dispositivo, aunque no de una manera contundente la mayoría lo percibía y solo algunos se alejaban inmediatamente después de activar el dispositivo.

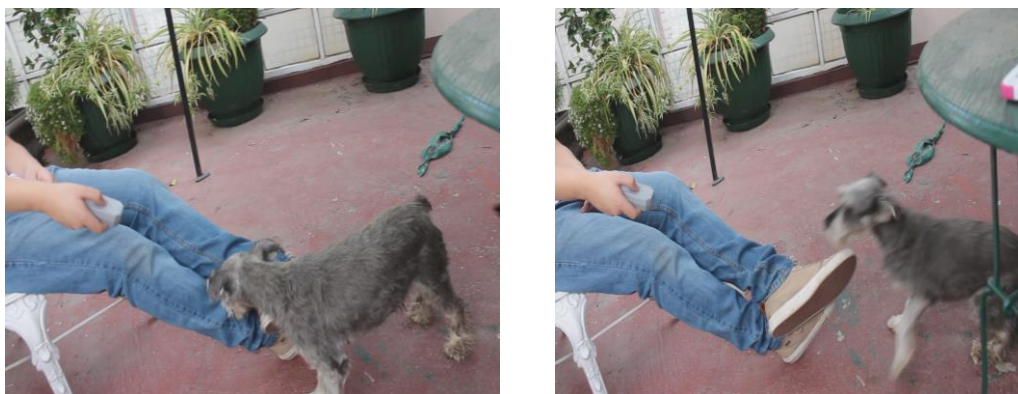


Imagen 4. 44 Prueba Dazer II con Carmelo.



Imagen 4. 45 Prueba Dazer II con Kimba.

Por lo tanto, se puede concluir que el producto comercial funciona (Imagen 4.44), aunque con tiene sus limitaciones (Imagen 4.45), el manual de usuario del dispositivo Dazer II dice: “la reacción del animal depende de diferentes factores, tales como su edad, su carácter, sus eventuales enfermedades (p.e. sordera) y su educación (p.e. perros policías).”, Así que es de esperarse que no funcione en todos los perros.

4.7.2 Aplicaciones para teléfonos inteligentes

Existen aplicaciones para teléfonos inteligentes que mencionan ahuyentar perros con ultrasonido, se mencionaran algunas de las aplicaciones mejor valoradas por los usuarios de Play Store:

Repelente para perros



Imagen 4. 46 Aplicación Repelente para perros y su valoración.

Dog Whistle Free Animated



4,1 ★★★★★
8.386 👤



Martin Morales
★★★★★ 25/8/16



Funciona

Tengo un golden de 2 años que realmente algo le molesta. Ayudado con un gesto la aplicación funciona bien. Hay que probar



Cosas de Chicas
★★★★★ 15/3/15



La voy a probar ...

Donde vivo ya son las 2 am asi que la voy probar mañana.. les tengo una pregunta.. en cuanto lo tengo que poner para que no

Imagen 4. 30 Aplicación Dog Whistle Free Animated y su valoración.

Dog Whistle, Free Dog Trainer



3,8 ★★★★★
53.418 👤



Alan Llamal
★★★★★ 2/7/16 (modificado)



Malisima

Un desastre literalmente. Cada 5 segundos me tira videos de publicidad que no puedo sacar. UPDATE: gracias por corregir

Professionals respondió a una versión anterior de esta opinión el 29/6/16.

Imagen 4. 31 Aplicación Dog Whistle, Free Dog Trainer y su valoración.

Procedimiento

Se realizaron pruebas con algunos perros para probar si estas cumplían su función (Video en Anexo N), para esto se instalaron las aplicaciones anteriores en 3 diferentes modelos de teléfonos. Se utilizó la misma escala 0 a 3 de la prueba anterior, si se muestra un “-” significa que no se realizó esa prueba.

Resultados

Tabla 4. 16 Prueba de aplicaciones

Perro	Teléfono inteligente	Repelente para perros	Dog Whistle Free Animated	Dog Whistle, Free Dog Trainer
Charly	Motog3	0	0	0
	LG 3	0	0	0
	Motog4	0	0	0
Doggy	Motog3	-	-	0
	LG 3	0	0	0
	Motog4	0	0	0
Grey	Motog3	2	0	0
	LG 3	3	0	0
	Motog4	-	0	0
Kelly	Motog3	0	0	0
	LG 3	-	-	-
	Motog4	0	0	0
Kimba	Motog3	0	0	0
	LG 3	0	0	0
	Motog4	0	0	0

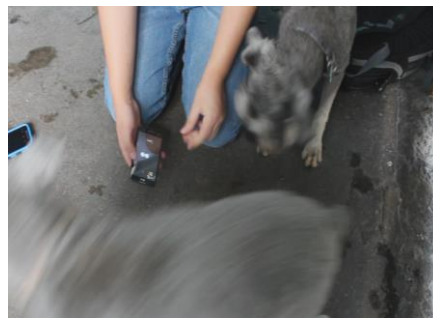


Imagen 4. 32 Prueba aplicación Repelente para perros prueba con LG3.

En la Imagen 4.49 se muestra la prueba realizada con Grey, la cual reacciono de inmediato con esa aplicación, aunque con un modelo en específico, los otros dispositivos no producían el mismo efecto.

4.8 Propuesta de osciladores

Se realizarán los cálculos para obtener una señal de 25kHz con dos circuitos osciladores diferentes, el primero se realizará con el integrado 555 y el segundo será un oscilador Colpitts estos se simularán en Multisim para comprobar que la frecuencia sea la correcta poder implementarlo físicamente y observar mediante un osciloscopio la señal generada.

Calculos para oscilador de 25kHz integrado 555

Datos

$$R_A = 5.6k\Omega$$

$$F = 25kHz$$

$$C = 1nF$$

$$R_B = ?$$

Estos datos se sustituirán en la ecuación 2.5

Solución

$$25kHz = \frac{1.44}{(5.6k\Omega + 2R_B)1nF}$$

$$(5.6k\Omega + 2R_B) = \frac{1.44}{25kHz \cdot 1nF}$$

$$2R_B = \left[\frac{1.44}{25kHz \cdot 1nF} \right] - 5.6k\Omega$$

$$R_B = \frac{\left[\frac{1.44}{25kHz \cdot 1nF} \right] - 5.6k\Omega}{2}$$

$$R_B = 26k\Omega$$

R_B es un valor no comercial, se tendrá que utilizar la resistencia de $27k\Omega$ la cual, si es un valor comercial, en este caso se realizara un arreglo de resistencias en serie para lograr un valor aproximado que serán de $22k\Omega$ y $3.3k\Omega$ esto da un valor más cercano que una sola resistencia de $27k\Omega$.

Diagrama oscilador de 25kHz integrado 555

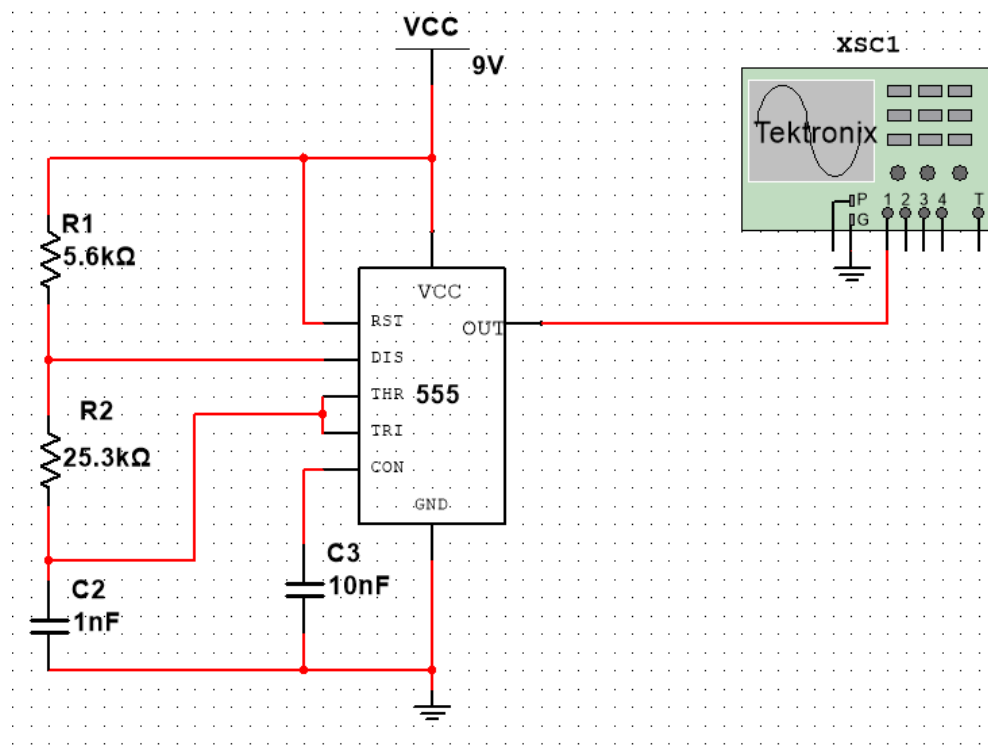


Imagen 4. 330 Esquemático de oscilador 555.

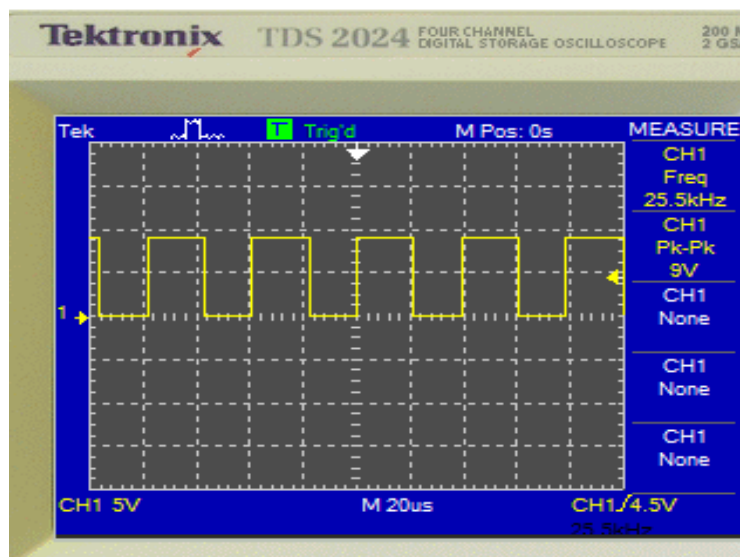


Imagen 4. 341 Señal generada por oscilador 555 en simulador.

Calculos para oscilador Colpitts de 25kHz

Datos

$$R_C = 10k\Omega$$

$$V_{CC} = 9V$$

$$V_E = 1V$$

$$V_{BE} = 0.7V$$

$$h_{fe} \approx 420$$

$$L = 100\mu H$$

$$f_0 = 25000Hz$$

$$f_L = 25Hz$$

Solución

De ecuación 2.1 sustituimos

$$I_C = \frac{9V}{10k\Omega}$$

$$I_C = 0.9mA$$

De ecuación 2.2 podemos deducir que

$$0.9 \approx I_E$$

Sustituimos en ecuación 2.3

$$R_E = \frac{1V}{0.9mA}$$

$$R_E \approx 1.1k\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.4

$$V_B = 1V + 0.7V$$

$$V_B = 1.7V$$

Sustituimos en ecuación 2.5

$$1.7V = \frac{R_{B2}}{R_{B2} + R_{B1}} 9V$$

$$0.1888 = \frac{R_{B2}}{R_{B2} + R_{B1}}$$

Se propone un valor para resistencia R_{B2} de $18k\Omega$

$$0.1888 = \frac{18k\Omega}{18k\Omega + R_{B1}}$$

$R_{B1} \approx 77k\Omega$, el valor comercial próximo es de $82k\Omega$

Una vez que se obtuvieron estos datos se prosigue con los cálculos de los capacitores.

Sustituimos en ecuación 2.6

$$r'e = \frac{25mV}{0.9mA}$$

$$r'e = 27.77\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.7

$$r\pi = 27.77\Omega(420 + 1)$$

$$r\pi = 11691.17\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.8

$$X_{CB} = 18k\Omega \parallel 77k\Omega \parallel 11691.17\Omega$$

$$X_{CB} = 6490.25\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.9

$$X_{CC} = 10k\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.10

$$X_{CE} = 1k\Omega \parallel 27.77\Omega$$

$$X_{CE} = 27.019\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.11

$$C_B = \frac{1}{2\pi(2.5\text{Hz})6490.25 \Omega}$$

$$C_B = 9.80\mu F \approx 10\mu F$$

Sustituimos de ecuación 2.12

$$C_C = \frac{1}{2\pi(2.5\text{Hz})10k\Omega}$$

$$C_C = 6.36\mu F \approx 6.80\mu F$$

Sustituimos de ecuación 2.13

$$C_E = \frac{1}{2\pi(20\text{Hz})27.019\Omega}$$

$$C_E = 294.5 \mu F \approx 330\mu F$$

Por último, se calcula el circuito resonante

Sustituimos ecuación 2.14

$$25k\text{Hz} = \frac{1}{2\pi\sqrt{100\mu H C_{EQ}}}$$

$$C_{EQ} = \frac{1}{4\pi^2 25k\text{Hz}^2 100\mu H}$$

$$C_{EQ} = 405nF$$

Se puede conocer fácilmente el valor de los capacitores, con la condición de que estos sean del mismo valor.

$$C_1, C_2 = 405nF \times 2 = 810nF$$

Esto se puede confirmar sustituyendo en la ecuación 2.15

$$405nF = \frac{810 \times 810}{810 + 810}$$

$$405nF = 405nF$$

Diagrama de oscilador de 25kHz Colpitts

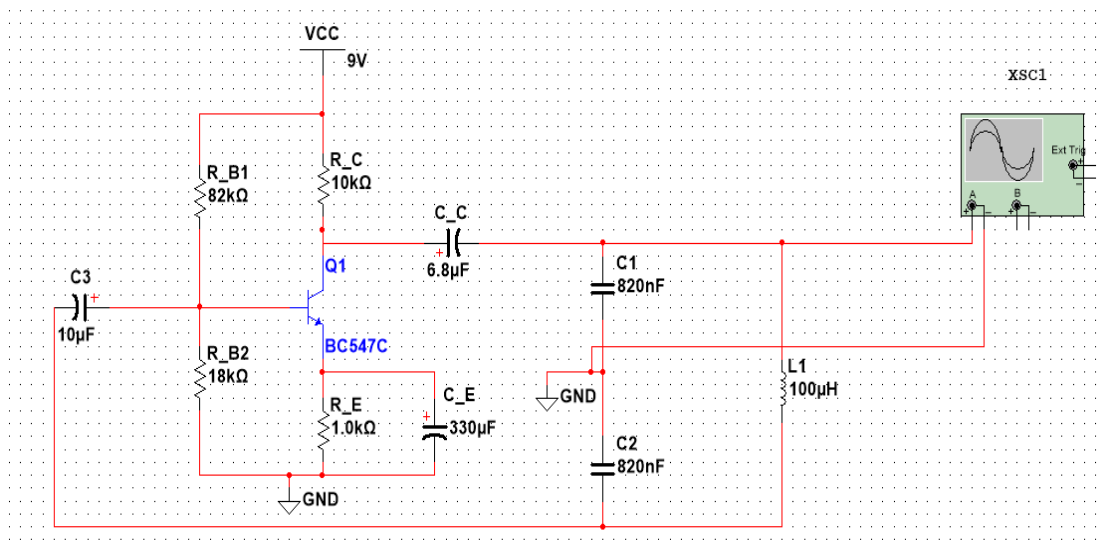


Imagen 4. 52 Esquemático de oscilador Colpitts.

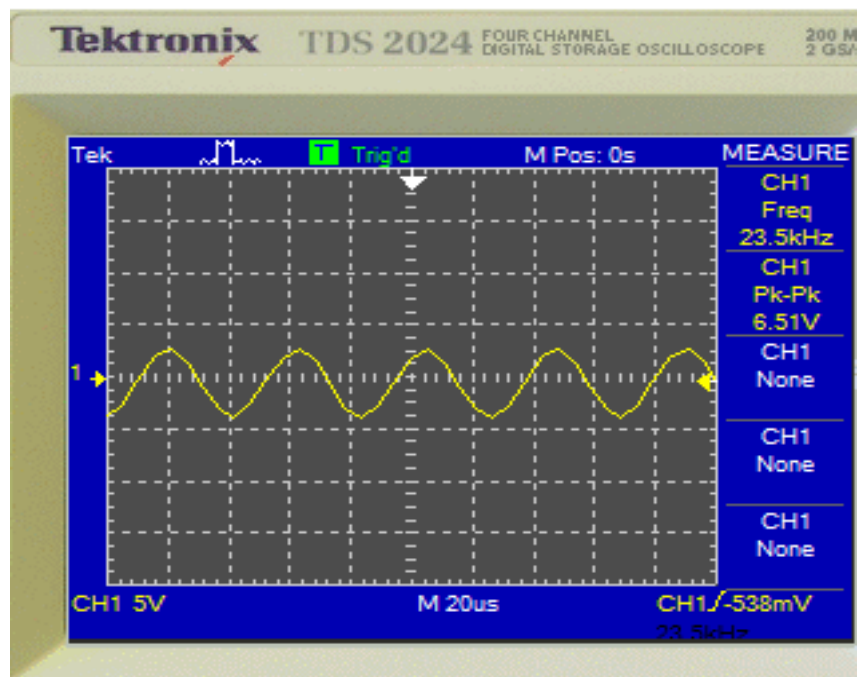


Imagen 4. 353 Señal generada por oscilador Colpitts en simulador.

Ambas señales necesitan una amplificación, como se mostró anteriormente las Señales de los dispositivos comerciales tenían un rango entre los 26 y 75Vpp.

Procedimiento para medición física del oscilador 555

Para esto se realizó la implementación física de la Imagen 2.50 en una palca fenólica ya que la protoboard atenuaba un poco la señal, se utilizó un osciloscopio digital ATEN ADS1102CAL.

Resultados

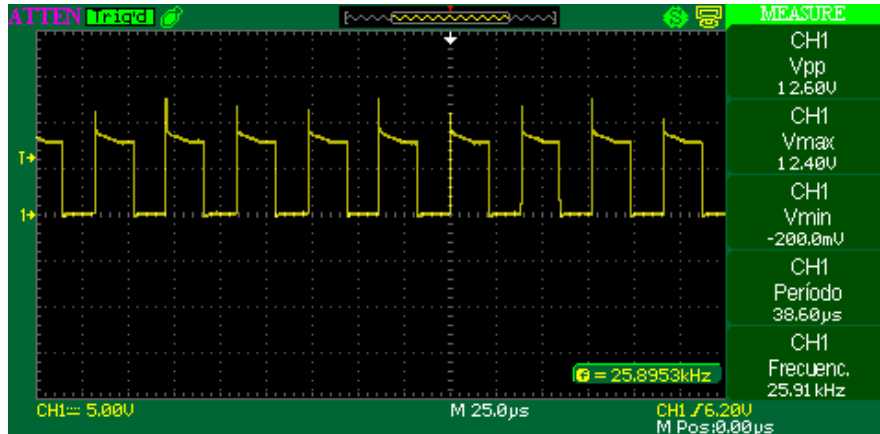


Imagen 4. 364 Medición de oscilador 555.

La señal generada, tiene una frecuencia aproximada a los 25kHz, aunque esta señal debe de modificarse para que la señal tenga un voltaje negativo y positivo. El voltaje de la señal nos facilitara su amplificación.

Procedimiento para medición física del oscilador Colpitts

Para esto se realizó la implementación física de la Imagen 2.52 en una placa fenólica ya que se tuvieron problemas de conexión mediante protoboard, se utilizó un osciloscopio digital ATEN ADS1102CAL.

Resultados

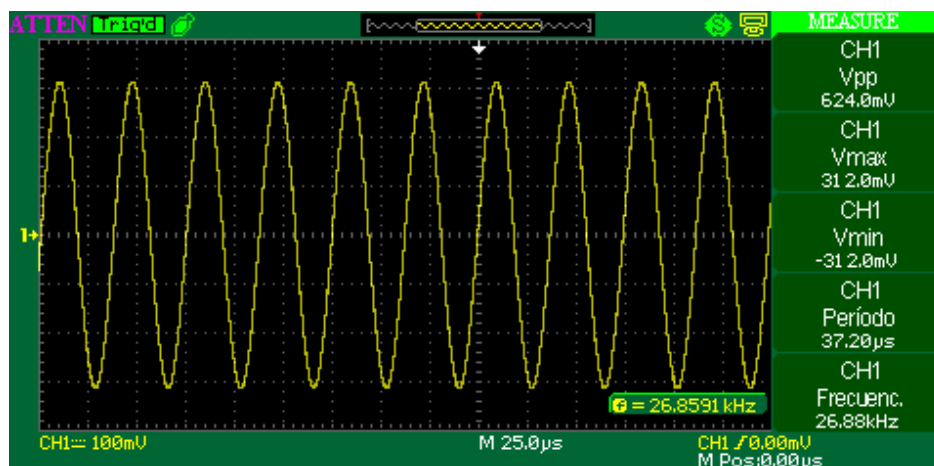


Imagen 4. 375 Medición de oscilador Colpitts.

El oscilador Colpitts generó una senoidal con una frecuencia dentro del rango esperado, el V_{pp} es muy bajo, este deberá pasar forzosamente por un amplificador porque está en el orden de los mV.

Ambas señales tendrán que ser amplificadas, la señal del integrado 555 no parece la más adecuada, debido a que necesita para por un offset y ser amplificada, en cambio el oscilador Colpitts solo necesita ser amplificada, esta señal es alterna y con una forma senoidal muy semejante a los productos comerciales.

4.9 Etapa de amplificación

4.9.1 Amplificador BJT

Con esta etapa, aumentaremos el voltaje de nuestra señal logrando tener voltajes similares a los productos comerciales, esto se logrará con la ayuda del transistor BC547C, para esto utilizaremos las ecuaciones del capítulo 2.

Calculos para amplificador

Datos

$$V_{CC} = 9V$$

$$V_{CE} = 5V$$

$$V_E = 1V$$

$$R_E = 1k\Omega$$

$$V_{BE} = 0.7V$$

$$f_0 = 25000Hz$$

Solución

Sustituyendo en ecuación 2.3

$$I_E = \frac{1V}{1k\Omega}$$

$$I_E = 1mA$$

sustituyendo en ecuación 2.2

$$I_E \approx I_C$$

$$I_C \approx 1mA$$

sustituyendo en ecuación 2.22

$$V_C = 9V - 5V - 1V$$

$$V_C = 3V$$

sustituyendo en ecuación 2.1

$$R_C = \frac{3V}{1mA}$$

$$R_C = 3k\Omega \approx 3.3k\Omega$$

sustituyendo en ecuación 2.18

$$R_1 = 10 \times 1k\Omega$$

$$R_1 = 10k\Omega$$

sustituyendo en ecuación 2.4

$$1V = V_{BB} - 0.7V$$

$$V_{BB} = 1.7V$$

sustituyendo en ecuación 2.3

$$1.7V = \frac{R_2}{10k\Omega + R_2} 9V$$

$$R_2 = 2328.75\Omega \approx 2.2k\Omega$$

Una vez que se obtuvieron estas resistencias se prosigue con los cálculos de los capacitores. Sustituimos en ecuación 2.23

$$X_{CB} = (10k\Omega \parallel 2.2k\Omega)0.1$$

$$X_{CB} = 180.327\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.24

$$C_B = \frac{1}{2\pi 25kHz 180.327\Omega}$$

$$C_B = 35.30nF \approx 33nF$$

Sustituimos en ecuación 2.25

$$X_{CC} = 10k\Omega \times 0.1$$

$$X_{CC} = 1k\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.26

$$C_C = \frac{1}{2\pi \cdot 25kHz \cdot 1k\Omega}$$

$$C_C = 6.366nF \approx 6.8nF$$

Sustituimos en ecuación 2.6

$$r'e = \frac{25mV}{1mA}$$

$$r'e = 25\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.27

$$X_{CE} = [[(10k\Omega \parallel 2.2k\Omega) + 25\Omega] \parallel 1k\Omega] \cdot 0.1$$

$$X_{CE} = 64.53\Omega$$

Sustituimos en ecuación 2.28

$$C_E = \frac{1}{2\pi \cdot 25kHz \cdot 64.53\Omega}$$

$$C_E = 98nF \approx 100nF$$

Diagrama de amplificador Oscilador Colpitts

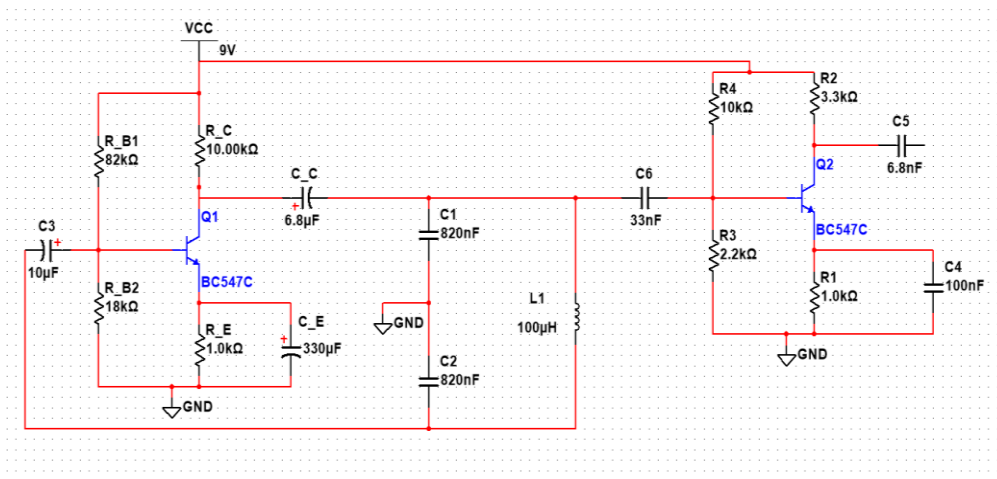


Imagen 4. 386 Esquemático de amplificador BC547C.

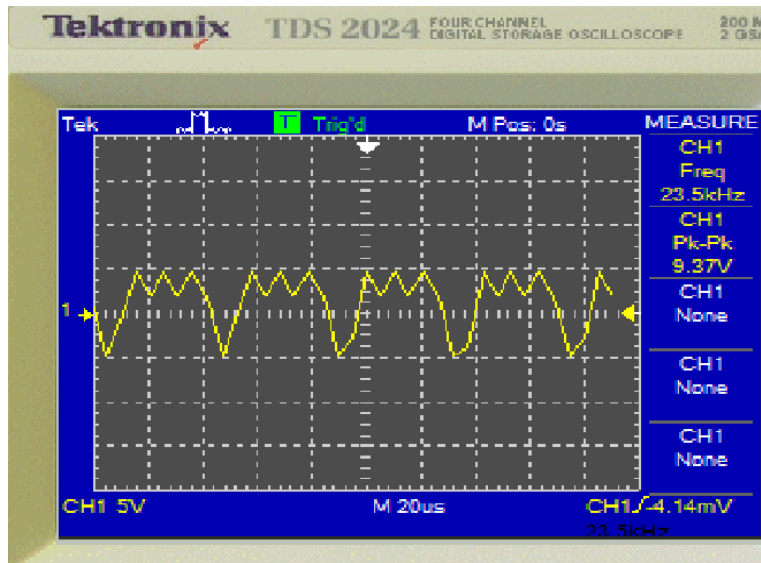


Imagen 4. 397 Señal generada por amplificador BC547C.

Procedimiento para medición física del circuito Colpitts con amplificador BC547C.

Se implementó el circuito amplificador de la Imagen 4.56 y se utilizó la salida del circuito Colpitts previamente realizado en la prueba anterior, en esta prueba si se realizaron cambios en la fuente de voltaje, se utilizó un osciloscopio digital ATEN ADS1102CAL.

Resultados

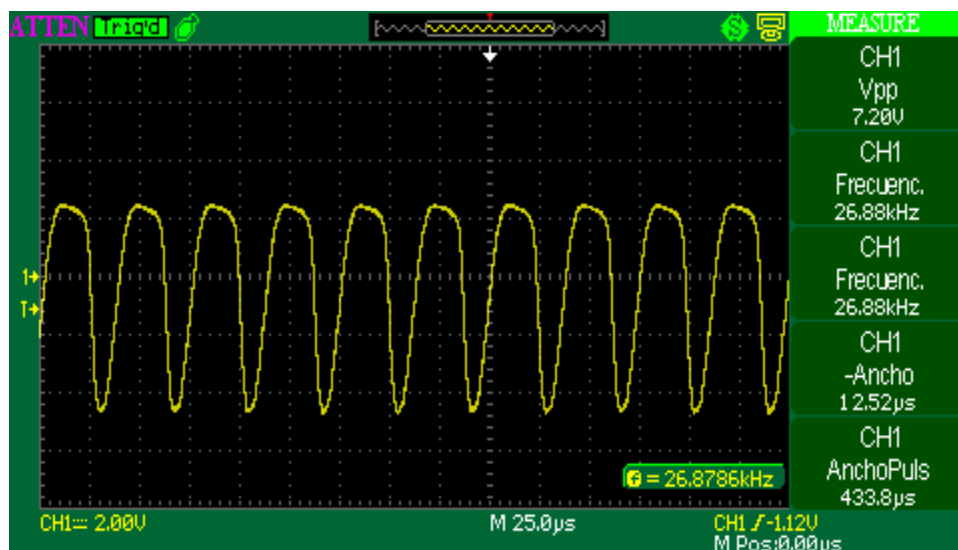


Imagen 4. 408 Medición de amplificador BC547 con fuente de 9V.

Al observar el comportamiento de la señal, se decidió aumentar el voltaje de la fuente de alimentación, esto sin realizar ningún calculo o un arreglo del circuito. El resultado fue el siguiente.

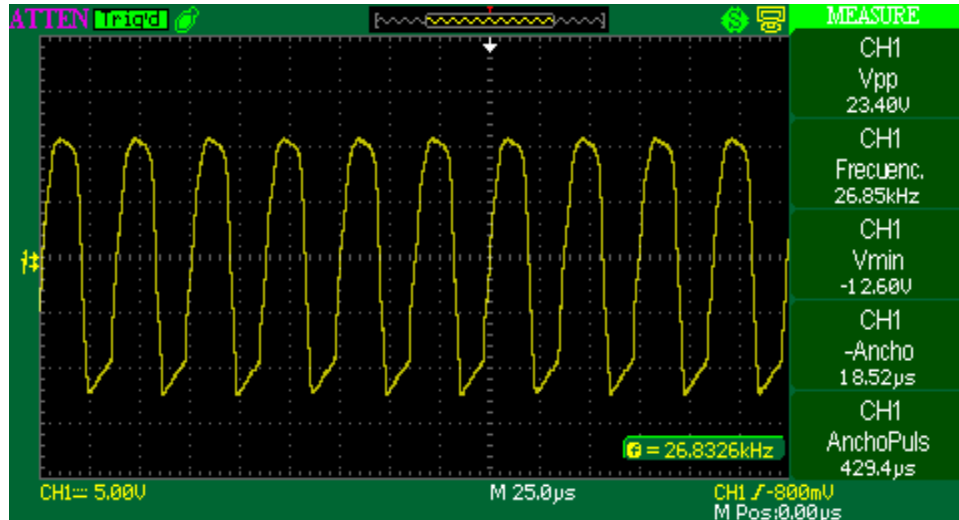


Imagen 4. 59 Medición de amplificador BC547C con fuente de 30V.

A pesar que no se realizaron cambios en resistencias o capacitores del circuito, éste sigue amplificando, quizá con una ganancia baja pero la suficiente para estar en el rango de un dispositivo comercial. El problema con este circuito es la falta de corriente, esto ocasiona una caída de tensión de nuestra señal, para esto realizaremos un amplificador de corriente que suministran la corriente necesaria para los tweeters.

Calculos para amplificador de corriente.

Datos

$$V_{CC} = 9V$$

$$I_C = 200mA$$

$$\beta = 100$$

$$R_E = 10\Omega$$

Solución

Sustituyendo en ecuación 2.29

$$R_B = 0.1 (1000) (10)$$

$$R_B = 1k\Omega$$

Sustituyendo en ecuación 2.30

$$I_B = 200\mu A$$

Sustituyendo en ecuación 2.31

$$V_B = 1k\Omega (200\mu A) + 0.7 + 10\Omega 200mA$$

$$V_B = 2.9$$

Sustituyendo en ecuación 2.32

$$R_1 = 9 \frac{1000}{2.9}$$

$$R_1 = 3103.44 \Omega \approx 3.3k\Omega$$

Sustituyendo en ecuación 2.33

$$1000 = \frac{3.3k\Omega R_2}{3.3k\Omega + R_2}$$

$$R_2 = 1434.78 \Omega \approx 1.5 k\Omega$$

Diagrama de amplificador de corriente

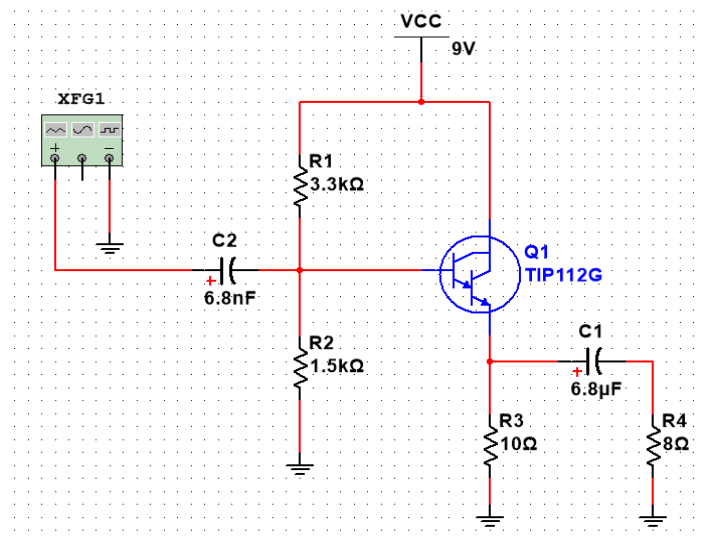


Imagen 4. 410 Circuito amplificador colector común.

Con este circuito conseguimos suministrar la corriente necesaria para que la bocina funcionara, el problema con este circuito es la fuente de 9V, que nos entrega una señal deforme y no es capaz de entregar la misma amplitud de la señal amplificada como se muestra en la Imagen 4.61.

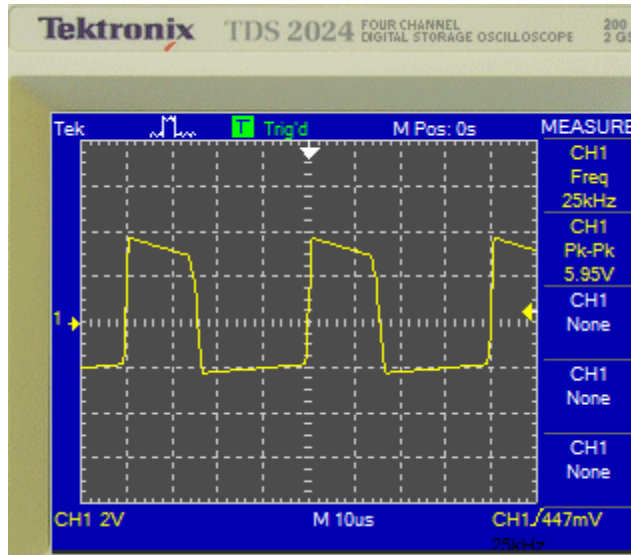


Imagen 4. 421 Señal generada por amplificador TIP112.

Procedimiento para medición física del amplificador TIP112

Se tomó la salida del circuito amplificado de la prueba anterior y se introdujo a la entrada de este nuevo amplificador de corriente, la señal se obtuvo con un osciloscopio digital ATEN ADS1102CAL.

Resultado

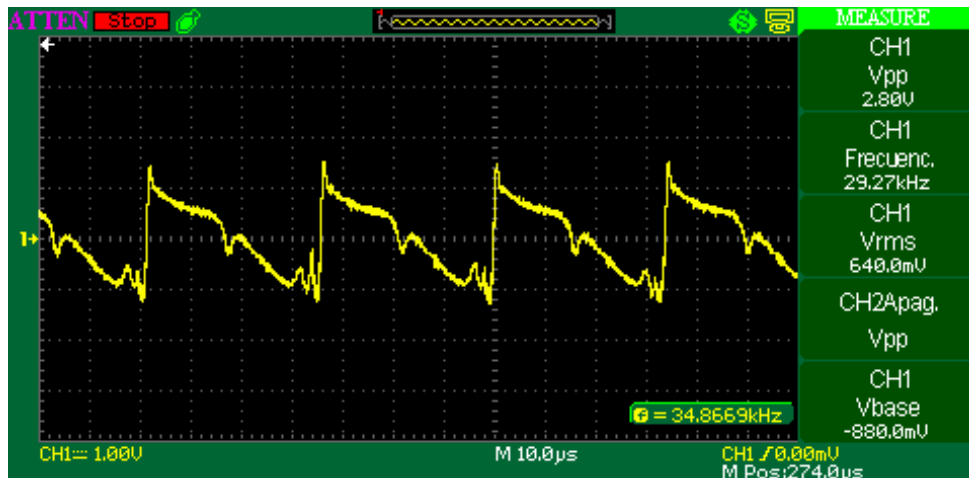


Imagen 4. 432 Medición circuito amplificador TIP112.

La señal generada por el circuito sufre una gran distorsión comparada con la señal de entrada, antes de resolver este problema, se realizaron otras propuestas de amplificación que simplifican el sistema, como lo son los módulos amplificadores de audio.

4.9.2 Amplificadores de audio

En estas pruebas era necesario acoplar los transductores para obtener las mediciones de operación.

Modulo TDA2030A

Este modelo de amplificador mostraba una gran aceptación en el mercado, por su sencilla conexión y su ajuste mediante potenciómetro, se realizaron pruebas con señales de audio de un celular las cuales fueron favorables.

Procedimiento para medición de tweeter “Xo visión tx 350”

El módulo tenía una alimentación de 12V mientras que el Vcc del circuito Colpitts y el amplificador BC547C era de 30V, se realizaron 2 mediciones: la primera se tomaba directamente del circuito Colpitts y la otra pasaba por la amplificación del circuito BC547C, se utilizó un osciloscopio digital ATEN ADS1102CAL.

Resultados

Señal de oscilador “sin preamplificar”

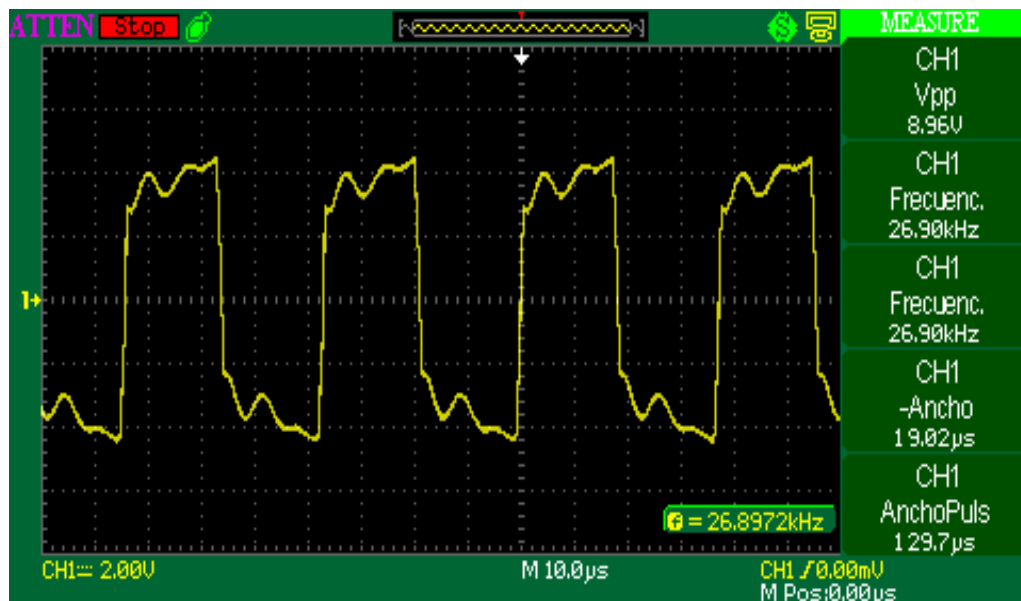


Imagen 4. 443 Medición de señal en tweeter Xo visión tx 350 sin preamplificación.

Señal con preamplificador BJT

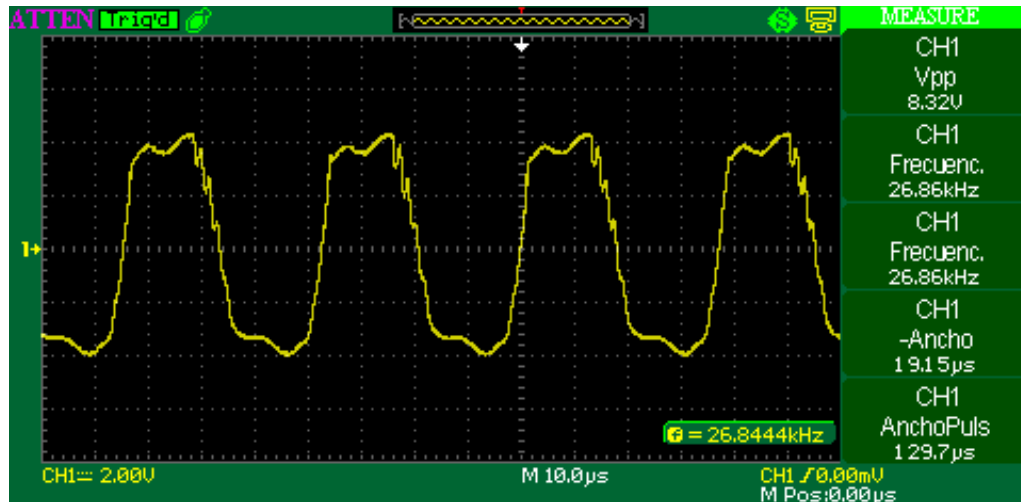


Imagen 4. 45 Medición de señal en tweeter Xo visión tx 350 con preamplificación.

A pesar que se realiza una preamplificación se puede observar que no existe una ganancia de voltaje, esto se debe al ajuste realizado con el potenciómetro del módulo, sin este ajuste, la señal con preamplificación se mostraba distorsionada y con una frecuencia incorrecta.

Procedimiento para medición de “Pioner ts-t15”

Las condiciones son las mismas que la prueba: *Procedimiento para medición de tweeter “Xo visión tx 350”*.

Resultados

Señal de oscilador “sin preamplificar”

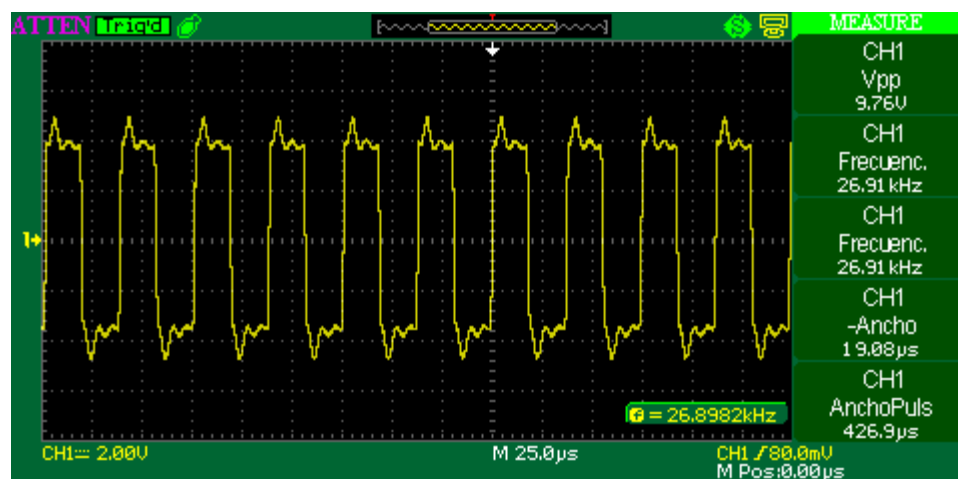


Imagen 4. 465 Medición de señal en tweeter Pioner ts-t15 sin preamplificación.

Señal con preamplificador BJT

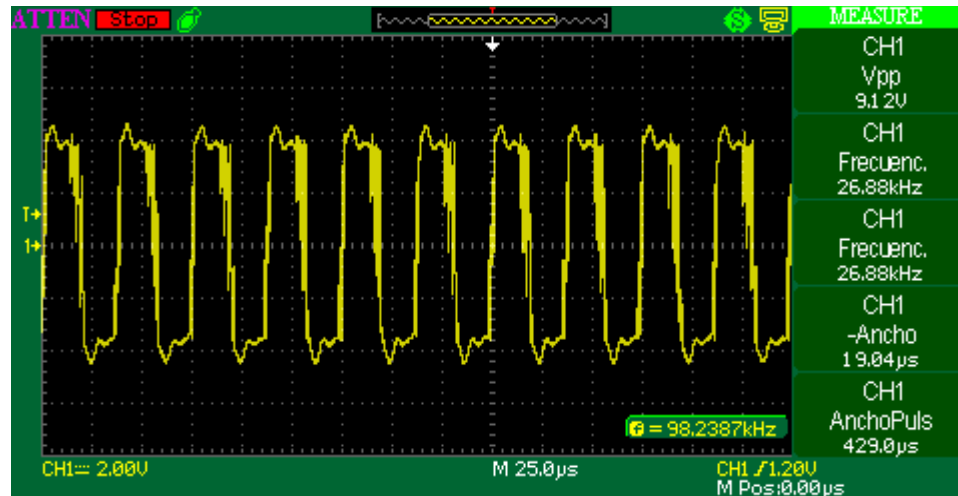


Imagen 4. 476 Medición de señal en tweeter Pioner ts-t15 con preamplificación.

El resultado fue muy parecido, ya que con preamplificación, la señal se muestra distorsionada y sin una ganancia de voltaje.

Transductor Dazer II

Se desmonto el transductor del circuito Dazer II para realizar las mismas pruebas y observar su comportamiento con un amplificador de audio. Las condiciones son las mismas que la prueba: *Procedimiento para medición de tweeter “Xo visión tx 350”*.

Resultados

Señal de oscilador “sin preamplificar”

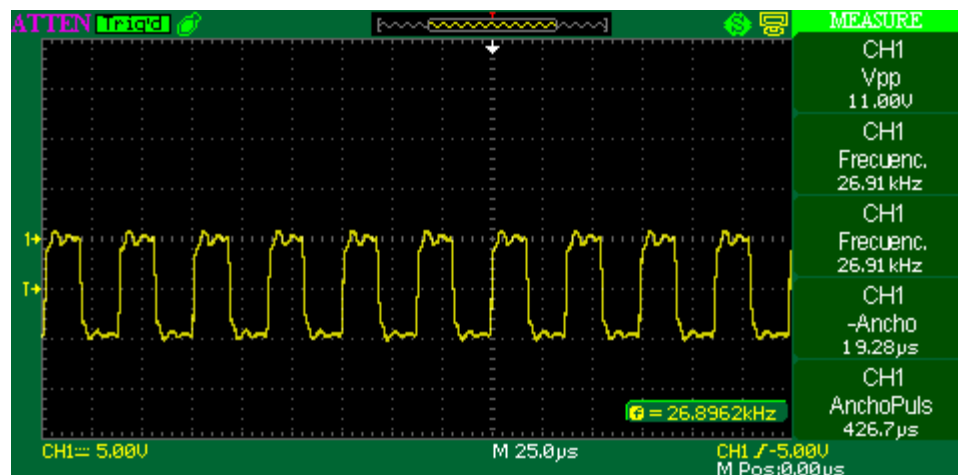


Imagen 4. 487 Medición de señal en transductor Dazer II sin preamplificación con componente DC.

Como se muestra en la Imagen 4.67 la señal muestra una componente en DC la cual evita que la señal generada sea una señal alterna, para evitar este comportamiento se utilizó un capacitor entre el módulo y el transductor Imagen 4.68.



Imagen 4. 498 Arreglo para transductor Dazer II.

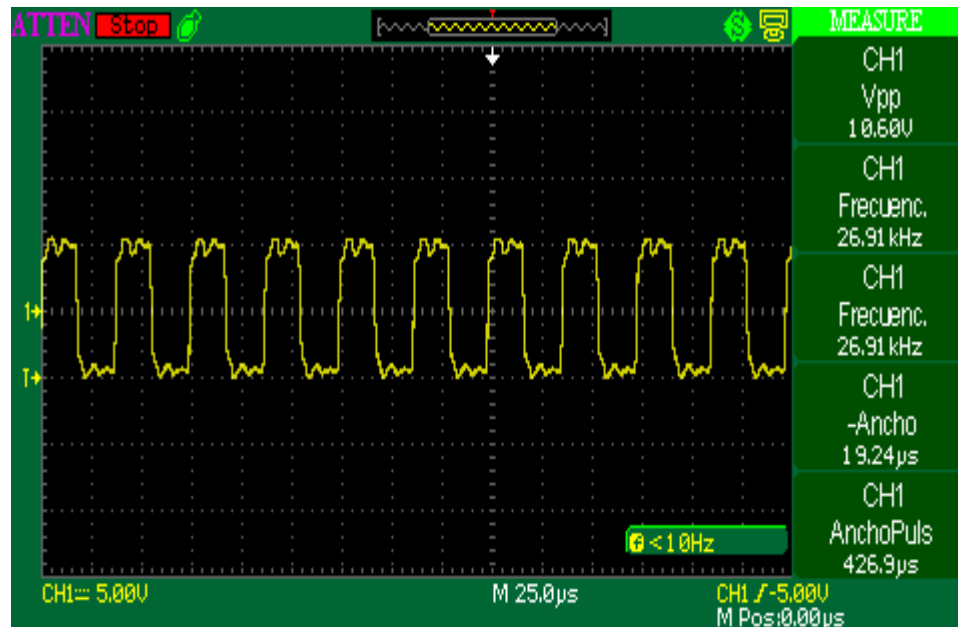


Imagen 4. 50 Medición de señal en transductor Dazer II sin preamplificación

Señal con preamplificador BJT

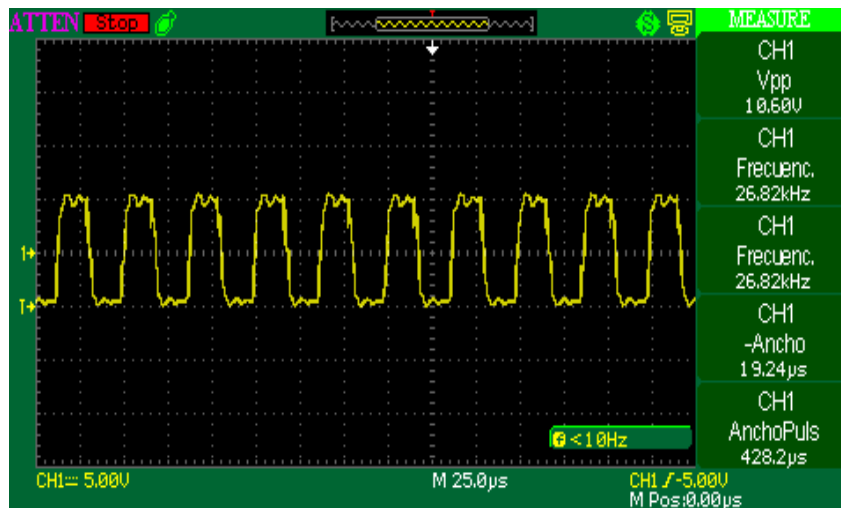


Imagen 4. 510 Medición de señal en transductor Dazer II con preamplificación.

Terminando estas pruebas con el módulo TDA2030A se determinó que no es necesario una preamplificación de la señal generada del circuito oscilador.

Después de ver este comportamiento se realizó una nueva prueba ahora cambiando el Vcc del circuito Colpitts debido a que en estas pruebas se realizó con un Vcc de 30V.

Procedimiento para prueba con oscilador a 9V

Se le suministra un Vcc de 9V al circuito Colpitts, no se usó el amplificador BC547C ya que en las pruebas anteriores se determinó que no es necesario, se utilizó un osciloscopio digital ATTEN ADS1102CAL.

La señal obtenida se muestra en la Imagen 4.71 en la cual se puede observar que la amplitud es de 408mVpp.

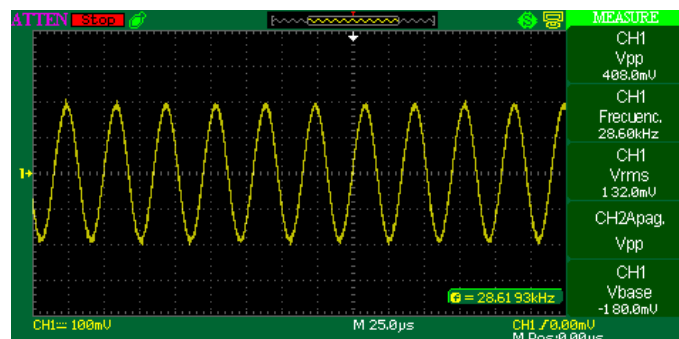


Imagen 4. 521 Medición de señal en circuito Colpitts.

Esta señal se amplificó con el módulo TDA2030A y tomé medición en cada transductor propuesto.

Resultados con tweeter “Xo visión tx 350”

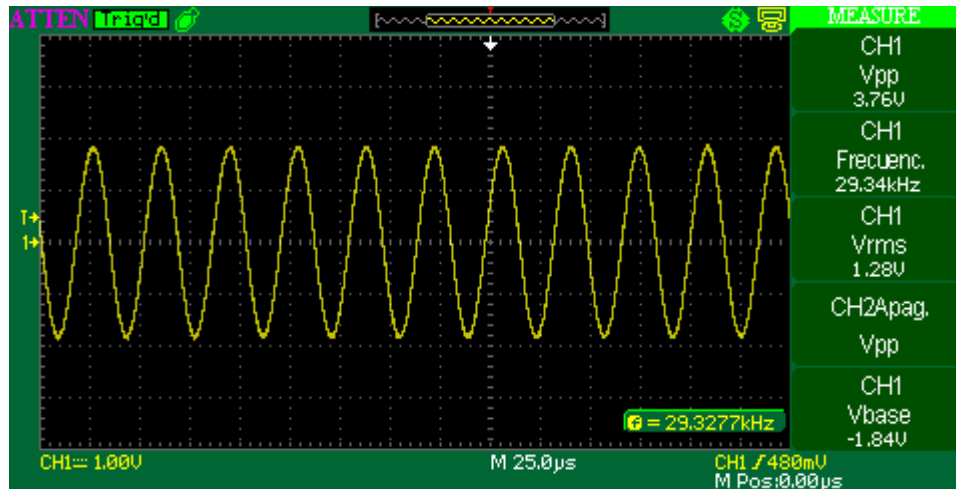


Imagen 4. 532 Medición de señal en tweeter Xo visión tx 350 a 9V.

La Imagen 4.72 muestra la señal de salida del módulo amplificador, se puede notar que no existe una distorsión en la señal, su amplitud aumento casi 10 veces, aunque comparado la amplitud con la Imagen 4.63 se puede ver que perdemos amplitud ya que esta tenía aproximadamente 9Vpp.

Resultado con tweeter “Pioner ts-t15”

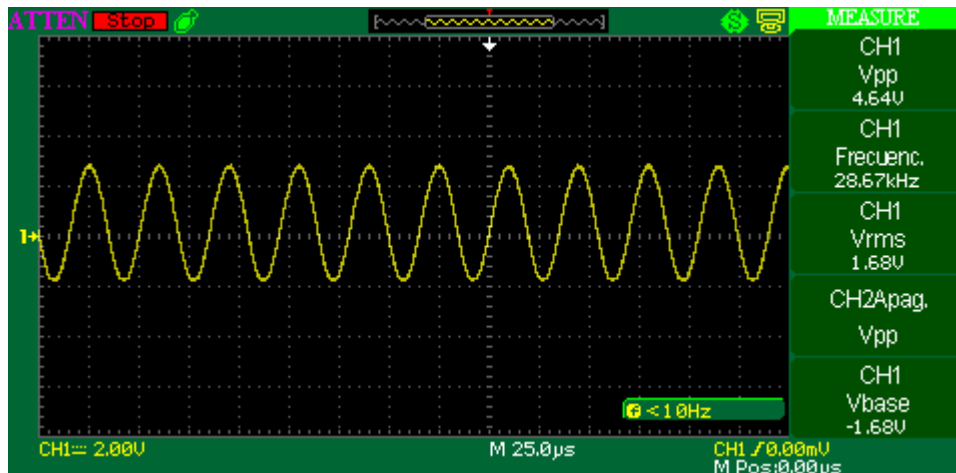


Imagen 4. 543 Medición de señal en tweeter Pioner ts-t15 a 9V.

La Imagen 4.73 muestra una señal sin distorsión, aunque al comparar la amplitud de esta con la Imagen 4.65 podemos ver que se pierde casi el doble de amplitud, pero la señal esta distorsionada.

Resultado con transductor Dazer II

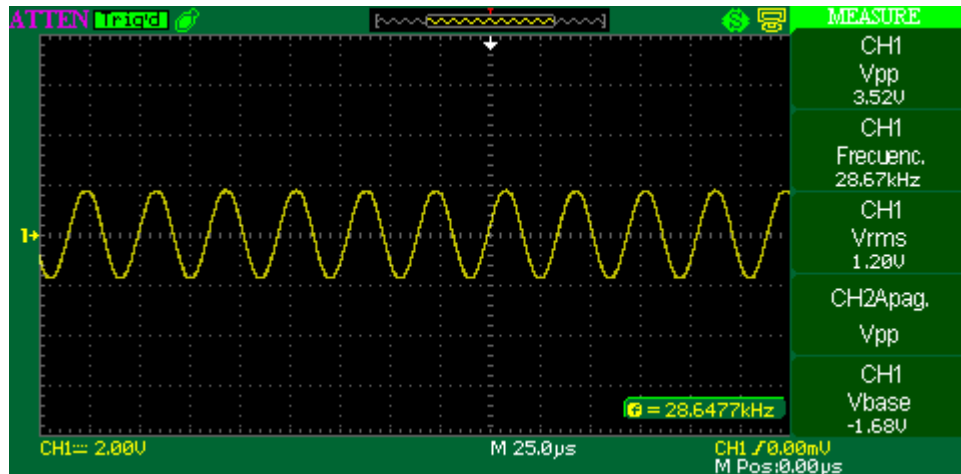


Imagen 4. 554 Medición de señal en transductor Dazer II a 9V.

En la Imagen 4.74 notamos el mismo suceso que en las anteriores pruebas una señal sin distorsión, pero sacrificamos la amplitud que nos brinda un V_{cc} de 30V.

Con esta prueba se concluyó que este módulo trabaja mejor con señales pequeñas, en este caso estamos limitando al módulo TDA2030A con una fuente de 12V, lo que provoca el corte de la señal y su distorsión.

Amplificador LA42102

Para usar este amplificador se realizaron algunas modificaciones al esquemático mostrado en el capítulo 2.5.3, se usará un solo canal y no se contará con algunas de las opciones como mute.

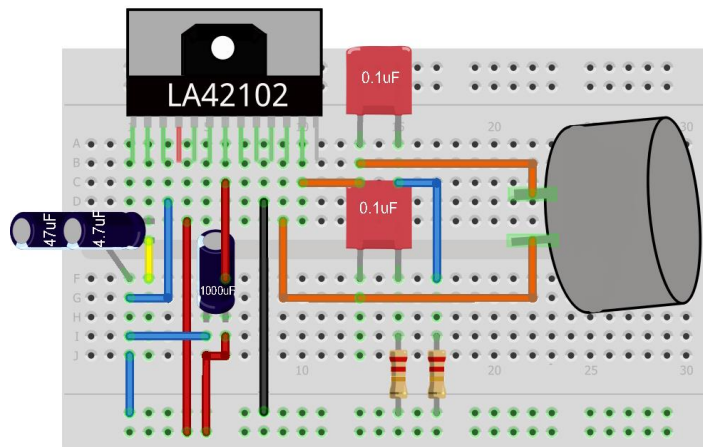


Imagen 4. 565 Circuito amplificador LA42102 de audio implementado.

Procedimiento

Se realizaron pruebas con los diferentes transductores, solo se ocupó el canal 1 del amplificador que se muestra en la Imagen 4.75 con un cable de color amarillo. El voltaje de alimentación no fue constante y se realizaron mediciones con voltajes similares para las características de la señal.

Resultados

Circuito amplificador LA42102 con Tweeter “Xo vision tx 350”

Circuito con fuente de 5V

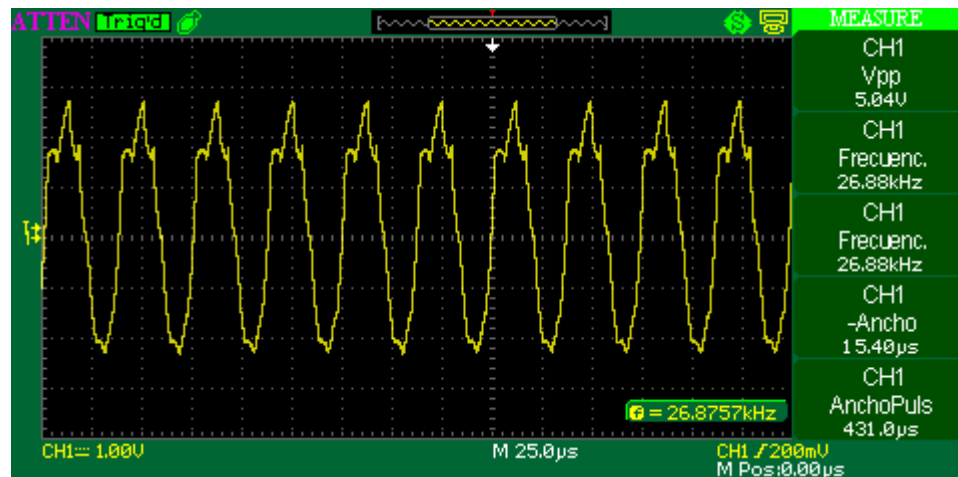


Imagen 4. 576 Señal entregada con tweeter “Xo vision tx 350” a 5V.

Circuito con fuente de 14V

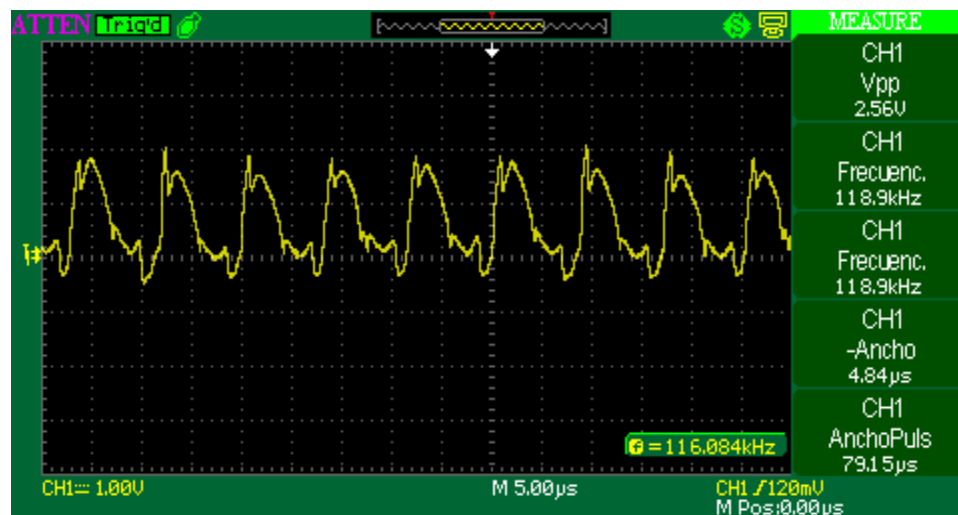


Imagen 4. 587 Señal entregada con tweeter “Xo vision tx 350” a 14V.

Después de estas mediciones se determinó que para el tweeter Xo visión tx 350 el circuito debe estar alimentado con una fuente entre 5 hasta 7V, entre más voltaje se le suministre el circuito deforma la señal.

Circuito amplificador LA42102 con Tweeter “Pioner ts-t15”

Circuito con fuente de 5V

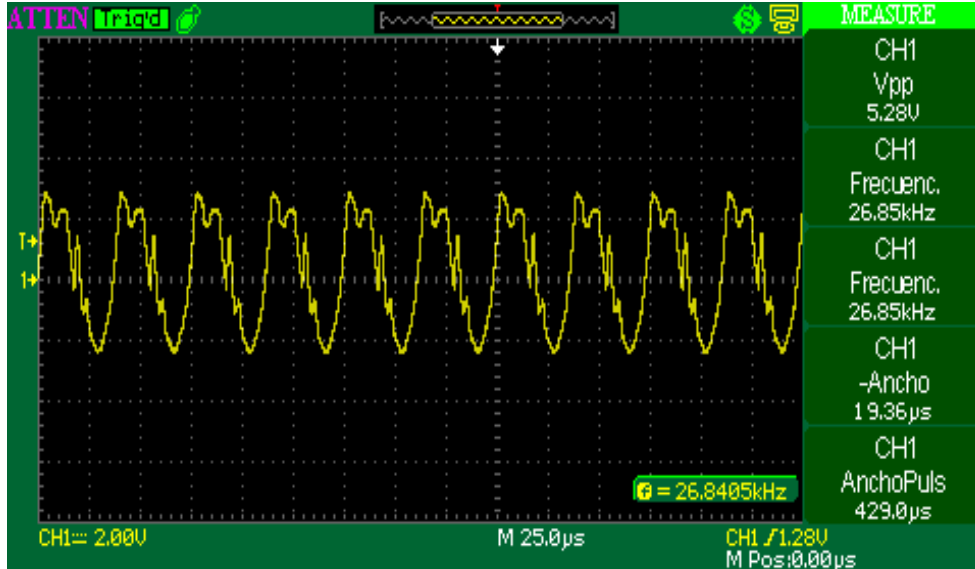


Imagen 4. 598 Señal entregada con tweeter Pioner ts-t15 a 5V.

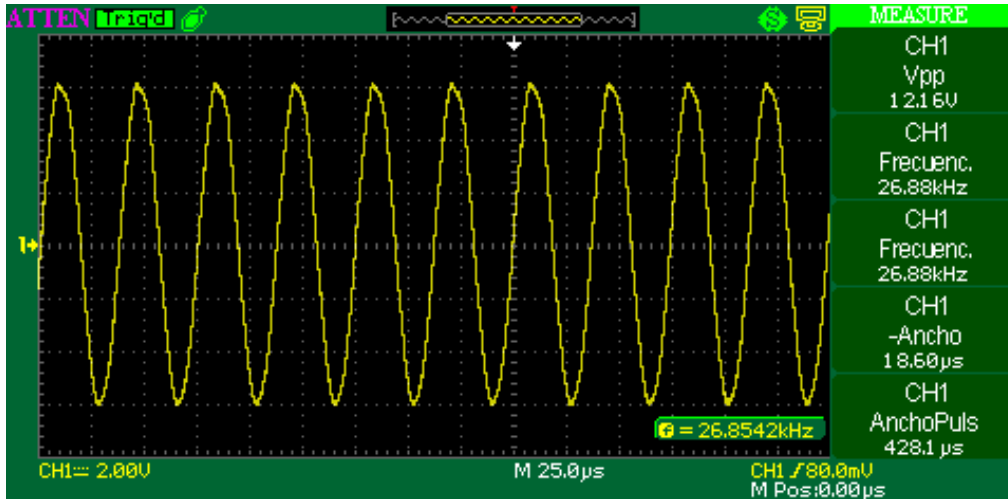


Imagen 4.79 Señal entregada con tweeter Pioner ts-t15 a 12V.

Las mediciones generadas por los transductores son diferentes, en este caso se puede observar que el voltaje adecuado que se debe suministrar es de 12V para obtener una señal sin deformación.

Circuito amplificador LA42102 con transductor Dazer II

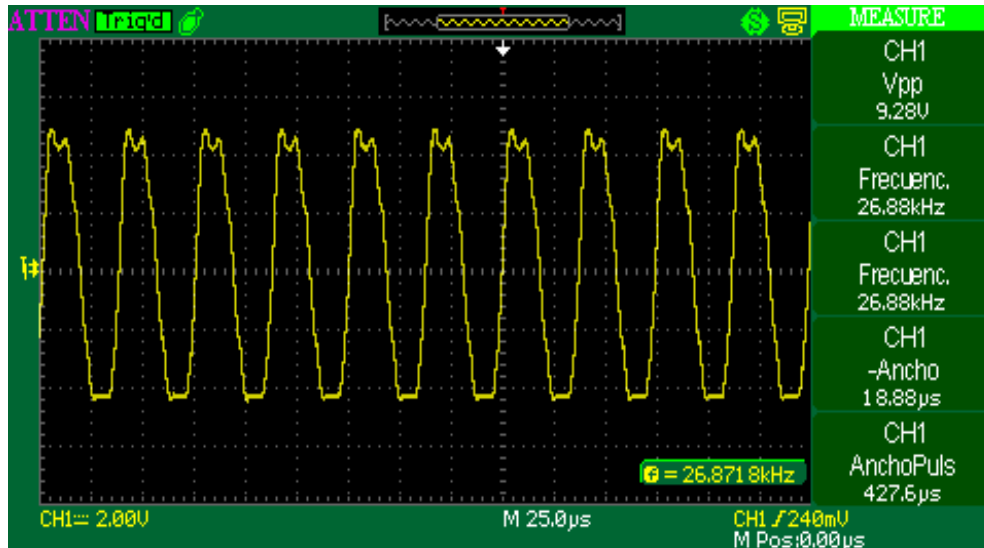


Imagen 4. 600 Señal entregada con transductor Dazer II a 5V.

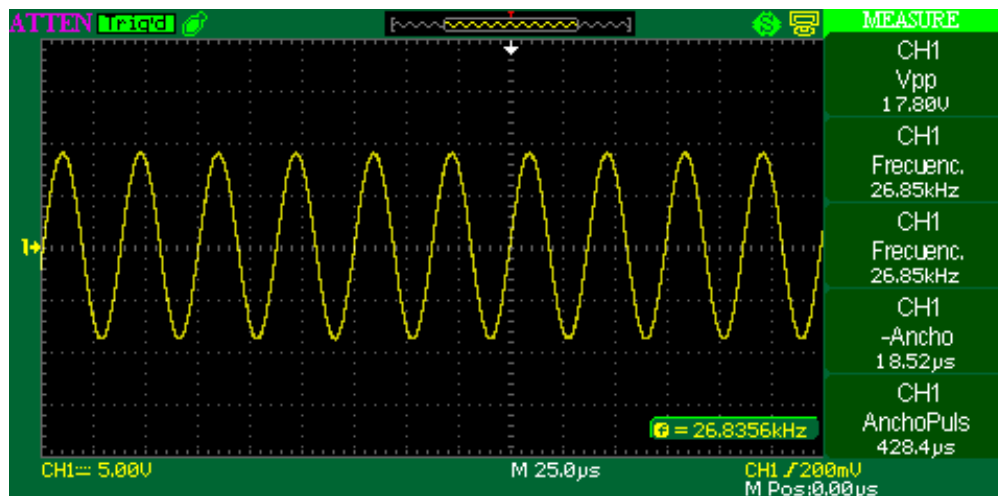


Imagen 4. 611 Señal entregada con transductor Dazer II a 15V.

Este transductor se comporta de una manera semejante al tweeter Pioneer, entre más voltaje se le suministra al amplificador la señal se muestra sin atenuación y con mayor amplitud.

De esta serie de pruebas se puede concluir que en este caso la señal de entrada del amplificador debe ser pequeña en el orden de los mV, además, se puede concluir que ambos amplificadores cumplen el objetivo de amplificar la señal tanto en corriente como voltaje.

4.10 Prueba de dispositivo diseñado

Procedimiento

Se utilizó el circuito oscilador Colpitts, el cual amplificara su señal a través del módulo amplificador TDA2030 y esta sea transmitida al tweeter (Imagen 4.81). El circuito estará alimentado por celdas de Ion Litio y se activará mediante un relevador colocando una punta a 5V para que energice el dispositivo. Se realizará las pruebas con algunos de los perros previamente seleccionados en las pruebas con repelentes comerciales.

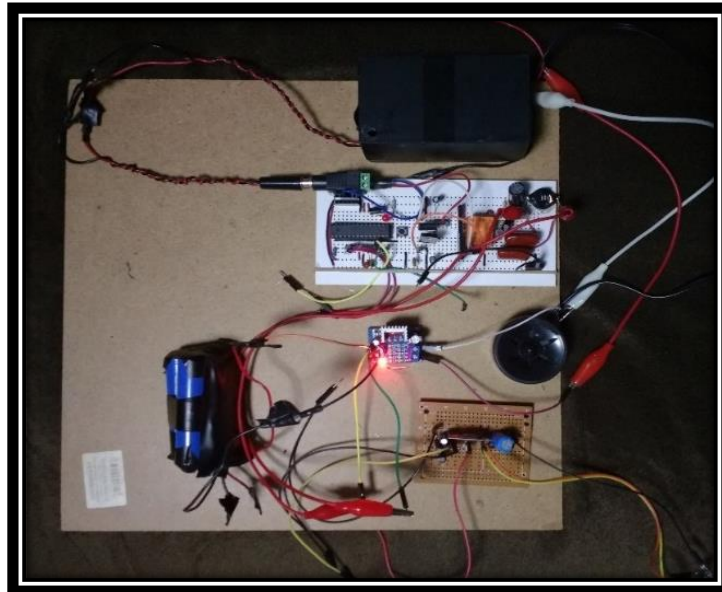


Imagen 4. 622 Dispositivo diseñado para pruebas con perros.

Resultados

Los datos de las pruebas se muestran en la Tabla 4.17, donde se comparan con el dispositivo comercial Dazer II el cual considero tiene mayor eficacia. Se mantendrá la misma escala que en las pruebas de repelentes ultrasónicos.

Tabla 4. 17 Pruebas de repelente ultrasónico con circuito diseñado.

Perro	Diseñado	Dazer II
Doggy	2	0
Charly	1	2
Grey	3	-
Carmelo	2	3
Napoleón	1	2
Mordelón	2	-

Se puede revisar el video de estas pruebas, escaneado el código QR del Anexo Ñ.



Imagen 4. 633 Prueba de repelentes ultrasónicos con circuito diseñado.

La mayor dificultad que se me presento en esta prueba fue la memoria de los perros, al estar utilizando este dispositivo en los mismos perros estos al verme se escondían de inmediato aun sin activar el dispositivo como es el caso de Carmelo, un problema similar ocurría cuando se activaba por primera vez el dispositivo, y los perros no regresaban de nuevo cerca de mí, evitando realizar otras prueba con un diferente amplificador o transductor, por esto se decidió utilizar solo el tweeter Xo visión tx 350 y el módulo amplificador TDA2030.

Conclusión y Trabajos futuros

En este trabajo se investigó sobre la situación actual en México acerca de los perros callejeros, las implicaciones que llevan a tener un número tan grande de perros sin hogar, algunos de estos problemas son los accidentes vehiculares, ataques a transeúntes y salud pública. Con la información obtenida podemos destacar que existe una gran variedad de enfermedades causadas por el fecalismo al aire libre además de conocer que en México las infecciones gastrointestinales son la primera causa de muerte en la población infantil, y teniendo en cuenta que se recogen 696 toneladas de excremento al día a nivel nacional podemos decir que este hecho contribuye en gran parte al problema que existe con enfermedades gastrointestinales.

Uno de los objetivos principales de este proyecto consiste en ahuyentar perros, para esto se investigaron las formas que existen para ahuyentarlos, se encontraron remedios caseros siendo la más popular la pimienta cayena, de los métodos más efectivos que se encontraron fue el gas pimienta repelente para osos, se encontraron videos donde alejaban a un perro que se encontraba por atacar a personas y este se alejaba al instante de inhalar el gas. Como mi tema de tesis, va dirigido a la electrónica, se encontró un sistema para ahuyentar canes mediante ultrasonido, el cual no es 100% eficaz porque algunos perros por edad o adiestramiento no son afectados por este sonido.

Para realizar un dispositivo ultrasónico era necesario generar una señal de 25kHz, la cual se generó a través de un oscilador Colpitts, además era necesario utilizar un transductor capaz de trabajar a esa frecuencia, en este caso se utilizaron tweeter de automóvil. El mayor reto de este trabajo fue la implementación del sistema de potencia requerido para que la señal fuera transmitida por el tweeter, ya que esto no se logró de manera satisfactoria con transistores los cuales eran usados en dispositivos ultrasónicos comerciales y se recurrió a los amplificadores de audio los cuales solucionaron el problema.

La energía renovable disponible para el usuario promedio puede reducirse a tres opciones: cinéticas, eólica y solar la cual cuenta con más desarrollo. Las baterías son un factor clave en el proyecto, se logró concluir que las celdas de Ion Litio son la mejor opción de baterías recargables, son pequeñas y tienen una alta capacidad de almacenamiento de energía, además existen muchos módulos con la función de cargar este tipo de baterías.

El programa se desarrolló en el IDE de Arduino, fue muy sencillo porque todos los dispositivos ocupados eran muy conocidos y existían muchos ejemplos que simplificaban el proceso, como es el caso del sensor PIR el cual fue elegido como sensor de presencia.

Los principales retos en este proyecto radicó en la etapa del oscilador ultrasónico, éste requería indispensablemente un osciloscopio para observar la señal ya que esta señal no es audible, el amplificador la señal retrasó el avance del proyecto durante mucho tiempo puesto que se había realizado una inspección del circuito Dazer II, y éste no contenía ningún amplificador de audio como tal sino un amplificador de corriente realizado con un transistor

después de varias pruebas se decidió utilizar amplificadores de audio resultando ser la mejor opción para emitir esta señal través de un tweeter.

El dispositivo creado funciona, pero existen características del perro como la edad, entrenamiento, sensibilidad auditiva que evitan que el sistema tenga una eficacia del 100 %.

Costo de dispositivo

Para concluir el tema de costos en esta tesis, se incluirá el precio del dispositivo desglosándolo por módulos y dispositivos ocupados en estos.

Módulos de alimentación.

	México	Aliexpress
<i>Panel solar de 12V a 1W</i>	\$200 MN	\$50 MN
<i>Componentes diversos</i>	\$300 MN	\$70 MN
<i>3 celdas Ion Litio</i>	\$480 MN	\$250 MN
Total	\$980 MN	\$370 MN

Módulo con sensores y controlador

	México	Aliexpress
<i>Atmega328P-PU</i>	\$60 MN	\$
<i>Componentes diversos</i>	\$75 MN	50 MN
<i>2 módulos PIR</i>	\$60 MN	\$31 MN
<i>Relevador</i>	\$10 MN	\$6.50 MN
<i>Servomotor</i>	\$40 MN	\$24 MN
Total	\$245 MN	\$111.5 MN

Módulo oscilador

	México	Aliexpress
<i>Oscilador</i>	\$80 MN	\$40 MN
<i>Transductor</i>	\$170 MN	\$100 MN
<i>Amplificador de audio</i>	\$40 MN	\$18 MN
<i>Componentes diversos</i>	\$35 MN	\$20 MN
Total	\$325 MN	\$178 MN

En componentes diversos se contemplan resistencias, capacitores, LED, cables, conector, placa fenólica, cajas de proyecto, estaño, etc.

El costo total del dispositivo comprando todo en México es de: \$1,550 MN.

Su costo de venta de este prototipo, teniendo una ganancia del 30% y agregando un 16 % de I.V.A. sería de: \$2,263 MN.

Trabajo futuro

Como trabajo a futuro se realizarán pruebas con una muestra más grande de perros, y una señal generada a través del Arduino probando más de un amplificador de audio, realizar pruebas con celdas de ion litio nuevas y mostrar las ventajas que pueden aportar al sistema, así como rediseñar el sistema para que sea capaz de operar con pilas comerciales de 9V.

Desarrollar un modelo 3D que sea capaz de integrar todos los componentes de una manera eficiente, modificar los ángulos tanto del panel solar como los sensores PIR y el dispositivo ahuyentador de perros. Con el modelo mencionado anteriormente se realizaran pruebas para un prototipo físico, generado mediante una impresión 3D.

Referencias

- Acciona. (27 de Abril de 2017). *Acciona*. Obtenido de <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/>
- Aerogeneradores. (27 de Abril de 2017). *Aerogeneradores*. Obtenido de <http://www.aerogeneradores.com/>
- Alameda, T. (04 de Marzo de 2015). *FONDO DE EMPRENDEDORES*. Obtenido de <http://www.fondoemprendedores.fundacionrepsol.com/es/actualidad/noticias/energy-harvesting-podria-convertir-20-del-calor-residual-industrial-electricidad>
- Allen-Bradley. (15 de Mayo de 2017). *Allen-Bradley*. Obtenido de <http://ab.rockwellautomation.com/es/Sensors-Switches/Presence-Sensing>
- Álvarez, J. A. (05 de Mayo de 2017). *Asi Funciona*. Obtenido de http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_1.htm
- Aprendiendo Arduino. (18 de Mayo de 2017). Obtenido de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/12/11/ide-arduino/>
- Automatización y Electrónica. (17 de Mayo de 2017). https://www.dirind.com/dae/monografia.php?cla_id=18. Obtenido de https://www.dirind.com/dae/monografia.php?cla_id=18
- Bolado, E. M. (2009). *Instrumentación electrónica: Transductores y acondicionadores de señal*. España: Universidad de Cantabria.
- Cadena, A. E. (2016). *Impacto en salud pública de accidentes por mordedura de perros y gatos*. Bogotá.
- Camacho, E. (23 de Noviembre de 2014). *Sinembargo.mx*. Obtenido de <http://www.sinembargo.mx/23-11-2014/1173123>
- Carletti, E. J. (16 de Mayo de 2017). *ROBOTS*. Obtenido de http://robots-argentina.com.ar/MotorPP_basico.htm
- Carrod electrónica. (17 de Mayo de 2017). *Carrod electrónica*. Obtenido de <https://www.carrod.mx/products/relevador-5-vcd-1-polo-2-tiros-10-a-5-pines>

Castañón, G. L. (28 de Abril de 2017). *Academia*. Obtenido de http://www.academia.edu/31140396/CELDAS_FOTOVOLTAICAS

Concepto definicion. (16 de Mayo de 2017). *Concepto definicion*. Obtenido de <http://concepto definicion.de/motor-electrico/>

Construible. (11 de Marzo de 2015). *Construible*. Obtenido de <https://www.construible.es/2015/03/11/energy-floors-genera-electricidad-a-partir-de-la-energia-de-la-pisada>

Contech. (2017). *ScareCrow*.

Crespo, M. D. (18 de Mayo de 2017). *Arduino en español*. Obtenido de http://manuel delgadocrespo.blogspot.mx/p/modelos_29.html

Curso de Acústica . (10 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://www.ehu.eus/acustica/espanol/electricidad/transes/transes.html>

Dorantes, R. (11 de Julio de 2013). *Excelsior*. Obtenido de <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2013/07/11/908416>

Duiops. (26 de Diciembre de 2007). *Duiops*. Obtenido de <http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/transductor.htm>

Durand, B. G. (6 de Junio de 2016). *El universal*.

EcuRed. (17 de Mayo de 2017). Obtenido de https://www.ecured.cu/Circuito_Integrado_lm7805

Encilopedia de Clasificaciones. (27 de Abril de 2017). *Tiposde*. Obtenido de <http://www.tiposde.org/cotidianos/420-tipos-de-baterias/#ixzz4aDQOW1QA>

Energia Renovable. (27 de Abril de 2017). *Energia Renovable*. Obtenido de <http://www.energiarenovable.com/>

Energía solar térmica. (28 de Abril de 2017). *Energía solar térmica*. Obtenido de <http://www.energiasolartermica.biz/>

Energiza. (02 de Mayo de 2017). *Energiza*. Obtenido de <http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/627-paneles-fotovoltaicos-concepto-y-tipos>

Energy EV. (29 de Agosto de 2014). *Energy EV*. Obtenido de <http://energyev.com/las-baterias-de-litio-y-bms-como-funcionan/>

ERENOVABLE. (31 de Agosto de 2015). *ERENOVABLE*. Obtenido de <http://erenovable.com/cmo-funciona-la-energa-solar/>

Fancy Pets. (19 de Abril de 2017). *Petsy*. Obtenido de <https://petsy.mx/fancy-pets-repelente-granulado-1-kg>

Forum Arduino. (22 de Febrero de 2016). *Forum Arduino*. Obtenido de <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=381114.0>

Fuentes, M. L. (15 de Enero de 2013). *México Social*. Obtenido de <http://mexicosocial.org/index.php/mexico-social-en-excelsior/item/142-perros-callejeros-problemas-de-salud-p%C3%BAblica.html>

González, A. G. (2 de Diciembre de 2016). *Panama Hitek*. Obtenido de <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>

González, R. (8 de Octubre de 2012). *twenergy*. Obtenido de <https://twenergy.com/a/que-es-la-energia-cinetica-710>

González, R. (27 de 01 de 2014). *twenergy*. Obtenido de <https://twenergy.com/a/el-almacenamiento-de-energia-1096>

Gugel, P. (17 de Marzo de 2016). *El mundo*. Obtenido de <http://www.elmundo.es/papel/todologia/2016/03/17/56e80c9e268e3e4b1e8b4633.html>

Hernández, R. (28 de Junio de 2015). *Blogspot*. Obtenido de <http://transductoreselectricosrikrdo.blogspot.mx/2015/06/queson-transductores-transductores-un.html>

Herrador, R. E. (13 de Noviembre de 2009). Obtenido de http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf

Huesca, P. (6 de Marzo de 2006). *Cronica*. Obtenido de <http://www.cronica.com.mx/notas/2006/229546.html>

- HyperPhysics. (05 de Septiembre de 2017). *HyperPhysics*. Obtenido de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Electronic/npncc.html#c3>
- Isaac. (25 de Abril de 2014). *Ciencia y tecnología*. Obtenido de <http://arquitectura.blogspot.mx/2014/04/baterias-de-ion-litio-conceptos.html>
- Keyence. (15 de Mayo de 2017). *Keyence*. Obtenido de <http://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/proximity/info/>
- Keyence. (15 de Mayo de 2017). *Keyence*. Obtenido de <http://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/>
- Keyence. (15 de Mayo de 2017). *Keyence*. Obtenido de <http://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/photoelectric/info/>
- Llamas, L. (15 de Mayo de 2017). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/medir-distancia-con-arduino-y-sensor-de-ultrasonidos-hc-sr04/>
- Llamas, L. (16 de Mayo de 2017). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/detector-de-movimiento-con-arduino-y-sensor-pir/>
- Maksymiv, N. (2 de Julio de 2010). *Expansión*. Obtenido de http://expansion.mx/tecnologia/2010/07/01/tecnologia-integradora-una-tendencia?internal_source=PLAYLIST
- Malvino, A. P. (2000). *Principios de Electrónica*. Madrid: 1999.
- Marínez, S. (Abril de 2013). *Consejos de limpieza*. Obtenido de <http://www.consejosdelimpieza.com/2013/04/ahuyentar--evitar-perros-orinando-en-tu-casa.html>
- Martínez, P. M. (Agosto de 2010). *Ciencia y desarrollo*. Obtenido de <http://www.cyd.conacyt.gob.mx/245/Articulos/Notienelaculpaelperro/Perrosin culpa1.html>
- MICRO JPM. (17 de mayo de 2017). *MICRO JPM*. Obtenido de <http://www.microjpm.com/products/relay-srd-05vdc-sl-c-spdt-5vdc/>

Moreno, G. (28 de Abril de 2017). *Blogger*. Obtenido de <http://celdasfotovoltaicas.blogspot.mx/>

Mundo Solar. (02 de Mayo de 2017). *Mundo Solar*. Obtenido de <http://www.dforcesolar.com/energia-solar/tipos-de-celdas-solares/>

Nisenet. (13 de Noviembre de 2013). *Nisenet*. Obtenido de <http://www.nisenet.org/catalog/exploring-properties-electric-squeeze>

Onofre, J. S. (28 de mARZO de 2017). *EL ECONOMISTA*. Obtenido de <http://eleconomista.com.mx/industrias/2017/03/28/amazon-mercadolibre-operan-practicas-abusivas-mexico>

Paecke, L. S. (14 de Febrero de 2014). *El Definido*. Obtenido de http://www.eldefinido.cl/actualidad/mundo/1835/6_mitos_sobre_las_baterias_de_Li_tio/

Paradisi, A. (17 de Marzo de 2016). *Mascota Fiel*. Obtenido de <http://mascotafiel.com/evitar-perros-defequen-jardin/2/>

Porto, J. P. (25 de Abril de 2017). *Definicion*. Obtenido de <http://definicion.de/ultrasonido/>

Proa, E. (1 de Abril de 2009). *El universal*. Obtenido de <http://archivo.eluniversal.com.mx/notas/588130.html>

Promotec. (18 de Mayo de 2017). *promotec*. Obtenido de Este que os presentamos está basado en el integrado XL6009, que permite una tensión de entrada entre 5V y 32V con un máximo de 4 Amperios y una salida entre 5 y 52V.

Proyectos de electronica. (17 de Mayo de 2017). *Proyectos de electronica*. Obtenido de <http://www.proyectoelectronico.com/index.html>

Purocomercialre. (04 de Julio de 2010). Obtenido de <http://www.prucomercialre.com/que-es-un-tweeter-cinta/>

Radio Systems Corporation. (2017). *PetSafe*.

Riquelme, A. E. (16 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://docplayer.es/20311146-Universidad-de-magallanes.html>

- Rodríguez, L. E. (27 de Septiembre de 2012). *Ciencia UNAM*. Obtenido de http://ciencia.unam.mx/contenido/texto/leer/109/Proponen_solucion_al_problema_de_los_perros_callejeros
- Román, J. (24 de Diciembre de 2008). *EMEZETA*. Obtenido de <https://www.emezeta.com/articulos/pilas-recargables-efecto-memoria>
- SABRE. (19 de Abril de 2017). *SABRE*. Obtenido de <https://www.sabred.com/pepper-spray/sabre-keychain-dog-spray>
- SANYO. (05 de Septiembre de 2017). Obtenido de <https://www.promelec.ru/pdf/LA42102.pdf>
- Securamente. (26 de Marzo de 2014). *secura me*. Obtenido de <http://www.securamente.com/baterias-de-li-ion-ventajas-desventajas-y-mantenimiento/>
- Sosa, M. (26 de Febrero de 2017). *Innatia*. Obtenido de <http://www.innatia.com/s/c-trucos-para-limpiar/a-cuatro-remedios-caseros-para-evitar-que-los-perros-orinen-tus-puertas-3892.html>
- STEREN. (2017). *LAM-600*.
- Tecnología de las baterías. (2017 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://www2.elo.utfsm.cl/~elo383/apuntes/PresentacionBaterias.pdf>
- Todo Noticias. (25 de Octubre de 2015). Obtenido de http://tn.com.ar/tecno/f5/mira-el-cargador-para-celulares-que-genera-energia-mientras-caminas_504995
- Trujillo, S. C. (17 de Mayo de 2017). *Nuevo Modelo de un Convertidor Boost*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Fredy_Hoyos_Velasco/publication/270902471_New_model_for_a_boost_converter_controlled_with_non-linear_sliding_control_ZAD/links/54b93e840cf253b50e2910de.pdf?origin=publication_list
- TZT. (05 de Septiembre de 2017). Obtenido de <https://es.aliexpress.com/store/product/1PCS-LOT-TDA2030A-Module-Single-Power-Supply-Audio-Amplifier-Board->

Module/1916536_32724864535.html?spm=a219c.search0104.3.2.rnwPAr&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_5490020_5530020_10

Univesidad Nacional del Nordeste. (07 de Junio de 2017). *http://www.ing.unne.edu.ar/*.
Obtenido de http://ing.unne.edu.ar/pub/informatica/Alg_diag.pdf

Xataka móvil. (12 de Marzo de 2015). *Xataka móvil*. Obtenido de
<https://www.xatakamovil.com/espacio-sony/que-es-el-efecto-memoria-de-las-baterias-de-moviles-sigue-existiendo>

Referencias de imágenes

Imagen 2.1 Perro callejero. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de http://ciencia.unam.mx/contenido/texto/leer/109/Proponen_solucion_al_problema_de_los_perros_callejeros

Imagen 2.2 Fecalismo al aire libre. recuperado el jueves, 20 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.3 Gusanos Toxocariosis. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de <http://keepcatscontained.blogspot.mx/2015/02/keep-cats-contained-end-release-of-cats.html>

Imagen 2.4 Niño atendido en el IMSS por infección estomacal. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de <http://www.pulsodf.com.mx/infecciones-gastrointestinales-causa-principal-de-diarrea-en-menores-de-cinco-anos/>

Imagen 2.5 Niño de dos años que sufrió mordida de perro. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de http://www.milenio.com/region/nino_mordido_por_pitbull-pitbull_muerde_a_nino-iker-hospital_universitario-milenio_0_864513768.html

Imagen 2.6 Carambola en Autopista México-Puebla. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de <http://www.excelsior.com.mx/comunidad/2013/07/11/908416>

Imagen 2.7 Repelentes de perros. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.8 Repelentes caseros. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.9 Repelente granulado Fancy Pets. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de <https://goo.gl/xGAqNF>

Imagen 2.10 Repelente en spray de pimienta SABRE. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de <https://www.sabrered.com/sites/default/files/psdad02.png>

Imagen 2.11 Uso de gas pimienta. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.12 Play store: Aplicaciones Ahuyenta perros. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.13 Play store: Comentarios de aplicación “Repelente para perros”. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.14 ScareCrow rociador con sensor de movimiento. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de <https://www.amazon.com/ScareCrow-Motion-Activated-Animal-Repellent/dp/B000071NUS>

Imagen 2.15 Sistemas ultrasónicos. recuperado el miércoles, 26 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.16 Sistema automático con panel solar. recuperado el miércoles, 26 de abril de 2017 de <https://www.aliexpress.com/item-img/2015-Hot-Selling-Solar-Powered-Ultrasonic-Animal-repeller-Pest-repellent-Reject-Birds-Dogs-Cats-Deer-Rat/32348933477.html#>

Imagen 2.17 Ejemplos de dispositivos ultrasónicos manuales. recuperado el miércoles, 26 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.18 Repelente ultrasónico Dazer II. recuperado el miércoles, 26 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.19 Dazer II MercadoLibre. recuperado el jueves, 27 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.20 Integración tecnológica. recuperado el miércoles, 19 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.21 Oscilador Colpitts. recuperado el lunes, 24 de abril de 2017 de <https://electronikuts.files.wordpress.com/2014/09/principios-de-electronica-malvino.pdf>

Imagen 2.22 Acoplamiento capacitivo. recuperado el martes, 25 de abril de 2017 de <https://electronikuts.files.wordpress.com/2014/09/principios-de-electronica-malvino.pdf>

Imagen 2.23 Acoplamiento electromagnético. recuperado el miércoles, 26 de abril de 2017 de <https://electronikuts.files.wordpress.com/2014/09/principios-de-electronica-malvino.pdf>

Imagen 2.24 Temporizador 555 funcionando en modo monoestable (disparo único). recuperado el lunes, 3 de abril de 2017 de <https://electronikuts.files.wordpress.com/2014/09/principios-de-electronica-malvino.pdf>

Imagen 2.25 Temporizador 555 funcionando en modo astable (oscilación libre). recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de <https://electronikuts.files.wordpress.com/2014/09/principios-de-electronica-malvino.pdf>

Imagen 2.26 Multivibrador astable. recuperado el miércoles, 5 de abril de 2017 de <https://electronikuts.files.wordpress.com/2014/09/principios-de-electronica-malvino.pdf>

Imagen 2.27 Circuito 555 astable funcionando como sirena o alarma. recuperado el jueves, 6 de abril de 2017 de <https://electronikuts.files.wordpress.com/2014/09/principios-de-electronica-malvino.pdf>

Imagen 2.28 Amplificador de voltaje con BJT. recuperado el miércoles, 6 de septiembre de 2017 de <https://electronikuts.files.wordpress.com/2014/09/principios-de-electronica-malvino.pdf>

Imagen 2.29 Amplificador colector común. recuperado el jueves, 7 de septiembre de 2017 de <https://electronikuts.files.wordpress.com/2014/09/principios-de-electronica-malvino.pdf>

Imagen 2.30 Módulo amplificador de audio TDA2030A. recuperado el viernes, 8 de septiembre de 2017 de <https://goo.gl/LDVomm>

Imagen 2.31 Amplificador de audio LA42102. recuperado el sábado, 9 de septiembre de 2017 de <http://www.electronica-max.com/productos/big/LA42102--249273.jpg>

Imagen 2.32 Ejemplo de conexión para amplificador de audio. recuperado el domingo, 10 de septiembre de 2017 de <https://www.promelec.ru/pdf/LA42102.pdf>

Imagen 2.33 Tweeter de cono. recuperado el jueves, 11 de mayo de 2017 de <https://ae01.alicdn.com/kf/HTB12dzSMpXXXXXgXVXXq6xXFXXXZ/2pcs-pack-2-inch-8-Ohm-10W-font-b-cone-b-font-Antimagnetic-font-b-tweeter.jpg>

Imagen 2.34 Tweeters con cúpulas de diferentes materiales. recuperado el jueves, 11 de mayo de 2017 de Autoría

Imagen 2.35 Tweeter de cinta. recuperado el jueves, 11 de mayo de 2017 de https://sc02.alicdn.com/kf/HTB1eICTLXXXXXb7XFXXq6xXFXXxE/Fountek-NeoPro5i-5-Neodymium-magnet-ribbon-tweeter.jpg_220x220.jpg

Imagen 2.36 Tweeter piezoeléctrico. recuperado el jueves, 11 de mayo de 2017 de <http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/images/piezoelctrico.jpg>

Imagen 2.37 Energía renovable. recuperado el jueves, 20 de abril de 2017 de http://2.bp.blogspot.com/-6xBuzMGpQV8/VBoClbag5dI/AAAAAAAAAME/hB05PRliOBw/s1600/10557178_845717122113957_5340043744920039552_n.jpg

Imagen 2.38 Transductor Piezoeléctrico. recuperado el lunes, 8 de mayo de 2017 de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-573429943-piezo-electrico-_JM

Imagen 2.39 Proyecto Angelo Casimiro. recuperado el lunes, 8 de mayo de 2017 de composición http://tn.com.ar/tecno/f5/mira-el-cargador-para-celulares-que-genera-energia-mientras-caminas_504995

Imagen 2.40 Costo transductor piezoeléctrico. recuperado el lunes, 8 de mayo de 2017 de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-573429943-piezo-electrico-_JM

Imagen 2.41 Módulo generador piezoeléctrico. recuperado el lunes, 8 de mayo de 2017 de <https://goo.gl/6BD74w>

Imagen 2.42 Dinamo bicicleta. recuperado el lunes, 8 de mayo de 2017 de Autoría

Imagen 2.43 Productos con dinamo. recuperado el lunes, 8 de mayo de 2017 de Autoría

Imagen 2.44 Sustainable Dance Floor. recuperado el lunes, 8 de mayo de 2017 de <http://www.energy-floors.com/sustainable-dance-floor/>

Imagen 2.45 Funcionamiento “SDF”. recuperado el lunes, 8 de mayo de 2017 de <https://www.construible.es/2015/03/11/energy-floors-genera-electricidad-a-partir-de-la-energia-de-la-pisada>

Imagen 2.46 Parque eólico. recuperado el viernes, 28 de abril de 2017 de <http://www.consumerchampion.eu/sites/default/files/20150303-energy-forum-london.jpg>

Imagen 2.47 Aerogeneradores uso doméstico. recuperado el sábado, 29 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.48 Aerogeneradores en Cto. Exterior Mexiquense. recuperado el sábado, 29 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.49 Aerogeneradores DIY. recuperado el sábado, 29 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.50 Sistemas solares térmicos. recuperado el sábado, 29 de abril de 2017 de <http://www.biodisol.com/energia-solar/energia-solar-termica/>

Imagen 2.51 Parque solar. recuperado el sábado, 29 de abril de 2017 de http://proceso.hn/media/k2/items/cache/4ed0c034fb485363fd9fc4f3dbf2027c_XL.jpg

Imagen 2.52 Juntura N - P en una celda solar o fotovoltaica. recuperado el sábado, 29 de abril de 2017 de <http://celdasfotovoltaicas.blogspot.mx/>

Imagen 2.53 Arreglo de módulos fotovoltaicos. recuperado el sábado, 29 de abril de 2017 de <http://www.mpptsolar.com/es/images/pannelli-fotovoltaici/pannelli-fotovoltaici-in-serie-parallelo.jpg>

Imagen 2.54 Celdas solares: monocristalino, policristalino y amorfo. recuperado el sábado, 29 de abril de 2017 de <http://www.energiasrenovablesinfo.com/solar/tipos-paneles-fotovoltaicos/>

Imagen 2.55 Celda con forma esférica. recuperado el sábado, 29 de abril de 2017 de <http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/627-paneles-fotovoltaicos-concepto-y-tipos>

Imagen 2.56 Celda solar orgánica. recuperado el sábado, 29 de abril de 2017 de <http://assets.inhabitat.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2010/09/CavendishCell-e1284715811926.jpg>

Imagen 2.57 Celda plástica. recuperado el domingo, 2 de abril de 2017 de <http://www.energiza.org/solar-fotovoltaica/22-solar-fotovoltaica/627-paneles-fotovoltaicos-concepto-y-tipos>

Imagen 2.58 Steren Kits solares. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.59 Steren sistemas de panel solar. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.60 Paneles solares eBay. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.61 Sistemas panel solar eBay. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.62 Productos Amazon México panel solar. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de Autoría

Imagen 2.63 Baterías primarias. recuperado el jueves, 11 de mayo de 2017 de Autoría

Imagen 2.64 Baterías secundarias. recuperado el jueves, 11 de mayo de 2017 de Autoría

Imagen 2.65 Modelo reflectivo. recuperado el lunes, 15 de mayo de 2017 de <http://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/photoelectric/info/>

Imagen 2.66 Modelo de barrera. recuperado el lunes, 15 de mayo de 2017 de <http://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/photoelectric/info/>

Imagen 2.67 Modelo retroreflectivo. recuperado el lunes, 15 de mayo de 2017 de <http://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/photoelectric/info/>

Imagen 2.68 Principio de funcionamiento sensor inductivo. recuperado el lunes, 15 de mayo de 2017 de <http://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/proximity/info/>

Imagen 2.69 Principio de funcionamiento sensor ultrasónico. recuperado el lunes, 15 de mayo de 2017 de <http://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/>

Imagen 2.70 PIR D203S. recuperado el lunes, 15 de mayo de 2017 de <https://www.luisllamas.es/detector-de-movimiento-con-arduino-y-sensor-pir/>

Imagen 2.71 Lente de Fresnel. recuperado el lunes, 15 de mayo de 2017 de <https://goo.gl/HLmeK2>

Imagen 2.72 Sensor Ultrasónico HC-SR04. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de <http://www.robotshop.com/media/catalog/product/cache/7/image/900x900/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/h/c/hc-sr04-ultrasonic-range-finder-2.png>

Imagen 2.73 Vista interna de un motor corriente continua. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de http://www.asifunciona.com/electrotecnia/af_motor_cd/af_motor_cd_1.htm

Imagen 2.74 Motorreductor. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de <https://goo.gl/KNypAF>

Imagen 2.75 Motor a pasos. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de <https://goo.gl/tWzVVP>

Imagen 2.76 Servomotor. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>

Imagen 2.77 Regulador de voltaje 78XX. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de http://2.bp.blogspot.com/_6PWi4CIQitM/SEU0RnDEuPI/AAAAAAAAAAJo/xrTtgzqgI6g/s320/encapsulados-7800.jpg

Imagen 2.78 Conexión del regulador de voltaje 7805. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de <http://www.proyectoelectronico.com/fuentes-reguladores/reguladores-lineales-7805-7808.html>

Imagen 2.79 Convertidor Boost. recuperado el miércoles, 17 de mayo de 2017 de https://http2.mlstatic.com/convertidor-boost-xl6009-elevador-voltaje-ajustable-arduino-D_NQ_NP_225301-MLM20312136227_062015-F.jpg

Imagen 2.80 Conexión módulo TP4056. recuperado el miércoles, 17 de mayo de 2017 de Autoría

Imagen 2.81 Símbolo relevador. recuperado el miércoles, 17 de mayo de 2017 de https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e7/Rele_1c.jpg/180px-Rele_1c.jpg

Imagen 2.82 Relevador SONGLE. recuperado el miércoles, 17 de mayo de 2017 de http://teslabem.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/r/e/relevador_de_5v_250vac_10a_teslabem.jpg

Imagen 2.83 Módulo BMS. recuperado el miércoles, 17 de mayo de 2017 de <https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1V.CJLXXXXXbQXXXXq6xXFXXR/5pcs-Battery-BMS-Protection-PCB-Board-for-3-4-packs-font-b-18650-b-font-Li.jpg>

Imagen 2.84 Logo Arduino. recuperado el jueves, 18 de mayo de 2017 de http://www.arduino.org/images/arduino_official_Logo__.png

Imagen 2.85 Arduino Uno R3. recuperado el jueves, 18 de mayo de 2017 de <https://goo.gl/hvUcEM>

Imagen 2.86 Arduino Mega 2560. recuperado el jueves, 18 de mayo de 2017 de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>

Imagen 2.87 Arduino Nano. recuperado el jueves, 18 de mayo de 2017 de <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardNano>

Imagen 2.88 IDE Arduino. recuperado el jueves, 18 de mayo de 2017 de Autoría

Imagen 3.1 Diagrama a bloques. recuperado el martes, 13 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.2 Diagrama de flujo. recuperado el miércoles, 14 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.3 Segmento de código “Declaraciones”. recuperado el jueves, 15 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.4 Segmento de código “Configuración”. recuperado el viernes, 16 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.5 Segmento de código "Ciclo". recuperado el sábado, 17 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.6 PIR conexión. recuperado el domingo, 18 de junio de 2017 de <https://www.luisllamas.es/wp-content/uploads/2015/07/arduino-pir-sensor.png>

Imagen 3.7 Conexión de servomotor recuperado el lunes, 19 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.8 Diagrama de flujo del circuito oscilador recuperado el martes, 20 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.9 Diagrama de oscilador con transductor electroacústico. recuperado el miércoles, 21 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.10 Conexión de panel solar. recuperado el jueves, 22 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.11 Flujo de Voltaje del regulador 7805. recuperado el viernes, 23 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.12 Configuración para reguladores serie 78xx recuperado el sábado, 24 de junio de 2017 de <https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/LM7805.pdf>

Imagen 3.13 Regulador 7805C. recuperado el domingo, 25 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.14 Conexión panel solar con regulador 5V. recuperado el lunes, 26 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.15 Módulo BMS HX-3S-D02. recuperado el martes, 27 de junio de 2017 de <https://goo.gl/z1oi2g>

Imagen 3.16 Conexión módulo BMS HX-3S-D02. recuperado el miércoles, 28 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.17 Resultados relacionados con el reciclaje baterías Ion Litio. recuperado el jueves, 29 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.18 Botes recolectores de baterías laboratorio L3. recuperado el viernes, 30 de junio de 2017 de Autoría

Imagen 3.19 Banco de baterías de laptop. recuperado el sábado, 1 de julio de 2017 de <http://2.bp.blogspot.com/-s1m-wQb3nSw/Vbe9OEdoq4I/AAAAAAAAACe0/ghX6iJ5bMGM/s1600/3.jpg>

Imagen 3.20 Celda Ion litio Sanyo. recuperado el domingo, 2 de julio de 2017 de Autoría

Imagen 3.21 Conexión baterías con reguladores de voltaje. recuperado el lunes, 3 de julio de 2017 de Autoría

Imagen 3.22 Diagrama etapa de alimentación. recuperado el martes, 4 de julio de 2017 de Autoría

Imagen 3.23 Diagrama de conexión ATmega328P-PU. recuperado el miércoles, 5 de julio de 2017 de Autoría

Imagen 3.24 Circuito físico del ATmega328P-PU. recuperado el jueves, 6 de julio de 2017 de Autoría

Imagen 3.25 Conexión de Arduino Uno con Circuito ATmega328P-PU. recuperado el viernes, 7 de julio de 2017 de Autoría

Imagen 3.26 Menú de herramientas IDE Arduino recuperado el sábado, 8 de julio de 2017 de Autoría

Imagen 3.27 Circuito con ATmega328P-PU ejecutando programa Blink. recuperado el domingo, 9 de julio de 2017 de Autoría

Imagen 3.28 ATmega328P-PU pines de salida con Bootloader. recuperado el lunes, 10 de julio de 2017 de Autoría

Imagen 4.1 Panel solar Steren. recuperado el sábado, 5 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.2 Medición panel solar Steren. recuperado el sábado, 5 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.3 Panel solar ZW 80X55. recuperado el sábado, 5 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.4 Medición panel solar ZW 80X55. recuperado el sábado, 5 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.5 Panel solar 12V. recuperado el sábado, 5 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.6 Medición panel solar 12V. recuperado el sábado, 5 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.7 Panel solar ZW 80X55 con regulador de voltaje. recuperado el sábado, 5 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.8 Panel solar 12V con regulador de voltaje. recuperado el sábado, 5 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.9 Panel solar 12V clima nublado. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.10 Medición celdas Ion Litio. recuperado el domingo, 6 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.11 Módulo BMS HX-3S-D02. recuperado el domingo, 6 de agosto de 2017 de <https://goo.gl/z1oi2g>

Imagen 4.12 Conexión módulo BMS HX-3S-D02. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.13 Elevador de voltaje DC- DC. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.14 Conexión física del módulo BMS HX-3S-D02. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.15 Voltaje inicial de celdas ion litio. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.16 Corriente suministrada a las celdas. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.17 Módulo TP4056 con protección. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de http://img.dxcn.com/productimages/sku_397213_1.jpg

Imagen 4.18 Conexión módulo TP4056 con protección. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.19 Conexión física del módulo TP4056 con protección. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.20 Medición 10 con indicador de carga completa. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.21 Conexión física para prueba de descarga. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.22 Corriente suministrada a celda con 2.85V. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.23 Sistema BMS con carga. recuperado el domingo, 13 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.24 Protección del sistema BMS. recuperado el lunes, 14 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.25 Sistema básico. recuperado el martes, 15 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.26 Celda cargada con sistema básico. recuperado el miércoles, 16 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.27 Conexión módulo TP4056 con protección. recuperado el jueves, 17 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.28 Sistema compuesto por tres celdas. recuperado el viernes, 18 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.29 Conexión serie directa entre celdas. recuperado el sábado, 19 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.30 Conexión paralelo con elevador de voltaje. recuperado el domingo, 20 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.31 Sistema propuesto con módulo TP4056. recuperado el lunes, 21 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.32 Sistema BMS con panel solar. recuperado el martes, 22 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.33 Ciclo de repetición servomotor. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.34 Ángulo de inicio del servomotor. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.35 Tiempo vs ángulos. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.36 Código modificado para pruebas del sensor PIR. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.37 Monitor serial con código modificado. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.38 Prueba de distancia sensor PIR. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.39 Ajuste de potenciómetros de Sensores PIR. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.40 Detección de perro con sensor PIR. recuperado el martes, 8 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.41 Señal generada por MaximalPower. recuperado el miércoles, 16 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.42 Señal generada por EYENIMAL. recuperado el miércoles, 16 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.43 Señal generada por Dazer II. recuperado el miércoles, 16 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.44 Prueba Dazer II con Carmelo. recuperado el miércoles, 16 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.45 Prueba Dazer II con Kimba. recuperado el miércoles, 16 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.46 Aplicación Repelente para perros y su valoración. recuperado el miércoles, 16 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.47 Aplicación Dog Whistle Free Animated y su valoración. recuperado el miércoles, 16 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.48 Aplicación Dog Whistle, Free Dog Trainer y su valoración. recuperado el miércoles, 16 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.49 Prueba aplicación Repelente para perros prueba con LG3. recuperado el miércoles, 16 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.50 Esquemático de oscilador 555. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.51 Señal generada por oscilador 555 en simulador. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.52 Esquemático de oscilador Colpitts. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.53 Señal generada por oscilador Colpitts en simulador. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.54 Medición de oscilador 555. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.55 Medición de oscilador Colpitts. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.56 Esquemático de amplificador BC547C. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.57 Señal generada por amplificador BC547C. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.58 Medición de amplificador BC547 con fuente de 9V. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.59 Medición de amplificador BC547C con fuente de 30V. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.60 Circuito amplificador colector común. recuperado el miércoles, 9 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.61 Señal generada por amplificador TIP112. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.62 Medición circuito amplificador TIP112. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.63 Medición de señal en tweeter Xo visión tx 350 sin preamplificación. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.64 Medición de señal en tweeter Xo visión tx 350 con preamplificación. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.65 Medición de señal en tweeter Pioner ts-t15 sin preamplificación. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.66 Medición de señal en tweeter Pioner ts-t15 con preamplificación. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.67 Medición de señal en transductor Dazer II sin preamplificación con componente DC. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.68 Arreglo para transductor Dazer II. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.69 Medición de señal en transductor Dazer II sin preamplificación. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.70 Medición de señal en transductor Dazer II con preamplificación. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.71 Medición de señal en circuito Colpitts recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.72 Medición de señal en tweeter Xo visión tx 350 a 9V. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2015 de Autoría

Imagen 4.73 Medición de señal en tweeter Pioner ts-t15 a 9V. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2016 de Autoría

Imagen 4.74 Medición de señal en transductor Dazer II a 9V. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.75 Circuito amplificador LA42102 de audio implementado. recuperado el miércoles, 23 de agosto de 2017 de Autoría

Imagen 4.76 Señal entregada con tweeter “Xo vision tx 350” a 5V. recuperado el viernes, 8 de septiembre de 2017 de Autoría

Imagen 4.77 Señal entregada con tweeter “Xo vision tx 350” a 14V recuperado el viernes, 8 de septiembre de 2017 de Autoría

Imagen 4.78 Señal entregada con tweeter Pioner ts-t15 a 5V. recuperado el viernes, 8 de septiembre de 2017 de Autoría

Imagen 4.79 Señal entregada con tweeter Pioner ts-t15 a 12V. recuperado el viernes, 8 de septiembre de 2017 de Autoría

Imagen 4.80 Señal entregada con transductor Dazer II a 5V. recuperado el viernes, 8 de septiembre de 2017 de Autoría

Imagen 4.81 Señal entregada con transductor Dazer II a 15V. recuperado el viernes, 8 de septiembre de 2017 de Autoría

Imagen 4.82 Dispositivo diseñado para pruebas con perros recuperado el viernes, 8 de septiembre de 2017 de Autoría

Imagen 4.83 Prueba de repelentes ultrasónicos con circuito diseñado. recuperado el domingo, 17 de septiembre de 2017 de Autoría

Tabla 2.1 Tweeter de cono. recuperado el jueves, 11 de mayo de 2017 de https://es.aliexpress.com/store/product/2pcs-pack-2-25-inch-TV-speakers-4-ohm-3W-60mm-magnetically-shielded-louderspeakers-multimedia-speaker/2140229_32647656371.html?spm=2114.04010208.3.378.yNwLLM&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_436_10136_10137_10157_10060_10138_10155_10062_10156_10154_10056_10055_10054_10059_100031_10099_10103_10102_10096_10147_10052_10053_10107_10050_10142_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10185_10078_10079_10077_10073_10070_10123_10120,searchweb201603_4,ppcSwitch_5&btsid=5e4589e4-05eb-420d-ba03-cc55c2ce73fe&algo_expid=d22db697-9c36-4921-8840-396d21b65ba2-47&algo_pvid=d22db697-9c36-4921-8840-396d21b65ba2

Tabla 2.2 Tweeter de cúpula. recuperado el jueves, 11 de mayo de 2017 de https://www.amazon.com/uxcell-Pre-wired-System-Tweeter-Speakers/dp/B00FZRIQQS/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1494539169&sr=8-1&keywords=tweeters+40khz

Tabla 2.3 Tweeter piezoeléctrico. recuperado el jueves, 11 de mayo de 2017 de https://www.amazon.com/Mr-Dj-TE-512-P-M-P-O-Tweeter/dp/B00KR0UE22/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1494539270&sr=8-1&keywords=tweeters+30khz

Tabla 2.6 Relación Precio / Watts Steren. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición <http://www.steren.com.mx/catalogsearch/result/?q=celda+solar>

Tabla 2.7 Relación Precio / Watts panel AG. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición http://www.agelectronica.com/Virtual_Shop/index.asp# modelo1 = MPT4.8-75 modelo 2= SP4.2-37

Tabla 2.8 Relación Precio / Watts sistema AG. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición <http://www.agspecinfo.com/pdfs/K/KITSOL25.PDF>
<http://www.agspecinfo.com/pdfs/K/KITSOL75.PDF>

Tabla 2.9 Relación Precio / Watts panel 330 ohms. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición <https://www.330ohms.com/products/panel-solar-2w>
<https://www.330ohms.com/products/panel-solar-9w>

Tabla 2.10 Relación Precio / Watts panel eBay. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición <http://www.ebay.com/itm/6V-0-6W-Solar-Panel-Module-DIY-Small-Charger-For-Battery-Phone-Portable-/322303795356?hash=item4b0acda09c:g:IMQAAOSwUEVYDPv4>
<http://www.ebay.com/itm/Outdoor-3W-Silicon-Portable-Solar-Panel-Battery-Charger-USB-Power-Bank-Pack-5V-/122258484487?hash=item1c772c6d07:g:Y9YAAOSw44BYSBhG>
<http://www.ebay.com/itm/6V-1W-Flexible-Film-Amorphous-Silicon-Solar-Panel-Battery-Charger-Waterproof-/262770811158?hash=item3d2e5c6116:g:zMsAAOSwol5YxpPD>

Tabla 2.11 Relación Precio / Watts sistemas panel solar eBay. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición <http://www.ebay.com/itm/20w-Mono-Solar-Panel-Battery-Charging-Kit-Charger-Controller-Boat-Caravan-HomeK1-/252125431983?hash=item3ab3d8c8af:g:R-UAAOSwXYtY31HV>
<http://www.ebay.com/itm/200W-12V-Solar-Panel-Kit-Caravan-MONO-Camping-Power-Charging-PWM-Regulator-/322499734098?hash=item4b167b6a52:g:n2cAAOSwuxFY2G0m>
http://www.ebay.com/itm/100W-18V-Semi-Flexible-Solar-Panel-10A-12V-24V-Solar-Controller-For-Boat-Car/391625433143?_trksid=p2047675.c100005.m1851&_trkparms=aid%3D222007%26algo%3DSIC.MBE%26ao%3D2%26asc%3D40130%26meid%3D3e35c63639c2449287bb37cb28bbae4b%26pid%3D100005%26rk%3D4%26rkt%3D6%26sd%3D371929100506

Tabla 2.12 Relación Precio / Watts panel Amazon México. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición https://www.amazon.com.mx/ALLPOWERS-Encapsulated-Battery-Charger-130x150mm/dp/B00CBT8A14/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1493951700&sr=8-

1&keywords=panel+solar
https://www.amazon.com.mx/dp/B01EY5FIGM/ref=olp_product_details?_encoding=UTF8&me=
https://www.amazon.com.mx/Jameco-Valuepro-SOLAR-PANEL-Alligator/dp/B0160NROX6/ref=sr_1_104?ie=UTF8&qid=1493951933&sr=8-104&keywords=panel+solar

Tabla 2.13 Relación Precio / Watts sistemas panel solar Amazon México. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición https://www.amazon.com.mx/Samlex-Solar-Kit-carga-solar-port%C3%A1til/dp/B00IACWRDS/ref=sr_1_13?ie=UTF8&qid=1493951819&sr=8-13&keywords=panel+solar
https://www.amazon.com.mx/dp/B0118ZWCG0/ref=olp_product_details?_encoding=UTF8&me=

Tabla 2.14 Relación Precio / Watts panel Aliexpress. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición https://es.aliexpress.com/store/product/High-Quality-External-Phone-PC-Power-Bank-Portable-Dual-Panel-USB-Battery-Charger-5-2W-12V/1779204_32597853861.html?spm=2114.04010208.3.50.HyI07g&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_436_10136_10137_10157_10060_10138_10155_10062_10156_10154_10056_10055_10054_10059_10099_10103_10102_10096_10147_10052_10053_10142_10107_10050_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10078_10079_10073_10070_10123_10120-10120,searchweb201603_2,ppcSwitch_5&btsid=02713560-abcd-47f3-9c58-db8ecb21fb25&algo_expid=f7d3b0eb-4e06-4840-8cb4-b2f05b0c6f07-6&algo_pvid=f7d3b0eb-4e06-4840-8cb4-b2f05b0c6f07
https://es.aliexpress.com/store/product/Mini-6V-1W-Solar-Panel-Solar-System-Module-DIY-For-Battery-Cell-Phone-Toys-Chargers-Portable/1718077_32743271890.html?spm=2114.04010208.3.75.HyI07g&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_436_10136_10137_10157_10060_10138_10155_10062_10156_10154_10056_10055_10054_10059_10099_10103_10102_10096_10147_10052_10053_10142_10107_10050_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10078_10079_10073_10070_10123_10120-10050_10120,searchweb201603_2,ppcSwitch_5&btsid=02713560-abcd-47f3-9c58-db8ecb21fb25&algo_expid=f7d3b0eb-4e06-4840-8cb4-b2f05b0c6f07-9&algo_pvid=f7d3b0eb-4e06-4840-8cb4-b2f05b0c6f07
https://es.aliexpress.com/store/product/Smart-Thin-Film-Flexible-Solar-Panel-Battery-Charger-with-USB-Cable-2V-0-5Wfor-Power-Bank/2342303_32762016979.html?spm=2114.04010208.3.246.joWVtO&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_436_10136_10137_10157_10060_10138_10155_10062_10156_10154_10056_10055_10054_10059_10099_10103_10102_10096_10147_10052_10053_10142_10107_10050_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10078_10079_10073_10070_10123_10120-10050_10120,searchweb201603_2,ppcSwitch_5&btsid=02713560-abcd-47f3-9c58-db8ecb21fb25&algo_expid=f7d3b0eb-4e06-4840-8cb4-b2f05b0c6f07-9&algo_pvid=f7d3b0eb-4e06-4840-8cb4-b2f05b0c6f07

0182_10078_10079_10073_10070_10123_10120-10120,searchweb201603_2,ppcSwitch_5&btsid=29b2e8bf-42e7-4116-aba8-767a6ea117fa&algo_expid=bf73018a-2f67-45dd-995e-b4bee4cc676b-32&algo_pvid=bf73018a-2f67-45dd-995e-b4bee4cc676b

Tabla 2.15 Relación Precio / Watts sistemas panel solar batería Aliexpress. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición

https://es.aliexpress.com/store/product/Portable-3W-Mini-Solar-Home-System-Solar-Energy-Kit-Solar-Generator-with-2-Bulbs-Lead-Acid/1948644_32627566134.html?spm=2114.04010208.3.107.XzaSBb&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_436_10136_10137_10157_10060_10138_10155_10062_10156_10154_10056_10055_10054_10059_10099_10103_10102_10096_10147_10052_10053_10142_10107_10050_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10078_10079_10073_10070_10123_10120,searchweb201603_2,ppcSwitch_5&btsid=03db85bb-f4da-4add-a5a2-0f44e8089cdf&algo_expid=f7e027b0-9391-428c-b9a5-1cd3ad4ae194-14&algo_pvid=f7e027b0-9391-428c-b9a5-1cd3ad4ae194

https://es.aliexpress.com/store/product/3-PCS-160W-480W-12V-Solar-Panel-System-Kit-W-6-Strings-Combiner-Box-for-Home/806650_32803489522.html?spm=2114.04010208.3.2.XzaSBb&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_436_10136_10137_10157_10060_10138_10155_10062_10156_10154_10056_10055_10054_10059_10099_10103_10102_10096_10147_10052_10053_10142_10107_10050_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10078_10079_10073_10070_10123_10120-10120,searchweb201603_2,ppcSwitch_5&btsid=03db85bb-f4da-4add-a5a2-0f44e8089cdf&algo_expid=f7e027b0-9391-428c-b9a5-1cd3ad4ae194-0&algo_pvid=f7e027b0-9391-428c-b9a5-1cd3ad4ae194

https://es.aliexpress.com/store/product/880W-Kit-400W-Wind-Turbine-3-160W-Solar-Panel-1KW-off-grid-Inverter-Home-RV/1155206_32737052562.html?spm=2114.04010208.3.9.XzaSBb&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_436_10136_10137_10157_10060_10138_10155_10062_10156_10154_10056_10055_10054_10059_10099_10103_10102_10096_10147_10052_10053_10142_10107_10050_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10078_10079_10073_10070_10123_10120-10119,searchweb201603_2,ppcSwitch_5&btsid=03db85bb-f4da-4add-a5a2-0f44e8089cdf&algo_expid=f7e027b0-9391-428c-b9a5-1cd3ad4ae194-1&algo_pvid=f7e027b0-9391-428c-b9a5-1cd3ad4ae194

Tabla 2.16 Relación Precio / Watts sistemas panel solar inversor Aliexpress. recuperado el martes, 4 de abril de 2017 de composición

https://es.aliexpress.com/store/product/880W-Kit-400W-Wind-Turbine-3-160W-Solar-Panel-1KW-off-grid-Inverter-Home-RV/1155206_32737052562.html?spm=2114.04010208.3.9.XzaSBb&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_436_10136_10137_10157_10060_10138_10155_10062_10156_10154_10056_10055_10054_10059_10099_10103_10102_10096_10147_10052_10053_10142_10107_10050_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10078_10079_10073_10070_10123_10120-10119,searchweb201603_2,ppcSwitch_5&btsid=03db85bb-f4da-4add-a5a2-0f44e8089cdf&algo_expid=f7e027b0-9391-428c-b9a5-1cd3ad4ae194-1&algo_pvid=f7e027b0-9391-428c-b9a5-1cd3ad4ae194

<https://es.aliexpress.com/item/USA-style-300W-COMPLETE-KIT-3-100W-WATT-PV-poly-Solar-cell-Panel-12V-on->

grid/1571348944.html?spm=2114.12010408.1000013.4.QvURB2&scm=1007.13339.81019.0&pvid=3fa5ad35-7eff-458e-9d46-6a6db37f7e8a&tpp=1

Tabla 2.17 Relación Precio / Watts panel Mercado Libre. recuperado el miércoles, 5 de abril de 2017 de composición http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-569369701-celda-solar-6v-1w-_JM http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-580817589-panel-celda-solar-12-volts-15-watts-_JM http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-555018944-celda-solar-monocristalina-6-x6-43w-_JM

Tabla 2.18 Relación Precio / Watts sistemas panel solar batería Mercado Libre. recuperado el miércoles, 5 de abril de 2017 de composición [http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-550430718-kit-de-panel-solar-fotovoltaico-planta-electrica-solar-hgm-_JM#D\[S:ADV,L:VIPCORE_RECOMMENDED,V:3\]](http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-550430718-kit-de-panel-solar-fotovoltaico-planta-electrica-solar-hgm-_JM#D[S:ADV,L:VIPCORE_RECOMMENDED,V:3]) [http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-574539303-panel-solar-sistema-portatil-para-casa-o-trabajo-_JM#D\[S:ADV,L:VQCATCORE_LST,V:1\]](http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-574539303-panel-solar-sistema-portatil-para-casa-o-trabajo-_JM#D[S:ADV,L:VQCATCORE_LST,V:1])

Tabla 2.19 Relación Precio / Watts sistemas panel solar inversor Mercado Libre. recuperado el miércoles, 5 de abril de 2017 de composición http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-559524371-panel-solar-sistema-fotovoltaico-interconectado-cfe-500w-_JM http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-569653969-6-paneles-solares-250-w-mas-inversor-1500w-inter-cfe-hgm-_JM

Tabla 2.20 Especificaciones batería ion litio eBay. recuperado el domingo, 14 de mayo de 2017 de <http://www.ebay.com/itm/1-SONY-VTC3-18650-HIGH-DRAIN-30A-RECHARGEABLE-Li-on-18650-Battery-1600mAh-new-/201603701450?hash=item2ef0845aca:g:92UAAOSwzJ5XX68n>

Tabla 2.21 Especificaciones batería Ni-MH eBay. recuperado el domingo, 14 de mayo de 2017 de <http://www.ebay.com/itm/4-x-Panasonic-AAA-batteries-Ni-MH-1000-930-mAh-Rechargeable-High-capacity-HR03-/112341567176?hash=item1a281446c8:g:z0AAAOSwTM5Yz-pd>

Tabla 2.22 Especificaciones batería ion litio Aliexpress. recuperado el domingo, 14 de mayo de 2017 de https://es.aliexpress.com/store/product/2-PCS-100-New-Original-18650-NCR18650B-3400-mAh-3-7-V-li-ion-Recarregavel-Frete/204874_32758731227.html?spm=2114.04010208.3.379.u5uNSW&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_436_10136_10137_10157_10060_10138_10155_10062_10156_10154_10056_10055_10054_10059_100032_100033_100031_10099_10103_10102_10096_10147_10052_10053_10050_10107_10142_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10185_10078_10079_10073_10123_10120-

10119,searchweb201603_1,ppcSwitch_5&btsid=bf3ba0cc-3f53-4c39-859a-5de2a8966c64&algo_expid=80d2e91b-bb93-4795-a5ce-993ea55c7a80-46&algo_pvid=80d2e91b-bb93-4795-a5ce-993ea55c7a80

Tabla 2.23 Especificaciones batería Ni-MH Aliexpress. recuperado el domingo, 14 de mayo de 2017 de https://es.aliexpress.com/store/product/2-unids-env-o-libre-quanlity-bater-a-recargable-aa-800-mah-1-2-v-aa/1831751_32673168815.html?spm=2114.04010208.3.222.1k8NRA&ws_ab_test=searchweb0_0%2Csearchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_436_10136_10137_10157_10060_10138_10155_10062_10156_10154_10056_10055_10054_10059_100032_100033_100031_10099_10103_10102_10096_10147_10052_10053_10050_10107_10142_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10185_10078_10079_10073_10123_10120-10152_10120%2Csearchweb201603_1%2CppcSwitch_5&btsid=b162cc7c-25f0-480a-a546-546240181085&algo_expid=25bc51d0-bddd-4c13-93b6-5c2a56f2c6f8-29&algo_pvid=25bc51d0-bddd-4c13-93b6-5c2a56f2c6f8

Tabla 2.24 Especificaciones batería ion litio Mercado libre. recuperado el domingo, 14 de mayo de 2017 de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-583924042-lg-he4-18650-bateria-li-ion-2500-mah-_JM

Tabla 2.25 Especificaciones batería Ni-MH Mercado libre. recuperado el domingo, 14 de mayo de 2017 de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-549838364-4-pilas-baterias-recargables-aaa-1800mah-ni-mh-_JM

Tabla 2.26 Costo sensor PIR Hc-sr501. recuperado el lunes, 15 de mayo de 2017 de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-554714565-sensor-de-movimiento-pir-hc-sr501-robotica-arduino-pic-avr-_JM

Tabla 2.27 Costo sensor Ultrasónico HC-SR04. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-584048439-sensor-ultrasonico-hc-sr04-para-arduino-_JM

Tabla 2.28 Costo motorreductor. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de https://www.google.com.mx/search?q=Motorreductor+De+PI%C3%A1stico+B01+1:48&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjDoZmplfbTAhVi3IMKHQTYBOsQ_AUICigB&biw=1396&bih=646#imgc=XbULikNcztTatM:

Tabla 2.29 Costo motor a pasos. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de http://www.prometec.net/wp-content/uploads/2015/06/FT68TVVHMMF4Z5P.LARGE_.jpg

Tabla 2.30 Costo servomotor. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de http://www.electronicoscaldas.com/1120-thickbox_default/micro-servo-motor-sg90.jpg

Tabla 2.31 Costo Regulador 7805. recuperado el martes, 16 de mayo de 2017 de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-553744947-lm7805-7805-regulador-de-voltaje-5-volts-arduino-pic-_JM

Tabla 2.32 Costo módulo XL6009. recuperado el miércoles, 17 de mayo de 2017 de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-555070133-modulo-regulador-dc-dc-subida-xl6009-32-32v-a-4-38varduino-_JM

Tabla 2.33 Costo módulo Tp 4056. recuperado el miércoles, 17 de mayo de 2017 de https://es.aliexpress.com/store/product/TP4056/1200743_32790207742.html?spm=2114.04010208.3.24.EnrerC&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_5010013_10136_10157_10137_10060_10138_10155_10062_10156_437_10154_10056_10055_10054_10059_303_100032_100033_100031_10099_10103_10102_5190013_10096_10147_10052_10053_10050_10107_10142_10051_10173_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_519_10111_10112_10113_10114_10181_10183_10182_10185_10033_10078_10079_10077_10073_10123_10120_142,searchweb201603_1,ppcSwitch_5&btsid=b86765ed-574c-4066-9e2a-f5f880e9d107&algo_expid=246657a4-571d-4d19-9dd1-a0a64ffa854c-6&algo_pvid=246657a4-571d-4d19-9dd1-a0a64ffa854c

Tabla 2.34 Costo relevador SONGLE. recuperado el miércoles, 17 de mayo de 2017 de https://es.aliexpress.com/store/product/1pcs-5V-DC-SONGLE-Power-Relay-SRD-05VDC-SL-C-PCB-Type/334970_32762699833.html?spm=2114.04010208.3.16.zu1GCf&ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_2_10152_10065_10151_10068_5010013_10136_10157_10137_10060_10138_10155_10062_10156_437_10154_10056_10055_10054_10059_303_100032_100033_100031_10099_10103_10102_5190013_10096_10147_10052_10053_10050_10107_10142_10051_10084_10083_10119_10080_10082_10081_10110_519_10111_10112_10113_10114_10037_10181_10183_10182_10185_10033_10032_10078_10079_10077_10073_10123_10120_142,searchweb201603_1,ppcSwitch_5&btsid=4f36b539-e0ae-444d-8019-297e7db9a174&algo_expid=d26d4c8f-7abc-4e2f-a6c5-f9b0a1e1f090-2&algo_pvid=d26d4c8f-7abc-4e2f-a6c5-f9b0a1e1f090

Tabla 2.35 Costo módulo BMS. recuperado el miércoles, 17 de mayo de 2017 de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-582165492-bms-3s-111v-126v-modulo-de-baterias-de-li-ion-18650-pcb-p-_JM

Tabla 2.36 Costo Arduino oficial. recuperado el jueves, 18 de mayo de 2017 de 1.- http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-550064149-tarjeta-arduino-uno-r3-original-programacion-wiring-_JM 2.-http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-558468584-arduino-mega-2560-r3-original-_JM

Tabla 2.37 Costo Arduino genérico. recuperado el jueves, 18 de mayo de 2017 de 1.- http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-554885708-arduino-uno-con-cable-usb-_JM 2.-http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-551015002-arduino-nano-r3-generico-sellado-incluye-cable-usb-azul-_JM

Anexos

A) Código Arduino

```
#include <Servo.h>

Servo servo1;

Const int sensor = 2;

Const int Oscilador = 7;

int buttonState = 0;

void setup()
{
    pinMode(Oscilador, OUTPUT);
    pinMode(sensor, INPUT);
    Serial.begin(9600);
    servo1.attach(5);
}

void loop(){
    buttonState = digitalRead(sensor);
    if (buttonState == HIGH)
    {
        for( int y=0; y<5; y++)
        {
            digitalWrite(Oscilador, LOW);
            delay(500);
            for(int x=0; x<180; x++)
            {
                servo1.write(x);
                delay(7);
                digitalWrite(Oscilador, HIGH);
            }
        }
    }
}
```

```
        }
    }
}
else
{
    digitalWrite(Oscilador, LOW);
}
delay(500);
}
```

B) Sanyo datasheet UR18650Y

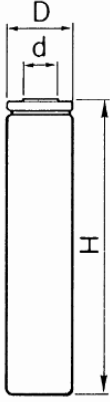
SANYO

Lithium ion

Cell Type UR18650Y

Oct.05

Specifications



Dimensions(Typ.) of Bare Cell	H	64.7mm
	D	18.05mm
	d	9.0mm

Nominal Capacity		Min.1900mAh
Nominal Voltage		3.7V
Charging Method		Constant Current -Constant Voltage
Charging Voltage		4.2V
Charging Current		Std.1330mA
Charging Time		2.5hrs.
Ambient Temperature	Charge	0~+40°C
	Discharge	-20~+60°C
	Storage	-20~+50°C
Weight (Max.)		43.3g
Dimensions (Max.)	(D)	18.10mm
	(H)	64.80mm
Volumetric Energy Density		421Wh/l
Gravimetric Energy Density		162Wh/kg

Discharged State after Assembling

Maximum size without tube

*When designing a battery pack, get the precise information on a cell battery drawing

C) Código bootloader para ATmega328P-PU

```
// ArduinoISP version 04m3
// Copyright (c) 2008-2011 Randall Bohn
// If you require a license, see
//   http://www.opensource.org/licenses/bsd-license.php
//
// This sketch turns the Arduino into a AVRISP
// using the following arduino pins:
//
// pin name:      not-mega:      mega(1280 and 2560)
// slave reset: 10:              53
// MOSI:         11:              51
// MISO:         12:              50
// SCK:          13:              52
//
// Put an LED (with resistor) on the following pins:
// 9: Heartbeat   - shows the programmer is running
// 8: Error       - Lights up if something goes wrong (use red if that makes sense)
// 7: Programming - In communication with the slave
//
// 23 July 2011 Randall Bohn
// -Address Arduino issue 509 :: Portability of ArduinoISP
// http://code.google.com/p/arduino/issues/detail?id=509
//
// October 2010 by Randall Bohn
// - Write to EEPROM > 256 bytes
// - Better use of LEDs:
// -- Flash LED_PMODE on each flash commit
// -- Flash LED_PMODE while writing EEPROM (both give visual feedback of writing
progress)
// - Light LED_ERR whenever we hit a STK_NOSYNC. Turn it off when back in sync.
// - Use pins_arduino.h (should also work on Arduino Mega)
//
// October 2009 by David A. Mellis
// - Added support for the read signature command
//
// February 2009 by Randall Bohn
// - Added support for writing to EEPROM (what took so long?)
// Windows users should consider WinAVR's avrdude instead of the
// avrdude included with Arduino software.
//
// January 2008 by Randall Bohn
// - Thanks to Amplificar for helping me with the STK500 protocol
// - The AVRISP/STK500 (mk I) protocol is used in the arduino bootloader
// - The SPI functions herein were developed for the AVR910_ARD programmer
// - More information at http://code.google.com/p/mega-isp

#include "pins_arduino.h"
#define RESET      SS

#define LED_HB     9
#define LED_ERR    8
#define LED_PMODE  7
#define PROG_FLICKER true

#define HWVER 2
#define SWMAJ 1
#define SWMIN 18

// STK Definitions
#define STK_OK     0x10
```

```

#define STK_FAILED 0x11
#define STK_UNKNOWN 0x12
#define STK_INSYNC 0x14
#define STK_NOSYNC 0x15
#define CRC_EOP 0x20 //ok it is a space...

void pulse(int pin, int times);

void setup() {
  Serial.begin(19200);
  pinMode(LED_PMODE, OUTPUT);
  pulse(LED_PMODE, 2);
  pinMode(LED_ERR, OUTPUT);
  pulse(LED_ERR, 2);
  pinMode(LED_HB, OUTPUT);
  pulse(LED_HB, 2);
}

int error=0;
int pmode=0;
// address for reading and writing, set by 'U' command
int here;
uint8_t buff[256]; // global block storage

#define beget16(addr) (*addr * 256 + *(addr+1) )
typedef struct param {
  uint8_t devicecode;
  uint8_t revision;
  uint8_t progtype;
  uint8_t parmode;
  uint8_t polling;
  uint8_t selftimed;
  uint8_t lockbytes;
  uint8_t fusebytes;
  int flashpoll;
  int eeprompoll;
  int pagesize;
  int eepromsize;
  int flashsize;
}
parameter;

parameter param;

// this provides a heartbeat on pin 9, so you can tell the software is running.
uint8_t hbval=128;
int8_t hbdelta=8;
void heartbeat() {
  if (hbval > 192) hbdelta = -hbdelta;
  if (hbval < 32) hbdelta = -hbdelta;
  hbval += hbdelta;
  analogWrite(LED_HB, hbval);
  delay(20);
}

void loop(void) {
  // is pmode active?
  if (pmode) digitalWrite(LED_PMODE, HIGH);
  else digitalWrite(LED_PMODE, LOW);
  // is there an error?
  if (error) digitalWrite(LED_ERR, HIGH);
  else digitalWrite(LED_ERR, LOW);
}

```

```

    // light the heartbeat LED
    heartbeat();
    if (Serial.available()) {
        avrisp();
    }
}

uint8_t getch() {
    while(!Serial.available());
    return Serial.read();
}

void fill(int n) {
    for (int x = 0; x < n; x++) {
        buff[x] = getch();
    }
}

#define PTIME 30
void pulse(int pin, int times) {
    do {
        digitalWrite(pin, HIGH);
        delay(PTIME);
        digitalWrite(pin, LOW);
        delay(PTIME);
    }
    while (times--);
}

void prog_lamp(int state) {
    if (PROG_FLICKER)
        digitalWrite(LED_PMODE, state);
}

void spi_init() {
    uint8_t x;
    SPCR = 0x53;
    x=SPSR;
    x=SPDR;
}

void spi_wait() {
    do {
    }
    while (!(SPSR & (1 << SPIF)));
}

uint8_t spi_send(uint8_t b) {
    uint8_t reply;
    SPDR=b;
    spi_wait();
    reply = SPDR;
    return reply;
}

uint8_t spi_transaction(uint8_t a, uint8_t b, uint8_t c, uint8_t d) {
    uint8_t n;
    spi_send(a);
    n=spi_send(b);
    //if (n != a) error = -1;
    n=spi_send(c);
    return spi_send(d);
}

```



```

void empty_reply() {
    if (CRC_EOP == getch()) {
        Serial.print((char)STK_INSYNC);
        Serial.print((char)STK_OK);
    }
    else {
        error++;
        Serial.print((char)STK_NOSYNC);
    }
}

void breply(uint8_t b) {
    if (CRC_EOP == getch()) {
        Serial.print((char)STK_INSYNC);
        Serial.print((char)b);
        Serial.print((char)STK_OK);
    }
    else {
        error++;
        Serial.print((char)STK_NOSYNC);
    }
}

void get_version(uint8_t c) {
    switch(c) {
        case 0x80:
            breply(HWVER);
            break;
        case 0x81:
            breply(SWMAJ);
            break;
        case 0x82:
            breply(SWMIN);
            break;
        case 0x93:
            breply('S'); // serial programmer
            break;
        default:
            breply(0);
    }
}

void set_parameters() {
    // call this after reading paramter packet into buff[]
    param.devicecode = buff[0];
    param.revision   = buff[1];
    param.progtype   = buff[2];
    param.parmode    = buff[3];
    param.polling    = buff[4];
    param.selftimed  = buff[5];
    param.lockbytes  = buff[6];
    param.fusebytes  = buff[7];
    param.flashpoll  = buff[8];
    // ignore buff[9] (= buff[8])
    // following are 16 bits (big endian)
    param.eeprompoll = beget16(&buff[10]);
    param.pagesize  = beget16(&buff[12]);
    param.eepromsize = beget16(&buff[14]);

    // 32 bits flashsize (big endian)
    param.flashsize = buff[16] * 0x01000000
        + buff[17] * 0x00010000

```

```

    + buff[18] * 0x00000100
    + buff[19];
}

void start_pmode() {
    spi_init();
    // following delays may not work on all targets...
    pinMode(RESET, OUTPUT);
    digitalWrite(RESET, HIGH);
    pinMode(SCK, OUTPUT);
    digitalWrite(SCK, LOW);
    delay(50);
    digitalWrite(RESET, LOW);
    delay(50);
    pinMode(MISO, INPUT);
    pinMode(MOSI, OUTPUT);
    spi_transaction(0xAC, 0x53, 0x00, 0x00);
    pmode = 1;
}

void end_pmode() {
    pinMode(MISO, INPUT);
    pinMode(MOSI, INPUT);
    pinMode(SCK, INPUT);
    pinMode(RESET, INPUT);
    pmode = 0;
}

void universal() {
    int w;
    uint8_t ch;

    fill(4);
    ch = spi_transaction(buff[0], buff[1], buff[2], buff[3]);
    breply(ch);
}

void flash(uint8_t hilo, int addr, uint8_t data) {
    spi_transaction(0x40+8*hilo,
        addr>>8 & 0xFF,
        addr & 0xFF,
        data);
}

void commit(int addr) {
    if (PROG_FLICKER) prog_lamp(LOW);
    spi_transaction(0x4C, (addr >> 8) & 0xFF, addr & 0xFF, 0);
    if (PROG_FLICKER) {
        delay(PTIME);
        prog_lamp(HIGH);
    }
}

// #define _current_page(x) (here & 0xFFFFE0)
int current_page(int addr) {
    if (param.pagesize == 32) return here & 0xFFFFFFFF0;
    if (param.pagesize == 64) return here & 0xFFFFFEE0;
    if (param.pagesize == 128) return here & 0xFFFFFEC0;
    if (param.pagesize == 256) return here & 0xFFFFF80;
    return here;
}

```

```

void write_flash(int length) {
    fill(length);
    if (CRC_EOP == getch()) {
        Serial.print((char) STK_INSYNC);
        Serial.print((char) write_flash_pages(length));
    }
    else {
        error++;
        Serial.print((char) STK_NOSYNC);
    }
}

uint8_t write_flash_pages(int length) {
    int x = 0;
    int page = current_page(here);
    while (x < length) {
        if (page != current_page(here)) {
            commit(page);
            page = current_page(here);
        }
        flash(LOW, here, buff[x++]);
        flash(HIGH, here, buff[x++]);
        here++;
    }

    commit(page);

    return STK_OK;
}

#define EECHUNK (32)
uint8_t write_eeprom(int length) {
    // here is a word address, get the byte address
    int start = here * 2;
    int remaining = length;
    if (length > param.eepromsize) {
        error++;
        return STK_FAILED;
    }
    while (remaining > EECHUNK) {
        write_eeprom_chunk(start, EECHUNK);
        start += EECHUNK;
        remaining -= EECHUNK;
    }
    write_eeprom_chunk(start, remaining);
    return STK_OK;
}
// write (length) bytes, (start) is a byte address
uint8_t write_eeprom_chunk(int start, int length) {
    // this writes byte-by-byte,
    // page writing may be faster (4 bytes at a time)
    fill(length);
    prog_lamp(LOW);
    for (int x = 0; x < length; x++) {
        int addr = start+x;
        spi_transaction(0xC0, (addr>>8) & 0xFF, addr & 0xFF, buff[x]);
        delay(45);
    }
    prog_lamp(HIGH);
    return STK_OK;
}

void program_page() {

```

```

char result = (char) STK_FAILED;
int length = 256 * getch();
length += getch();
char memtype = getch();
// flash memory @here, (length) bytes
if (memtype == 'F') {
    write_flash(length);
    return;
}
if (memtype == 'E') {
    result = (char)write_eeprom(length);
    if (CRC_EOP == getch()) {
        Serial.print((char) STK_INSYNC);
        Serial.print(result);
    }
    else {
        error++;
        Serial.print((char) STK_NOSYNC);
    }
    return;
}
Serial.print((char)STK_FAILED);
return;
}

uint8_t flash_read(uint8_t hilo, int addr) {
    return spi_transaction(0x20 + hilo * 8,
        (addr >> 8) & 0xFF,
        addr & 0xFF,
        0);
}

char flash_read_page(int length) {
    for (int x = 0; x < length; x+=2) {
        uint8_t low = flash_read(LOW, here);
        Serial.print((char) low);
        uint8_t high = flash_read(HIGH, here);
        Serial.print((char) high);
        here++;
    }
    return STK_OK;
}

char eeprom_read_page(int length) {
    // here again we have a word address
    int start = here * 2;
    for (int x = 0; x < length; x++) {
        int addr = start + x;
        uint8_t ee = spi_transaction(0xA0, (addr >> 8) & 0xFF, addr & 0xFF, 0xFF);
        Serial.print((char) ee);
    }
    return STK_OK;
}

void read_page() {
    char result = (char)STK_FAILED;
    int length = 256 * getch();
    length += getch();
    char memtype = getch();
    if (CRC_EOP != getch()) {
        error++;
        Serial.print((char) STK_NOSYNC);
        return;
    }
}

```

```

    }
    Serial.print((char) STK_INSYNC);
    if (memtype == 'F') result = flash_read_page(length);
    if (memtype == 'E') result = eeprom_read_page(length);
    Serial.print(result);
    return;
}

void read_signature() {
    if (CRC_EOP != getch()) {
        error++;
        Serial.print((char) STK_NOSYNC);
        return;
    }
    Serial.print((char) STK_INSYNC);
    uint8_t high = spi_transaction(0x30, 0x00, 0x00, 0x00);
    Serial.print((char) high);
    uint8_t middle = spi_transaction(0x30, 0x00, 0x01, 0x00);
    Serial.print((char) middle);
    uint8_t low = spi_transaction(0x30, 0x00, 0x02, 0x00);
    Serial.print((char) low);
    Serial.print((char) STK_OK);
}

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////

////////////////////////////////////
////////////////////////////////////

int avrisp() {
    uint8_t data, low, high;
    uint8_t ch = getch();
    switch (ch) {
        case '0': // signon
            error = 0;
            empty_reply();
            break;
        case '1':
            if (getch() == CRC_EOP) {
                Serial.print((char) STK_INSYNC);
                Serial.print("AVR ISP");
                Serial.print((char) STK_OK);
            }
            break;
        case 'A':
            get_version(getch());
            break;
        case 'B':
            fill(20);
            set_parameters();
            empty_reply();
            break;
        case 'E': // extended parameters - ignore for now
            fill(5);
            empty_reply();
            break;
        case 'P':
            start_pmode();
            empty_reply();
            break;
        case 'U': // set address (word)
            here = getch();

```

```

    here += 256 * getch();
    empty_reply();
    break;

case 0x60: //STK_PROG_FLASH
    low = getch();
    high = getch();
    empty_reply();
    break;
case 0x61: //STK_PROG_DATA
    data = getch();
    empty_reply();
    break;

case 0x64: //STK_PROG_PAGE
    program_page();
    break;

case 0x74: //STK_READ_PAGE 't'
    read_page();
    break;

case 'V': //0x56
    universal();
    break;
case 'Q': //0x51
    error=0;
    end_pmode();
    empty_reply();
    break;

case 0x75: //STK_READ_SIGN 'u'
    read_signature();
    break;

    // expecting a command, not CRC_EOP
    // this is how we can get back in sync
case CRC_EOP:
    error++;
    Serial.print((char) STK_NOSYNC);
    break;

    // anything else we will return STK_UNKNOWN
default:
    error++;
    if (CRC_EOP == getch())
        Serial.print((char)STK_UNKNOWN);
    else
        Serial.print((char)STK_NOSYNC);
}
}

```

H) Código para determinar el tiempo de un módulo PIR

```
const int sensor= 2;
```

```
int estado = 0;
```

```
int tiempo=0;
```

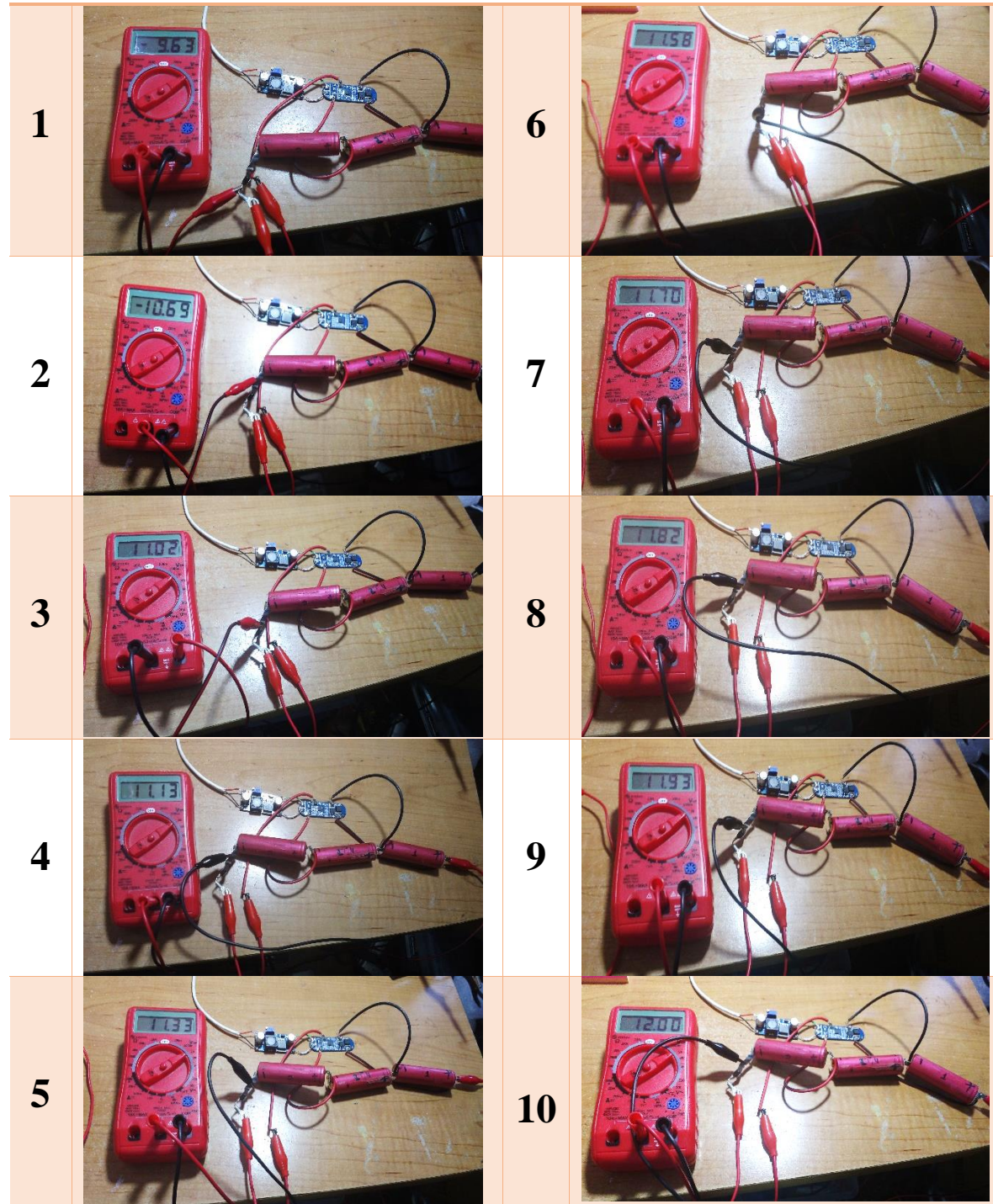
```

void setup() {
pinMode(sensor, INPUT);
Serial.begin(9600);
}
void loop() {
estado=digitalRead(sensor);
Serial.print(" Estado de sensor ");
Serial.println(estado);
if (estado==HIGH) {
tiempo=tiempo+1;
Serial.print(" Tiempo ");
Serial.print(tiempo);
Serial.println(" s ");
delay(1000);
}
else {
Serial.println(" Termino");
tiempo=0;
delay(100);
}
}

```

D) Imágenes de tabla “Voltaje de carga con módulo BMS”

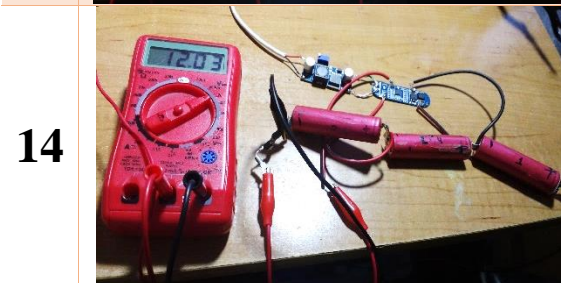
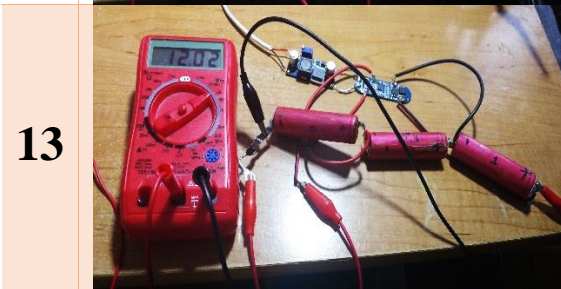
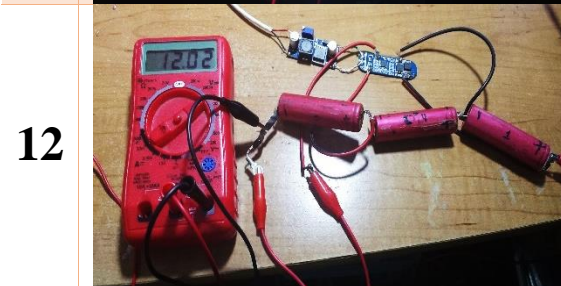
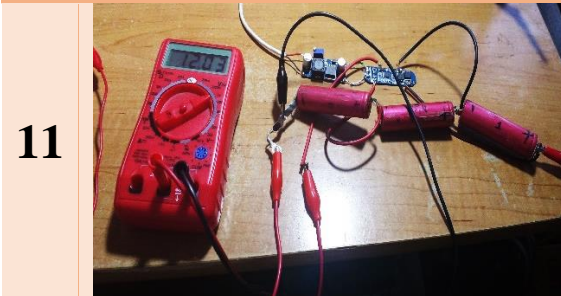
N° Medición	N° Medición
1	6
2	7
3	8
4	9
5	10



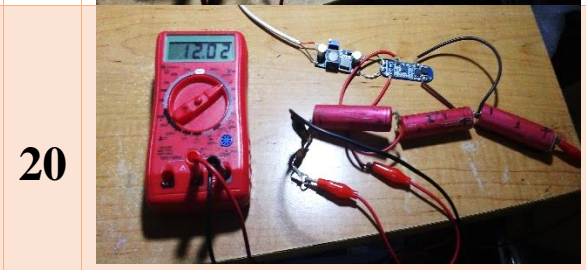
The table displays 10 individual photographs, each showing a red digital multimeter connected to a battery pack with a BMS module. The multimeter displays the following voltage readings:

- 1: 9.63
- 2: 10.69
- 3: 11.02
- 4: 11.13
- 5: 11.63
- 6: 11.58
- 7: 11.70
- 8: 11.82
- 9: 11.93
- 10: 12.00




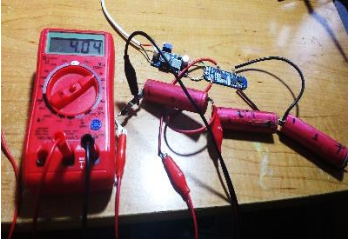



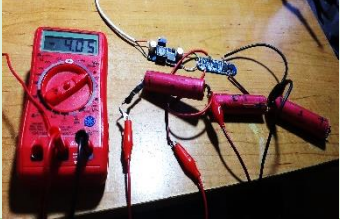




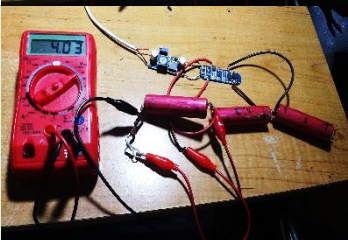

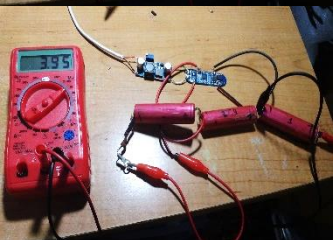
Nº Medición




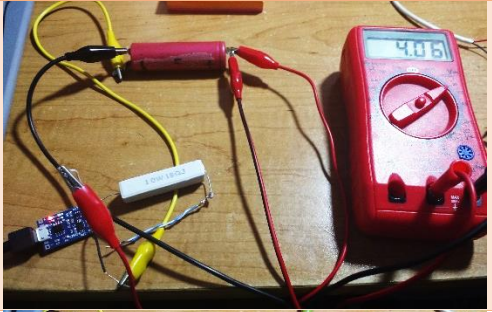


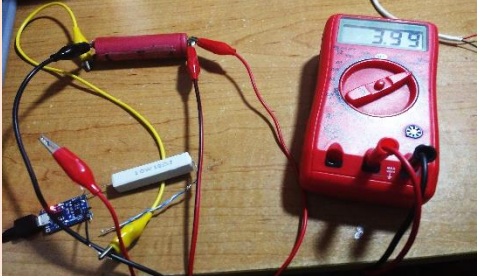
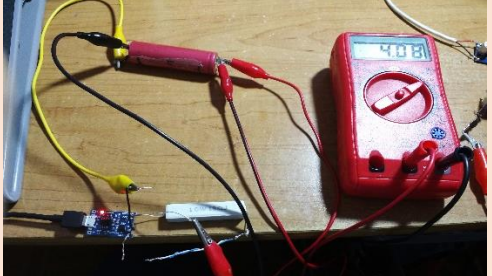

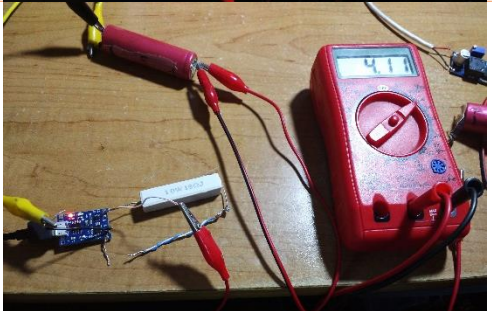

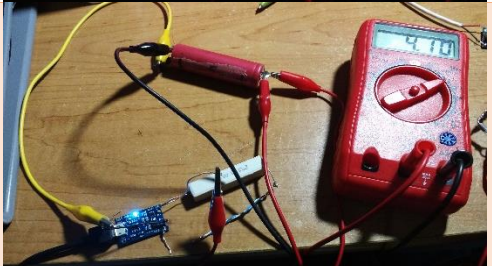
Nº Medición



E) Imágenes de tabla “Voltaje en celdas BMS”

N°	Celda 2	Celda 4	Celda 1
1			
2			
3			
6			
7			

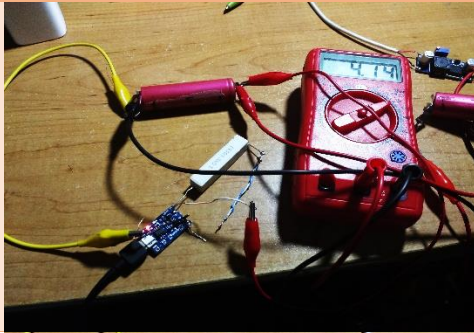
F) Imágenes de tabla “Voltaje de carga con módulo TP4056 con protección”

Nº Medición	Nº Medición
1 	6 
2 	7 
3 	8 
4 	9 
5 	10 

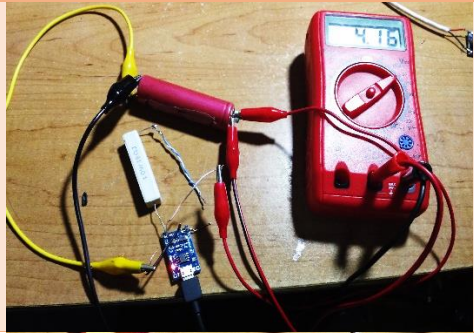
Nº Medición

Nº Medición

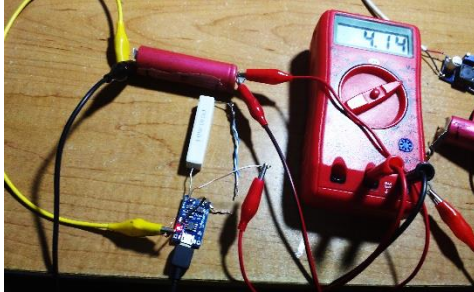
11



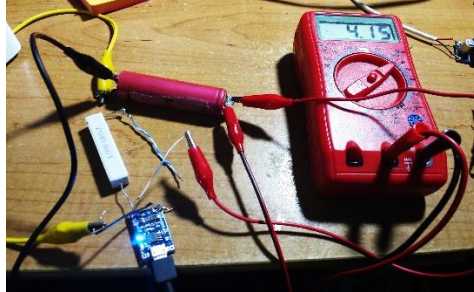
13



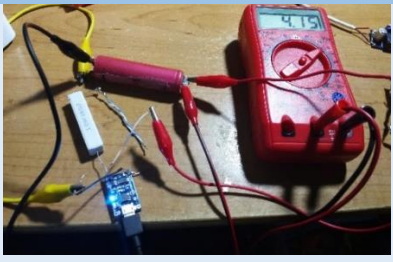
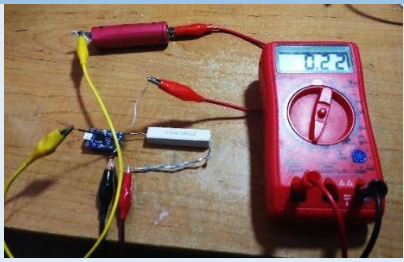
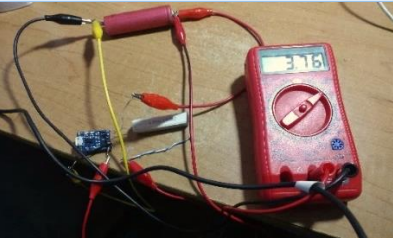
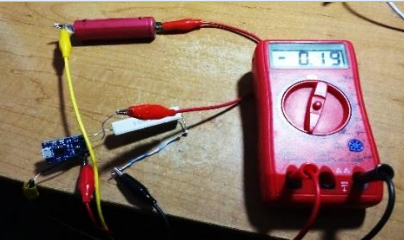


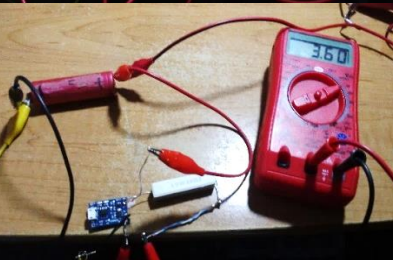





12













14




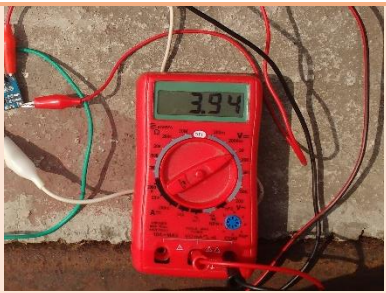







G) Imágenes de tabla “Voltaje de descarga con módulo TP4056 con protección”

N°	Voltaje	Corriente
1		
2		
3		
4		
5		
6		

H) Imágenes de tabla “Voltaje de descarga con módulo BMS”

N°	Voltaje	Corriente
1		
2		
3		
4		
5		


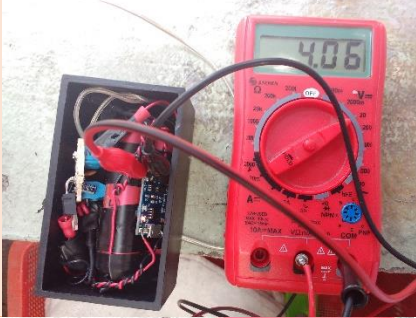

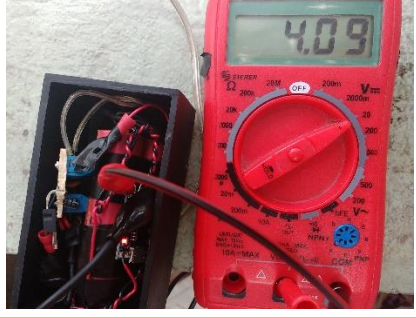

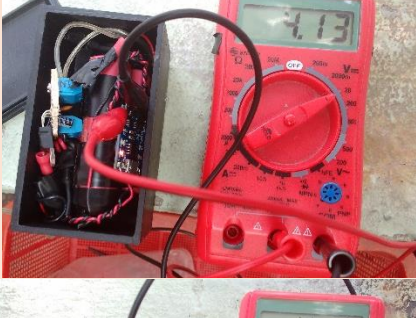
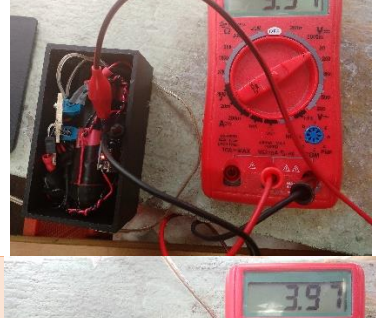


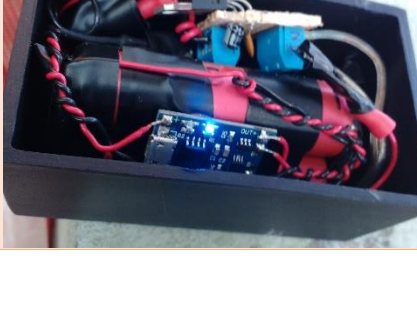
D) Imágenes de tabla “Carga mediante un panel solar sistema básico”

Nº Medición	Nº Medición
1 	5 
2 	6 
3 	7 
4 	8 
9 	

J) Carga mediante un panel solar sistema propuesto TP4056

Nº Medición

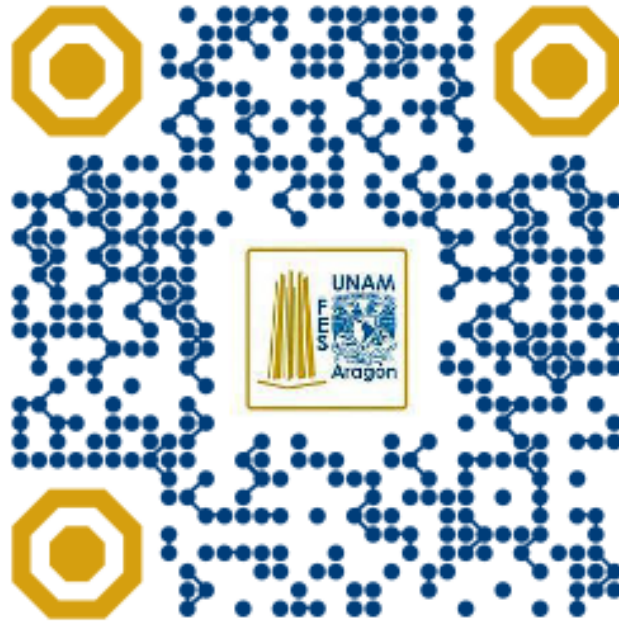
Nº Medición

1		27	
6		32	
11		37	
17		42	
22			

K) Carga mediante un panel solar sistema BMS

N° Medición	N° Medición
1 	14 
4 	16 
7 	23 
11 	29 

L) Video: Prueba sensor PIR “detección de perros”



M) Video: Prueba de repelentes ultrasónicos “dispositivos comerciales”



N) Video: Prueba de repelentes ultrasónicos aplicaciones para celular



Ñ) Video: Prueba de repelente ultrasónico circuito diseñado

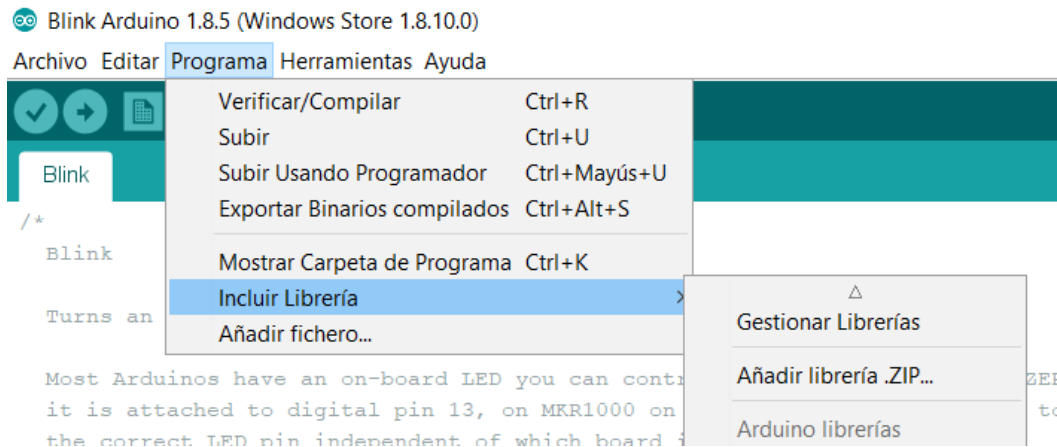


O) Instalación de una Librería en IDE Arduino.

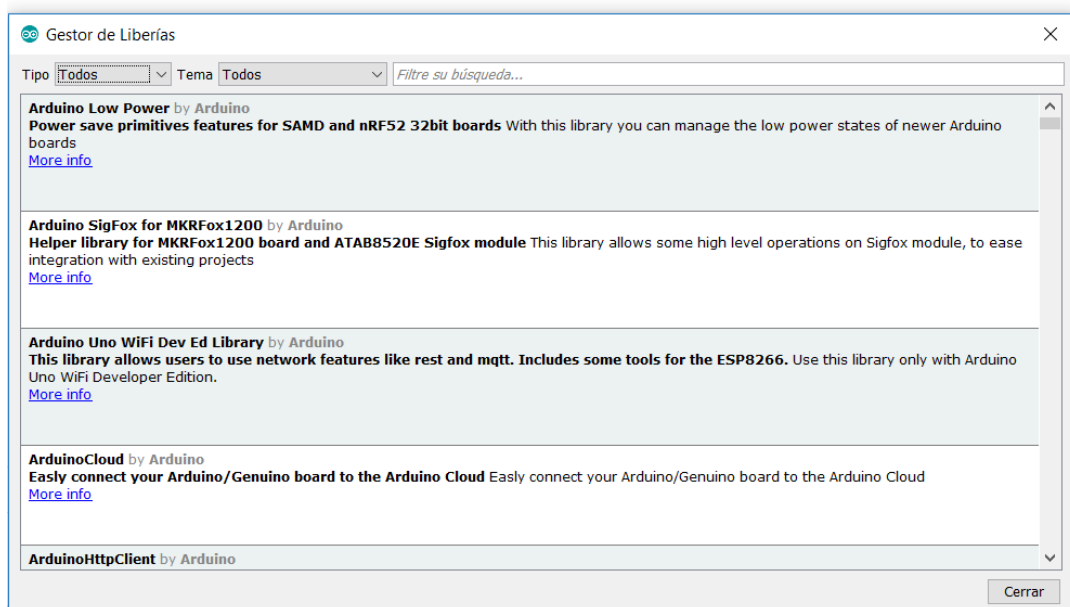
La instalación de Librerías en arduino se pueen realizar de dos formas, descargando el archivo fuera de el “Gestor de librerías” o ulilizar éste para descargar e instalar.

Instalación

En la barra de menu seleccionamos Programa y elegimos Incluir Librería.



En este momento se puede elegir la opción “Añadir librería .ZIP” donde tendremos que buscar la librería descargada previamente, si no se cuenta con ella accedemos a “Gestionar Librerías”.



En esta ventana nos muestran las librerías oficiales de Arduino, se debe colocar en la barra el nombre de la librería para evitar una búsqueda manual, si no existiera la librería deseada se debe buscar en internet e incluirla mediante la opción “Añadir librería .ZIP”.

P) Programa PIR tiempo

```
Const int sensor= 2;
int estado = 0;
int tiempo=0;
void setup() {
  pinMode(sensor, INPUT);
  Serial.begin (9600);
}
void loop() {
  estado= digitalRead(sensor);
  Serial.print (" Estado de sensor ");
  Serial.println(estado);
  if (estado== HIGH)
  {
    digitalWrite(9, HIGH);
    tiempo=tiempo+1;
    Serial.print(" Tiempo ");
    Serial.print(tiempo);
    Serial.println(" s ");
    delay(1000);
  }
  else
  {
    Serial.println(" Termino");
    tiempo=0;
    delay(100);
  }
}
```

Glosario

BMS: Siglas en inglés (Battery Management System) de Sistema de gestión de baterías.

Comba: “Forma curvada que toman algunos cuerpos sólidos al doblarse o torcerse.”

Compliancia: “Es una pequeña masa de aire capaz de comprimirse o expandirse sin desplazamiento apreciable.”

DIY: Se refiere a la abreviatura de “Do It Yourself”, lo cual indica que se puede realizar por cuenta propia.

Megatendencia: “Actitudes, creencias, valores y acciones que durante cierto tiempo impactan la vida social, política, económica y cultural de los seres humanos de tal forma que, al final de dicho periodo, terminan por modificarla sustancialmente.”

PCB: Siglas en inglés (Printed Circuit Board) de placa de circuito impreso.

Transductor: “Dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, la dilatación, la humedad, etc., en otro tipo de señal, normalmente eléctrica.”

Tweeter: Transductor diseñado para reproducir frecuencias altas, normalmente desde un mínimo de entre 2000 y 3000Hz hasta 20000Hz o más. Algunos tweeters son capaces de alcanzar frecuencias ultrasónicas de 40 e incluso 100kHz.

Ultrasonido: Onda sonora cuya frecuencia supera el límite perceptible por el oído humano (es decir, el sonido no puede ser captado por las personas por que se ubica en torno al espectro de 20.000Hz).

Vpp: La suma de las dos amplitudes máximas de la corriente alterna.