



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN Y USO DE TABLEROS DIDÁCTICOS DE MÓDULOS Y  
COMPONENTES ELECTRÓNICOS, ENFOCADO A ESTUDIANTES DEL CICLO  
DIVERSIFICADO**

**Danny Alexander López Xitumul**

Asesorado por la Inga. Ingrid Salomé Rodríguez de Loukota

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN Y USO DE TABLEROS DIDÁCTICOS DE MÓDULOS Y  
COMPONENTES ELECTRÓNICOS, ENFOCADO A ESTUDIANTES DEL CICLO  
DIVERSIFICADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DANNY ALEXANDER LÓPEZ XITUMUL**

ASESORADO POR LA INGA. INGRID SALOMÉ RODRÍGUEZ DE LOUKOTA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

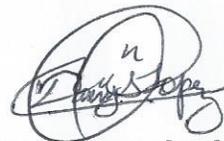
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archila
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzman Salazar
EXAMINADOR	Ing. Julio Cesar Solares Peñate
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN Y USO DE TABLEROS DIDÁCTICOS DE MÓDULOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS, ENFOCADO A ESTUDIANTES DEL CICLO DIVERSIFICADO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería de Mecánica Eléctrica, con fecha 26 de julio de 2018.



**Danny Alexander López Xitumul**

Guatemala 3 de septiembre de 2019

Ingeniero  
Julio Cesar Solares Peñate  
Coordinador del Área de Electrónica  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
Facultad de Ingeniería, USAC.

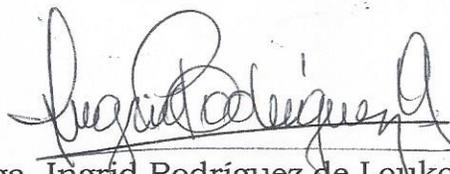
Apreciable Ingeniero Solares.

Me permito dar aprobación al trabajo de graduación titulado "**Análisis de la construcción y uso de tableros didácticos de módulos y componentes electrónicos, enfocado a estudiantes del ciclo diversificado**", del señor **Danny Alexander López Xitumul**, por considerar que cumple con los requisitos establecidos.

Por tanto, el autor de este trabajo de graduación y, yo, como su asesora, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, me es grato saludarle.

Atentamente,



Inga. Ingrid Rodríguez de Loukota  
Colegiada 5,356  
Asesora

Ingrid Rodríguez de Loukota  
Ingeniera en Electrónica  
colegiado 5356



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 17 de septiembre de 2019

**Señor Director**  
**Armando Alonso Rivera Carrillo**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica**  
**Facultad de Ingeniería, USAC**

Estimado Señor Director:

Por este medio me permito dar aprobación al Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN Y USO DE TABLEROS DIDÁCTICOS DE MÓDULOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS, ENFOCADO A ESTUDIANTES DEL CICLO DIVERSIFICADO** desarrollado por el estudiante **Danny Alexander López Xitumul**, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
**Ing. Julio César Solares Peñate**  
**Coordinador de Electrónica**





REF. EIME 63. 2019.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante: **DANNY ALEXANDER LÓPEZ XITUMUL** Titulado; **ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN Y USO DE TABLEROS DIDÁCTICOS DE MÓDULOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS ENFOCADO A ESTUDIANTES DEL CICLO DIVERSIFICADO**, procede a la autorización del mismo.

  
Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo



GUATEMALA, 3 DE OCTUBRE 2019.



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato  
24189102 - 24189103

DTG. 546.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN Y USO DE TABLEROS DIDÁCTICOS DE MÓDULOS Y COMPONENTES ELECTRÓNICOS, ENFOCADO A ESTUDIANTES DEL CICLO DIVERSIFICADO**, presentado por el estudiante universitario: **Danny Alexander López Xitumul**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, noviembre de 2019

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por ser el amor que me guía para poder alcanzar mis sueños, ayudándome a entender las cosas buenas y malas que me suceden.
- Mis padres** Alba Xitumul y Andrés López, ya que me guiaron en el camino de la fe católica, la cual me trazo el rumbo correcto para cargar mi cruz con alegría y llegar a la culminación de mis estudios.
- Mis hermanos** Alejandra, Nathali y José López, por los consejos, las vivencias, las lágrimas y las sonrisas compartidas a lo largo de mi vida. Quienes me dieron siempre un motivo para seguir luchando, enseñándome el amor y perdón que da sentido a la vida.
- Mis tíos** Edgar Estrada y Crissley Barrios, por los consejos, la motivación, el apoyo incondicional y por brindarme un ejemplo profesional, moral y familiar.
- Mi cuñado y sobrino** Fabián e Isaac Herrera, por apoyarme cuando más los necesito; por enseñarme tantas cosas buenas a lo largo de la vida y por brindarme su

perdón y amistad en los buenos y malos momentos.

**Mi familia**

Mis tíos, tías y primos que me fueron llenando de alegría y calor familiar; quienes me dieron sus experiencias para poder juntos aprender y vivir mejor en familia.

**Mi amigo**

Alex Pérez, por apoyarme en los cursos, incluso a costa de no ganar; por ser un gran aliado en los negocios, las fiestas y sobre todo en la vida, por sobrepasar momentos difíciles.

**Mi prometida**

Martha María Berrios Valle, por darme el amor, la comprensión, el ánimo y por buscar la santidad en el matrimonio.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por ser la institución que me brindó, a pesar de sus necesidades y faltas, los conocimientos necesarios para ser un ingeniero en electrónica.

**Facultad de Ingeniería**

Por brindarme los conocimientos a través de algunas personas que con calidad humana comparten sin envidia sus experiencias de vida, familiares y laborales; con el fin de formarnos como personas capaces de sobreponernos a las dificultades de la vida laboral.

**Mis compañeros  
de la facultad**

Por brindarme su apoyo y ayuda en los temas que me resultaban difíciles o a los que no les daba el interés necesario y por soportar mis malos momentos. Varios me ofrecieron su amistad la cual aprecio muchísimo.

**Mis amigos de  
la universidad**

Sin ustedes no habría sido alegre cursar las diferentes clases, ya que con su presencia me llenaban de ocurrencias divertidas para sobrellevar el estrés de una manera sana y divertida.

**Mi asesora de tesis**

Inga. Ingrid Rodríguez de Loukota, por su calidad humana, quien me demostró que lo más

importante en una persona es la actitud positiva.  
quien imparte sus clases con ternura y carisma,  
que invita a esforzarse en cada curso impartido.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	XXIII
1. ANTECEDENTES TEÓRICOS PARA EL TABLERO.....	1
1.1. Electrónica analógica .....	1
1.1.1. Corriente y voltaje.....	1
1.1.2. Resistencia .....	2
1.1.3. Ley de Ohm .....	2
1.1.4. Circuito en serie.....	3
1.1.5. Ley de voltaje de Kirchhoff .....	4
1.1.6. Elementos en paralelo .....	6
1.1.7. Ley de corriente de Kirchhoff.....	6
1.1.8. Capacitancia.....	7
1.1.9. Autoinductancia .....	9
1.1.10. Señales analógicas y digitales.....	10
1.2. Electrónica digital .....	11
1.2.1. Sistema de numeración binario .....	11
1.2.2. Circuitos lógicos.....	12
1.2.2.1. Compuerta multiplicadora.....	13
1.2.2.2. Compuerta sumadora .....	13
1.2.2.3. Compuerta NO o inversora.....	14

1.2.3.	Microcontroladores .....	15
1.2.3.1.	Arquitectura interna .....	16
2.	JUSTIFICACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL TABLERO .....	19
2.1.	Ejemplo de prácticas realizadas en el taller .....	20
2.1.1.	Práctica para el curso de electrónica analógica .....	21
2.1.2.	Práctica para el curso de electrónica digital .....	25
3.	COMPONENTES UTILIZADOS EN EL TABLERO .....	29
3.1.	Componentes pasivos .....	29
3.1.1.	Resistencia .....	30
3.1.1.1.	Resistencias lineales .....	31
3.1.1.2.	Resistencias variables .....	31
3.1.1.3.	Potenciómetros .....	32
3.1.1.4.	Trimmer .....	33
3.1.1.5.	Resistencias variables no lineales .....	34
3.1.1.6.	Termistores .....	35
3.1.1.7.	Varistores .....	36
3.1.1.8.	Celdas fotoconductoras .....	37
3.1.2.	Capacitor .....	38
3.1.2.1.	Capacitores de mica .....	39
3.1.2.2.	Capacitor electrolítico .....	39
3.1.3.	Inductor .....	41
3.2.	Componentes activos .....	42
3.2.1.	Semiconductores de dos capas .....	43
3.2.1.1.	Diodos .....	44
3.2.1.2.	Diodo emisor de luz .....	46
3.2.1.3.	Diodos Zener .....	47
3.2.2.	Semiconductores de tres capas .....	48

3.2.2.1.	Transistores Bjt.....	48
3.2.2.2.	Transistores Mosfet .....	50
3.2.3.	Amplificadores operacionales.....	56
3.2.3.1.	Amplificador inversor .....	56
3.2.3.2.	Amplificador no inversor .....	57
3.2.3.3.	Amplificador sumador .....	58
3.2.4.	Microcontroladores .....	58
3.2.4.1.	Pic 16f887.....	59
3.2.4.2.	Microcontrolador Esp8266.....	60
3.2.4.3.	Microcontrolador Arduino Nano .....	61
3.2.5.	Sensores y módulos .....	62
3.2.5.1.	Sensor DHT11 .....	63
3.2.5.2.	Sensor DS18B20 .....	65
3.2.5.3.	Sensor de movimiento HC-SR501 .....	66
3.2.5.4.	Módulo ultrasónico HC-SR04 .....	68
3.2.5.5.	Módulo <i>Bluetooth</i> HC-05 .....	69
3.2.5.6.	Módulo identificador por radio frecuencia RC522 .....	71
4.	DISEÑO DEL TABLERO.....	73
4.1.	Alternativas para el tablero .....	73
4.2.	Características del diseño .....	74
4.2.1.	Seguridad .....	74
4.2.2.	Adaptación a su entorno.....	75
4.2.3.	Dimensionamiento del tablero .....	75
4.3.	Desarrollo de placas.....	76
4.3.1.	Partes del tablero.....	77
4.3.1.1.	Primera parte del tablero .....	77
4.3.1.2.	Segunda parte del tablero .....	78

4.3.1.3.	Tablero completo.....	79
4.3.2.	Módulo, resistencias fijas .....	80
4.3.3.	Módulo, resistencias variables .....	81
4.3.4.	Módulo de inductores .....	82
4.3.5.	Módulo, <i>pull-up</i> y <i>pull-down</i> .....	83
4.3.6.	Módulo, <i>relay</i> / cristal .....	84
4.3.7.	Módulo de capacitores .....	85
4.3.8.	Módulo, diodos y uniones.....	86
4.3.9.	Módulo, <i>display</i> y barra gráfica.....	88
4.3.10.	Módulo de transistores BJT y Mosfet .....	90
4.3.11.	Módulo, Triac y Moc 3021 .....	92
4.3.12.	Módulo, controlador de motores.....	93
4.3.13.	Pantalla LCD .....	95
4.3.14.	Teclado matricial .....	96
4.3.15.	Módulos.....	97
4.3.16.	Microcontroladores.....	101
5.	PRÁCTICAS A REALIZAR CON EL TABLERO.....	105
5.1.	Estructura de una práctica .....	105
5.2.	Práctica 1: resistencias en serie y paralelo .....	106
5.2.1.	Objetivos .....	106
5.2.2.	Problema .....	106
5.2.3.	Descripción de la solución.....	106
5.3.	Práctica 2: carga y descarga de un capacitor .....	107
5.3.1.	Objetivos .....	107
5.3.2.	Problema.....	107
5.3.3.	Descripción de la solución.....	108
5.4.	Práctica 3: uso del relé.....	108
5.4.1.	Objetivos .....	108

5.4.2.	Problema .....	109
5.4.3.	Descripción de la solución .....	109
5.5.	Práctica 4: rectificadores de onda .....	111
5.5.1.	Objetivos.....	112
5.5.2.	Problema .....	112
5.5.3.	Descripción de la solución .....	112
5.6.	Práctica 5: contador ascendente con <i>display</i> 7 segmentos...	114
5.6.1.	Objetivos.....	114
5.6.2.	Problema .....	115
5.6.3.	Descripción de la solución .....	115
5.7.	Práctica 6: uso del teclado matricial .....	117
5.7.1.	Objetivos.....	118
5.7.2.	Problema .....	119
5.7.3.	Descripción de la solución .....	119
5.8.	Práctica 7: comunicación serial utilizando módulo <i>Bluetooth</i>	122
5.8.1.	Objetivos.....	123
5.8.2.	Problema .....	123
5.8.3.	Descripción de la solución .....	123
5.9.	Práctica 8: medición de distancia (IoT).....	126
5.9.1.	Objetivos.....	126
5.9.2.	Problema .....	126
5.9.3.	Descripción de la solución .....	127
CONCLUSIONES .....		133
RECOMENDACIONES .....		135
BIBLIOGRAFÍA.....		137



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Circuito básico.....	3
2.	Circuito en serie .....	4
3.	Circuito en serie .....	5
4.	Circuito en paralelo .....	6
5.	Ley de corriente de Kirchhoff .....	7
6.	Capacitor.....	8
7.	Relación carga voltaje.....	9
8.	Inductancia.....	10
9.	Compuerta Y.....	13
10.	Compuerta O.....	14
11.	Compuerta NO .....	14
12.	Microcontrolador .....	15
13.	Diagrama oscilador intermitente.....	23
14.	Señal de salida.....	24
15.	Elementos utilizados en prácticas .....	26
16.	Código de colores para resistores.....	30
17.	Símbolo esquemático.....	31
18.	Símbolos esquemáticos resistencia variable.....	32
19.	Potenciómetros .....	33
20.	Trimmer.....	33
21.	Símbolos para resistores no lineales.....	34
22.	Gráfica curva característica del <i>Termistor</i> .....	35
23.	Símbolo esquemático <i>Termistor</i> .....	36

24.	Gráfica curva característica del varistor .....	36
25.	Símbolo esquemático del varistor .....	37
26.	Gráfica curva característica celda fotoconductora .....	37
27.	Símbolo de celda fotoconductora.....	38
28.	Construcción capacitor de cerámica .....	39
29.	Símbolo esquemático capacitor electrolítico .....	40
30.	Capacitor electrolítico .....	40
31.	Símbolos inductores .....	41
32.	Diferentes inductores .....	42
33.	Material tipo n y tipo p .....	43
34.	Tipos de diodos.....	44
35.	Diodo condición de polarización en directa.....	45
36.	Diodo condición de polarización inversa.....	45
37.	Forma física del led.....	46
38.	Diodo condición de polarización inversa.....	47
39.	Forma física del diodo Zener .....	48
40.	Construcción interna del transistor Bjt .....	49
41.	Funcionamiento del transistor Bjt.....	50
42.	Estructura Mosfet tipo empobrecimiento canal n .....	51
43.	Mosfet tipo empobrecimiento canal n .....	52
44.	Estructura Mosfet tipo empobrecimiento canal n .....	52
45.	Símbolos Mosfet tipo empobrecimiento .....	53
46.	Estructura Mosfet tipo enriquecimiento canal n .....	54
47.	Características Mosfet tipo enriquecimiento canal n.....	55
48.	Símbolos para Mosfet tipo enriquecimiento .....	55
49.	Multiplicador de ganancia constante inversor .....	57
50.	Multiplicador de ganancia constante no inversor .....	57
51.	Circuito sumador.....	58
52.	Diagrama interno de un microcontrolador.....	59

53.	Diagrama de pines NodeMCU .....	61
54.	Diagrama pines Arduino Nano .....	62
55.	Trama datos del DHT11 .....	63
56.	Conexión de sensor sin PCB a Arduino .....	64
57.	Conexión de sensor con PCB a Arduino .....	64
58.	Sensores DS18B20 conectados en paralelo .....	65
59.	Sensores DS18B20 conectados en paralelo .....	66
60.	Sensores HC-SR501 .....	67
61.	Conexiones del sensor HC-SR501 .....	67
62.	Conexiones del módulo HC-SR04 .....	69
63.	Conexiones del módulo HC-05 .....	70
64.	Conexiones del módulo RC522 .....	72
65.	Tablero visto desde arriba .....	76
66.	Primera parte del tablero .....	78
67.	Segunda parte del tablero .....	79
68.	Tablero completo .....	80
69.	Módulo, resistencias fijas .....	81
70.	Módulo, resistencias variables .....	82
71.	Módulo de inductores .....	83
72.	Módulo <i>pull-up / pull-down</i> .....	84
73.	Módulo, <i>relay</i> y cristal .....	85
74.	Módulo, capacitores .....	86
75.	Módulo, diodos .....	87
76.	Módulo leds .....	88
77.	Módulo, <i>display</i> .....	89
78.	Módulo, barra gráfica .....	89
79.	Módulo transistores BJT y Mosfet .....	90
80.	Módulo, transistores BJT .....	91
81.	Mosfet canal N y canal P .....	92

82.	Triac y Moc 3021 .....	92
83.	Módulo L298N.....	93
84.	Motor simple .....	94
85.	Motor paso a paso .....	94
86.	Servo motor .....	95
87.	Pantalla LCD.....	96
88.	Teclado matricial 4x4 .....	96
89.	Módulo <i>Bluetooth</i> HC-05.....	97
90.	Sensor Humedad DHT-11 .....	98
91.	Brazo para movilizar .....	99
92.	Sensor Pir .....	100
93.	Módulo ultrasónico.....	100
94.	Microcontrolador Pic .....	101
95.	Microcontrolador ESP 32 .....	102
96.	Microcontrolador Arduino Nano .....	103
97.	Uso básico de un relé .....	110
98.	Diagrama esquemático rectificador completo .....	111
99.	Voltaje conducción.....	113
100.	Conexión del teclado 4x4.....	118
101.	Selección de tarjeta .....	128
102.	Pines ESP 32.....	131
103.	Código QR .....	132

## TABLAS

I.	Comparación de sistemas .....	11
II.	Conversión de binario a decimal.....	12
III.	Lista de materiales.....	20
IV.	Lista de precio para los componentes .....	22

V.	Lista de precio para los componentes.....	25
VI.	Parámetros eléctricos HC-SR04 .....	68
VII.	Descripción pines HC-05.....	70
VIII.	Datos práctica 5 (diodos) .....	114
IX.	Código para contador ascendente .....	115
X.	Código para teclado 4x4 .....	119
XI.	Código <i>Bluetooth</i> .....	124
XII.	Código medidor distancia wifi.....	129



## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A	Amperio
C	Capacitancia medida en Farads
Q	Carga medida en Coulomb
K	Catión
I	Corriente eléctrica
I <sub>s</sub>	Corriente fuente
E	Fuente de voltaje de corriente directa
H	Henrio
L	Inductancia medida en henrios
Kb	Kilobyte
kV	Kilovoltio
TTL	Lógica transistor transistor
MCU	Microcontrolador
μF	Microfaradio
μS	Microsegundo
n	Negativo
Ω	Ohm, medida de resistencia eléctrica
p	Positivo
R	Resistencia eléctrica
V	Voltio



## GLOSARIO

<b>Alu</b>	Unidad lógica aritmética, por sus siglas en inglés, <i>arithmetic logic unit</i> .
<b>And</b>	Compuerta lógica que genera una salida con estado lógico alto cuando todas sus entradas tienen un estado lógico alto.
<b>Bit</b>	Unidad básica de información.
<b>Bjt</b>	Siglas en inglés para <i>bipolar junction transistor</i> .
<b>Bluetooth</b>	Red inalámbrica de área personal.
<b>Buzzer</b>	Transductor electroacústico.
<b>Byte</b>	Unión continua de ocho bits.
<b>Cpu</b>	Unidad de procesamiento central, por sus siglas en inglés, <i>central processing unit</i> .
<b>Foto resistor</b>	Resistencia que varía su valor con respecto a la luz que incide sobre ella.
<b>IoT</b>	Internet de las cosas, por sus siglas en inglés, <i>internet of things</i> .

<b>LCD</b>	Display de cristal líquido, por sus siglas en inglés, <i>liquid cristal display</i> .
<b>LDR</b>	Resistencia dependiente de la luz por sus siglas en inglés <i>light dependent resistor</i> .
<b>LCK</b>	Ley de corrientes de Kirchhoff.
<b>LVK</b>	Ley de voltajes de Kirchhoff.
<b>Mica</b>	Mineral con el que se fabrican un tipo de los diferentes tipos de capacitores.
<b>Nibble</b>	Unión continúa de cuatro bits.
<b>Not</b>	Compuerta lógica que genera una salida con estado lógico alto cuando su entrada tiene un estado lógico bajo y genera una salida con estado bajo cuando su entrada tiene un estado lógico alto.
<b>One wire</b>	Protocolo de comunicación serial.
<b>Or</b>	Compuerta lógica que genera una salida con estado lógico alto cuando por lo menos una de las entradas tiene un estado lógico alto.
<b>PCB</b>	Placa de circuito impreso por sus siglas en inglés, <i>printed circuit board</i> .

<b>PIR</b>	Detector de movimiento pasivo, por sus siglas en inglés, <i>pyroelectric infrared</i>
<b>Proteus</b>	Software que permite la simulación de circuitos electrónicos con microcontroladores.
<b>Protoboard</b>	Placa de pruebas con orificios para colocar componentes electrónicos.
<b>Ram</b>	Siglas en inglés para <i>random access memory</i> .
<b>Resistencia <i>pull-down</i></b>	Resistencia conectada a tierra, establece un estado lógico bajo en una entrada cuando se encuentra en reposo.
<b>Resistencia <i>pull-up</i></b>	Resistencia conectada a voltaje, establece un estado lógico alto en una entrada cuando se encuentra en reposo.
<b>Rom</b>	Memoria de acceso aleatorio de solo lectura, por sus siglas en inglés, <i>read-only memory</i> .
<b>Scr</b>	Rectificador controlado de silicio, por sus siglas en inglés, <i>silicon controlled rectifier</i> . Dispositivo electrónico de 4 capas.
<b>SMD</b>	Dispositivo de montaje sobre superficie, por sus siglas en inglés, <i>surface mount device</i> .

<b>Sram</b>	Memoria de acceso aleatorio estático, por sus siglas en inglés, <i>static random access memory</i> .
<b>Termistor</b>	Resistencia que varía su valor dependiendo de la temperatura.
<b>Tierra</b>	Potencial eléctrico de referencia, indica el cero absoluto del circuito.
<b>Trimmer</b>	Resistencia variable que se encuentra soldada a una placa electrónica.
<b>USB</b>	Siglas en inglés para <i>universal serial bus</i> , estándar industrial que define los cables, conectores y protocolos para conectar dos dispositivos.
<b>Varistor</b>	Componente cuya resistencia disminuye cuando la tensión eléctrica que se le aplica aumenta.

## RESUMEN

Con el crecimiento poblacional en Guatemala, los estudiantes buscan carreras técnicas en las que puedan comenzar un negocio propio en caso de no encontrar un trabajo formal.

En las áreas urbanas del país existen muchos negocios donde se venden componentes electrónicos, pero en áreas rurales son escasos y en algunos lugares no existen.

Por esto, es necesario el análisis para la construcción de un tablero con todos los componentes necesarios para que el estudiante de electrónica pueda aprender sin necesidad de verse obligado a comprar materiales.

En el primer capítulo se presentan los fundamentos teóricos que se utilizan en las prácticas que se llevan a cabo en el tablero didáctico.

En el segundo capítulo se muestra cómo se realizan las prácticas en la actualidad y lo costosas que pueden resultar, por lo que se ve la necesidad de reducir ese gasto extra.

El tercer capítulo explica la composición y el funcionamiento de los componentes que se utilizarán en el tablero; de esta forma los estudiantes y profesores que lo utilicen tendrán una guía para utilizar el tablero.

El cuarto capítulo presenta el diseño del tablero, los diagramas y las simulaciones utilizadas para construirlo y muestra los enlaces en donde se pueden descargar los diferentes contenidos para armar el tablero.

El quinto capítulo proporciona una serie de prácticas que se pueden implementar con el tablero.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Plantear el desarrollo de un tablero con varios sensores y módulos, capaz de proveer el recurso técnico para alcanzar las competencias que un estudiante de la carrera de Perito en Electrónica y Dispositivos Digitales debe tener sin necesidad que el estudiante incurra en gastos por compra de sensores y módulos.

### **Específicos**

1. Diseñar un tablero que sea compacto y que permita conectar circuitos externos para realizar prácticas de laboratorio.
2. Reducir el gasto en el que se incurre en la carrera de Perito en Electrónica y Dispositivos Digitales por la compra de los componentes y sensores necesarios para desarrollar las prácticas y los proyectos.
3. Desarrollar prácticas para el uso del tablero de manera escrita y por medio de video tutoriales.



## INTRODUCCIÓN

Un módulo electrónico es un circuito que realiza una tarea en conjunto con otros circuitos o componentes unitarios; la unión de varios módulos y componentes electrónicos conformarán un tablero didáctico, útil para comenzar a estudiar la electrónica digital, desde sus fundamentos hasta conceptos más complejos como temas de telecomunicaciones, seguridad residencial o automatización.

Los módulos en la mayoría de los casos tienen precios elevados y representan un obstáculo en el aprendizaje para alumnos pertenecientes a familias de escasos recursos, principalmente en el interior del país donde la prioridad muchas veces pasará por lograr sobrevivir a causa de la falta de trabajo o los bajos ingresos percibidos en la familia.

Para facilitar el acceso a los conocimientos teóricos y prácticos de estudiantes de la carrera de Perito en Electrónica y Dispositivos Digitales que viven en áreas rurales y urbanas en Guatemala, es necesario implementar tableros en los cuales el alumno pueda aprender a programar y configurar diferentes sensores, módulos y sistemas electrónicos para la automatización e innovación electrónica con cualquier microcontrolador o sistema de control que se tenga como objetivo de aprendizaje.

En varios casos a los alumnos no les interesa, posean el dinero para comprar componentes o no, comprar módulos, sensores y componentes ya que dentro su pasión o sus planes de estudios universitarios no está continuar estudio en electrónica, por diferentes razones, ya sea por que estudian una

carrera que alguien más escogió para ellos o porque en el transcurso de la carrera se dan cuenta que no les gusta trabajar en el área de electrónica.

# **1. ANTECEDENTES TEÓRICOS PARA EL TABLERO**

En los cursos que se imparten en electrónica para diversificado, se abarcan teoremas y conceptos básicos los cuales son divididos en las áreas analógica y digital de la electrónica moderna.

## **1.1. Electrónica analógica**

En nivel diversificado, los estudiantes obtienen los conocimientos técnicos para ser capaces de manipular equipos electrónicos que se utilizan en las industrias y el hogar; también, para continuar sus estudios en la universidad a un nivel superior. Los teoremas que se utilizan en electrónica son necesarios para entender el funcionamiento de sistemas complejos.

### **1.1.1. Corriente y voltaje**

La cantidad de electrones que fluyen por un material conductor se conoce como corriente eléctrica y se mide en amperios (A), en honor de André Marie Ampere. En ausencia de fuerzas externas aplicadas, el flujo neto de carga en un conductor hacia cualquier dirección es cero.

El voltaje es la fuerza con la que los electrones se mueven en un conductor, una diferencia de potencial o voltaje, siempre se mide entre dos puntos en el sistema. Al cambiar cualquier punto puede cambiar la diferencia de potencial entre los dos puntos bajo análisis.

### **1.1.2. Resistencia**

El flujo de carga a través de cualquier material encuentra una fuerza opuesta que es similar en muchos aspectos a la fricción mecánica. A esta oposición, debida a las colisiones entre electrones y electrones y otros átomos en el material, que convierte la energía eléctrica en otra forma de energía como el calor, se le llama resistencia del material. La unidad de medición para la resistencia es el ohm, para el cual se emplea el símbolo  $\Omega$ .

La resistencia de cualquier material con un área transversal uniforme se determina mediante cuatro factores los cuales son material, longitud del material, área transversal, temperatura.

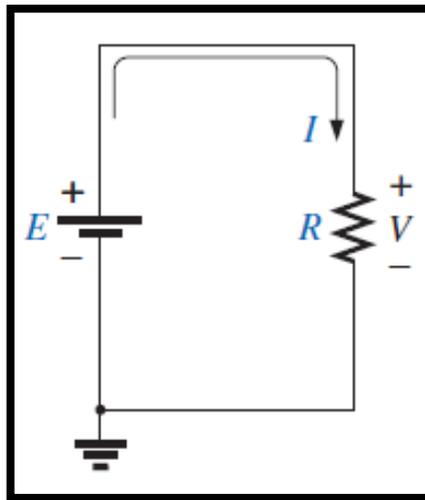
### **1.1.3. Ley de Ohm**

La ley de Ohm revela claramente que, para una resistencia fija, a mayor voltaje (o presión) en un resistor, mayor es la corriente; y a mayor resistencia para el mismo voltaje, menor es la corriente. En otras palabras, la corriente es proporcional al voltaje aplicado e inversamente proporcional a la resistencia.

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

Las tres cantidades de la ecuación de la ley de Ohm son definidas por el sencillo circuito de la figura 1.

Figura 1. **Circuito básico**



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 98.

Observe que como se muestra en la figura 1, que la fuente de voltaje presiona la corriente en una dirección que pasa de la terminal negativa de la batería a la terminal positiva. Esto será siempre el caso para circuitos de una sola fuente. El símbolo para el voltaje de la batería (una fuente de energía eléctrica) es la letra  $E$  mayúscula, mientras que la caída de voltaje en el resistor es dada por el símbolo  $V$ . La polaridad de la caída de voltaje en el resistor es como se define por la fuente aplicada porque las dos terminales de la batería se conectan directamente al elemento resistivo.

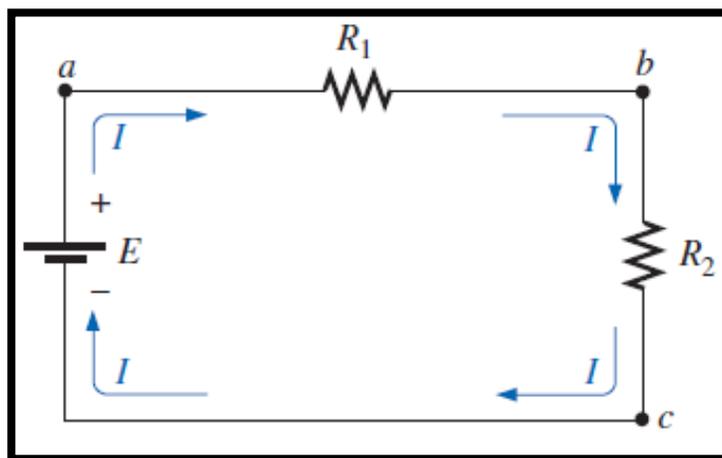
#### 1.1.4. **Circuito en serie**

Un circuito consta de cualquier número de elementos conectados en puntos terminales; ofrece al menos una ruta cerrada por la cual pueda fluir la carga.

Dos elementos se encuentran en serie si solo cuentan con una terminal en común (es decir, una terminal de un elemento se encuentra conectada solamente a una terminal del otro elemento) y si el punto común entre los dos elementos no se encuentra conectado con otro elemento que transporta corriente.

La corriente es la misma a lo largo de los elementos en serie, ver figura 2.

Figura 2. **Circuito en serie**



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 130.

La resistencia total de un circuito en serie es la suma de los niveles de resistencia.

### 1.1.5. **Ley de voltaje de Kirchhoff**

La ley de voltaje de Kirchhoff establece que la suma algebraica de las elevaciones y caídas de potencial alrededor de un lazo (o trayectoria) cerrado es cero. Un lazo cerrado es cualquier trayectoria continua que sale de un punto

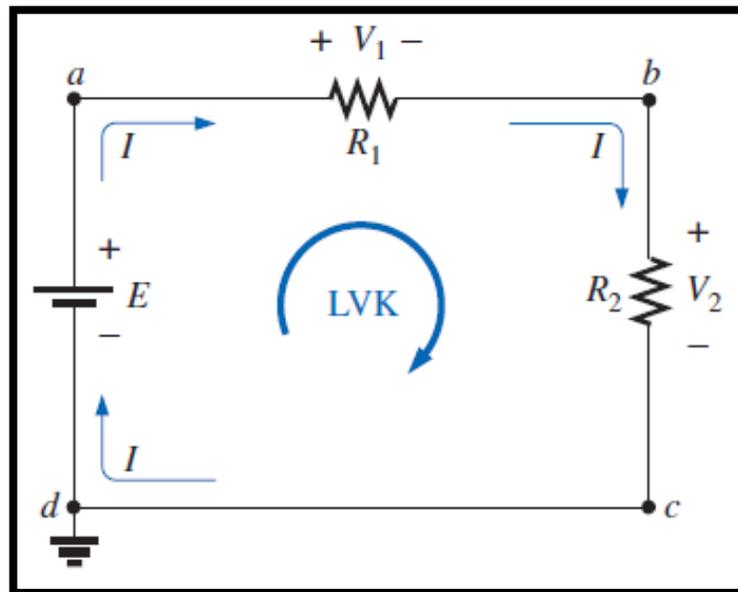
en una dirección y regresa al mismo punto desde otra dirección sin abandonar el circuito.

En la figura 3 se observa que, al seguir la corriente, es posible trazar una ruta continua que parte del punto a cruzando  $R_1$  y regresa a través de E sin abandonar el circuito. Por tanto, abc da es un lazo cerrado. Para que se pueda aplicar la ley de voltaje de Kirchhoff, la suma de las elevaciones y caídas del potencial debe realizarse en una sola dirección alrededor del lazo cerrado.

La sumatoria de las caídas de potencial debe ser igual a la sumatoria de las elevaciones de potencial.

$$\sum V_{\text{elevaciones}} = \sum V_{\text{caídas}}$$

Figura 3. **Circuito en serie**

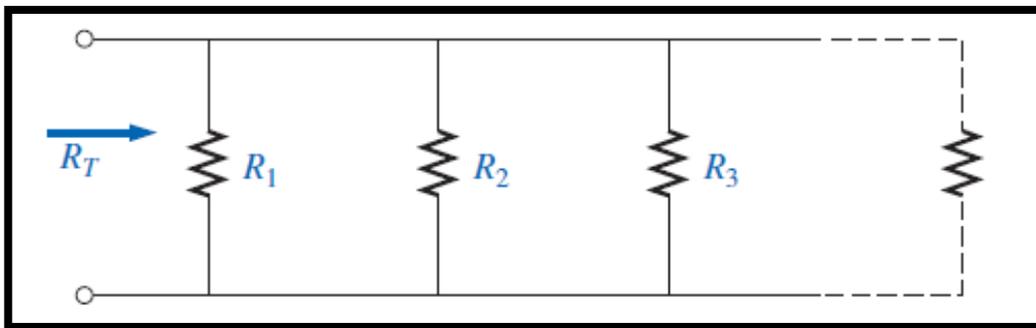


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 134.

### 1.1.6. Elementos en paralelo

Dos elementos, ramas, o redes están en paralelo si tienen dos puntos en común. Como se muestra en la figura 4, la resistencia total de resistores en paralelo es siempre menor que el valor del resistor más pequeño.

Figura 4. Circuito en paralelo



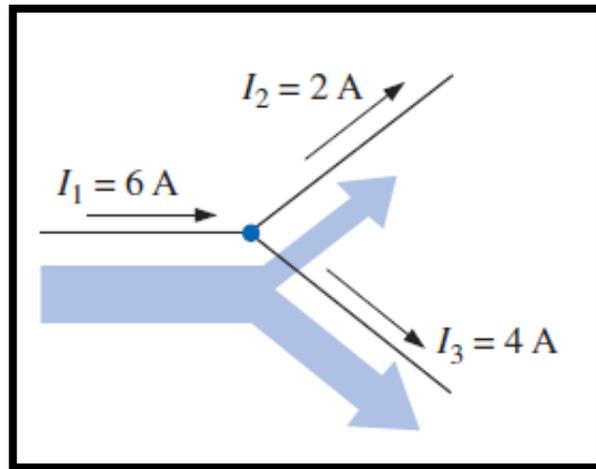
Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 171.

Para resistores en paralelo, la resistencia total siempre disminuirá cuando sean agregados elementos adicionales en paralelo.

### 1.1.7. Ley de corriente de Kirchhoff

La ley de corriente de Kirchhoff (LCK) establece que la suma algebraica de las corrientes que entran y salen de un área, sistema o unión es cero.

Figura 5. Ley de corriente de Kirchhoff

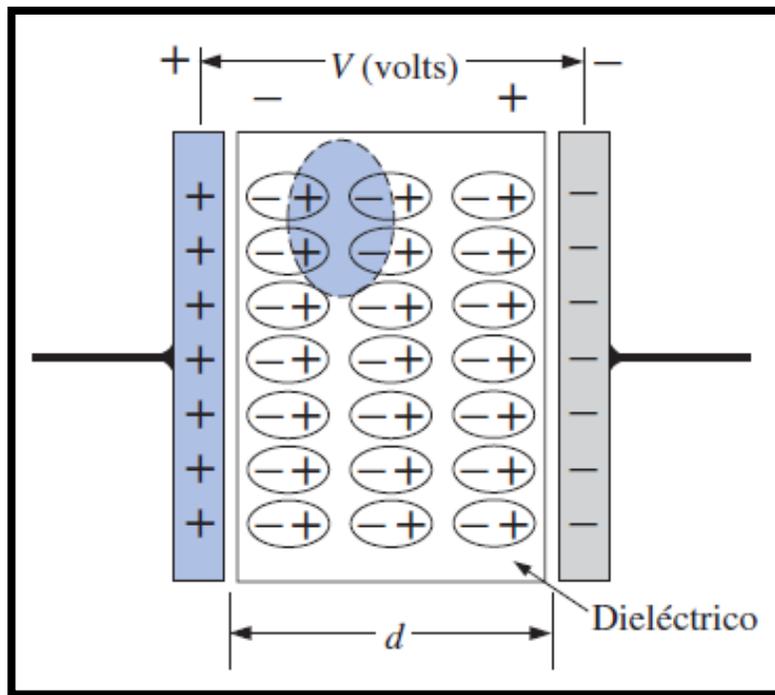


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 180.

### 1.1.8. Capacitancia

Un capacitor es un componente conformado por dos placas conductoras paralelas separadas por un material dieléctrico.

Figura 6. Capacitor

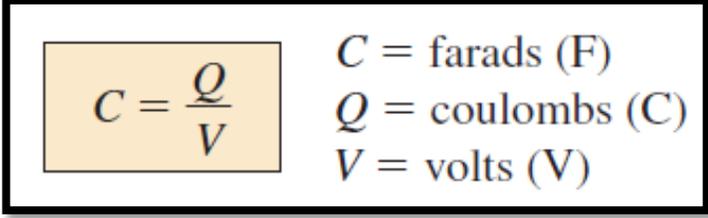


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 378.

La capacitancia es una medida de la habilidad del capacitor para almacenar carga sobre sus placas.

Un capacitor tendrá una capacitancia de 1 farad si 1 coulomb de carga se deposita sobre las placas mediante una diferencia de potencial de 1 volt en las placas.

Figura 7. **Relación carga voltaje**



$C = \frac{Q}{V}$	$C = \text{farads (F)}$
	$Q = \text{coulombs (C)}$
	$V = \text{volts (V)}$

Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 377.

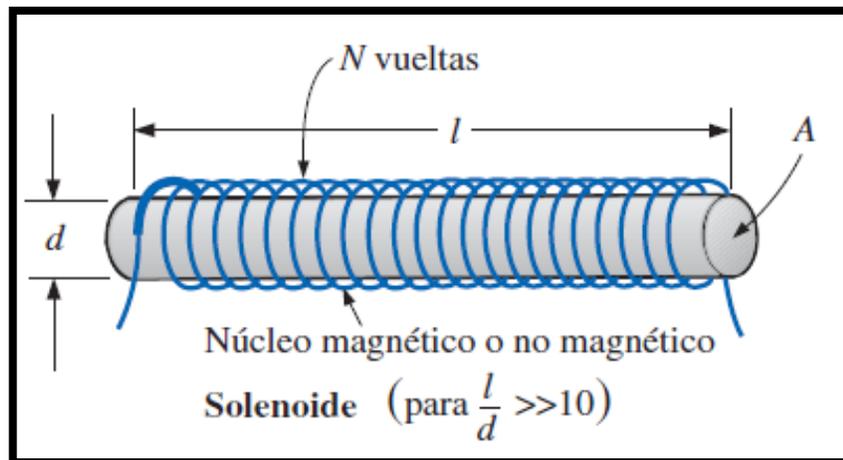
Los capacitores conectados entre ellos en serie dan como resultado un valor de capacitancia más pequeña que el valor más pequeño conectado en serie, semejante al resultado que se obtiene de conectar resistores en paralelo.

Mientras que capacitores en paralelo proporcionan mayor capacitancia, ya que el área de las placas se suma permitiendo poder almacenar mayor carga entre ellas.

### **1.1.9. Autoinductancia**

La capacidad de una bobina de oponerse a cualquier cambio en la corriente es una medida de la auto inductancia  $L$  de la bobina. Los inductores son bobinas de dimensiones diversas diseñadas para introducir cantidades específicas de inductancia dentro de un circuito. La inductancia de una bobina varía directamente con las propiedades magnéticas de esta. Por tanto, los materiales ferromagnéticos se emplean con frecuencia para incrementar la inductancia aumentando el flujo de acoplamiento a la bobina.

Figura 8. Inductancia



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 475.

### 1.1.10. Señales analógicas y digitales

Las señales son variaciones en el tiempo y la amplitud de una magnitud, las señales analógicas son todas aquellas señales que tienen valores infinitos de amplitudes en el tiempo mientras que las señales digitales son aquellas señales que tienen valores finitos de amplitudes en el tiempo.

En las señales digitales se le conoce como uno lógico a los valores de voltaje que estén dentro del rango de 2 voltios a 5 voltios; mientras que un cero lógico se encuentra dentro del rango de los 0 voltios hasta 1,5 voltios, dependiendo de la tecnología con la que se construye el dispositivo lógico que se utiliza.

Las señales digitales son señales discretas en el tiempo; tienen valores específicos en el tiempo y, por lo general, no son continuos en el tiempo; a diferencia de las señales analógicas que tienen valores continuos en el tiempo.

## 1.2. Electrónica digital

A continuación, se muestra el sistema de la electrónica digital.

### 1.2.1. Sistema de numeración binario

Los números en el área de la electrónica son la base sobre la que se desarrollan las teorías y leyes; la numeración binaria es un sistema de numeración en el que solamente se utilizan dos símbolos: el número 1 y el número 0. El 1 representa la presencia de voltaje en un sistema mientras que el 0 la ausencia del mismo.

Tabla I. **Comparación de sistemas**

Binario	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
Decimal	$10^5$	$10^4$	$10^3$	$10^2$	$10^1$	$10^0$

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla I, los valores 1 y 0 representan un valor dependiendo de la posición en la que se encuentren.

Por ejemplo, el número binario 111001010 se puede convertir a decimal de la siguiente manera:

Tabla II. **Conversión de binario a decimal**

$2^8$	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
256	128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	1	0	0	1	0	1	0
$256*1 + 128*1 + 64*1 + 32*0 + 16*0 + 8*1 + 4*0 + 2*1 + 1*0 = 458$								

Fuente: elaboración propia.

Multiplicando los valores de cada posición por el valor del número que ocupa dicha posición y sumando cada resultado se obtiene el valor del número binario expresado en sistema decimal, dando por resultado 458.

Cada número en sistema binario representa un bit, la unión de cuatro bits forman un nibble y la unión continua de ocho bits un byte.

### 1.2.2. Circuitos lógicos

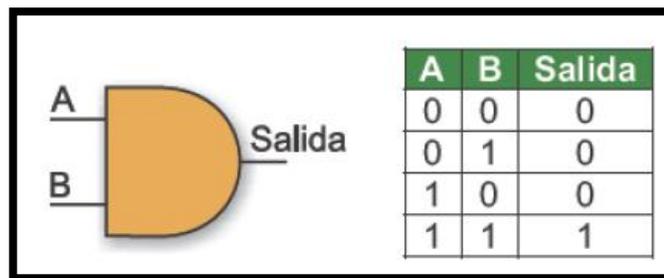
El funcionamiento de una compuerta lógica es basado en los principios establecidos por el matemático británico George Boole en la mitad del siglo XIX.

La idea principal es de expresar las formas lógicas por medio de las funciones algebraicas. Tal idea pronto se transformó en un producto práctico que se convirtió más tarde en lo que hoy en día se conoce como circuitos lógicos Y (AND), O (OR) o NO (NOT). El principio de su funcionamiento es conocido como álgebra de Boole.

### 1.2.2.1. Compuerta multiplicadora

También conocida como compuerta Y (and). Esta compuerta dispone de dos o más entradas y cuando en todas sus entradas se encuentran conectadas a uno lógico la salida será uno lógico, pero si una de las entradas se encuentra conectada a cero, la salida es cero lógico.

Figura 9. Compuerta Y

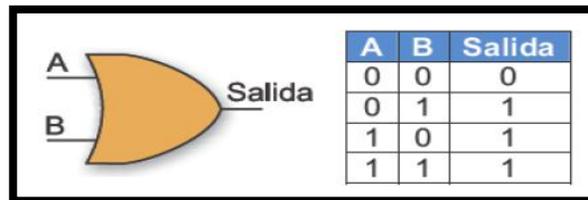


Fuente: Microcontroladores pic. *Programación en c con ejemplos*.  
<https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/detalles-importantes>. Consulta: 15 de marzo de 2019.

### 1.2.2.2. Compuerta sumadora

También conocida como compuerta O (or). Esta compuerta dispone de dos o más entradas; si una de estas entradas se conecta a uno lógico, la salida será uno lógico; para que la salida sea cero lógico todas las entradas deberán conectarse a cero lógico.

Figura 10. **Compuerta O**



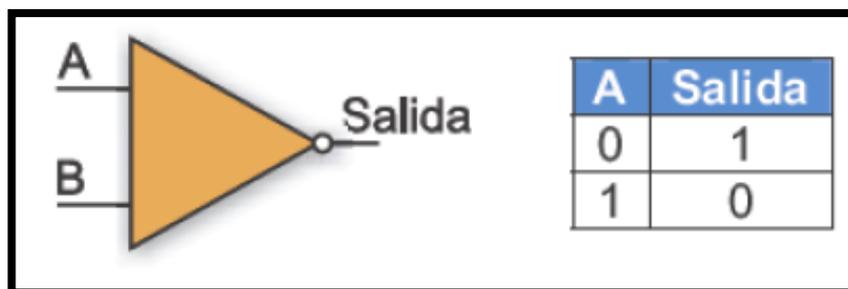
Fuente: Microcontroladores pic. *Programación en c con ejemplos.*

<https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/detalles-importantes>. Consulta: 15 de marzo de 2019.

### 1.2.2.3. **Compuerta NO o inversora**

La compuerta lógica inversora dispone de una sola entrada y salida. Cuando un cero lógico aparezca en su entrada, la salida proporciona uno lógico y viceversa. Esto significa que esta compuerta invierte las señales de entrada y por eso es denominada inversor.

Figura 11. **Compuerta NO**



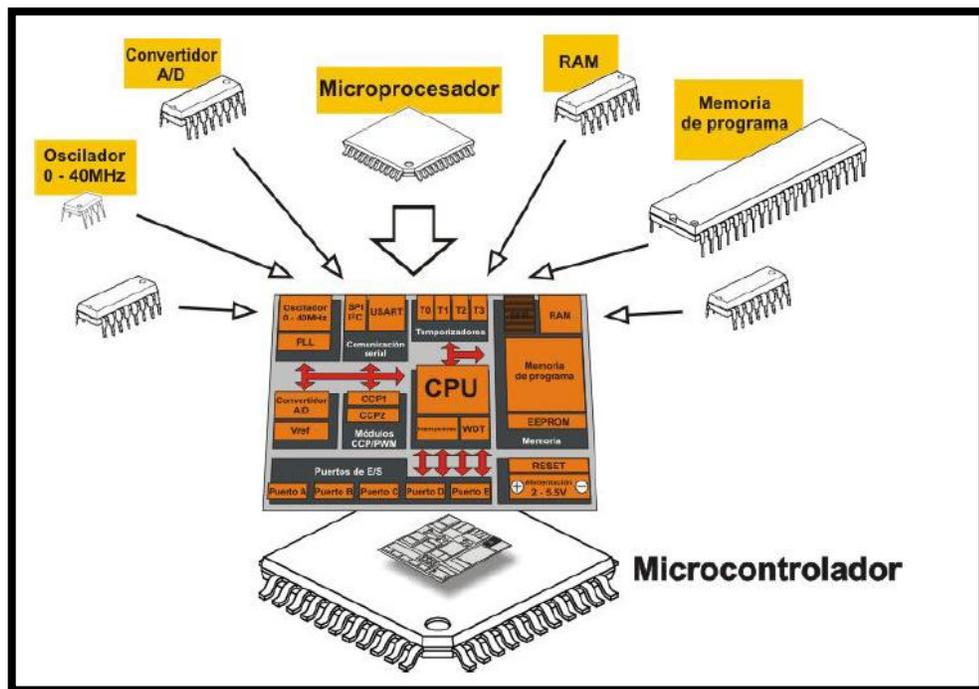
Fuente: Microcontroladores pic. *Programación en c con ejemplos.*

<https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/detalles-importantes>. Consulta: 15 de marzo de 2019.

### 1.2.3. Microcontroladores

Un microcontrolador es un dispositivo electrónico que se puede programar para realizar diversas tareas; se utiliza un procesador para realizar procesos lógicos y a través de periféricos genera señales eléctricas en respuesta al proceso que realizó.

Figura 12. Microcontrolador



Fuente: Microcontroladores pic. *Programación en c con ejemplos*.  
<https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-c-con-ejemplos/detalles-importantes>. Consulta: 15 de marzo de 2019.

### 1.2.3.1. Arquitectura interna

Todos los microcontroladores actuales utilizan uno de dos modelos básicos de arquitectura: arquitectura Harvard o Von-Neumann. Son dos maneras diferentes del intercambio de datos entre la CPU y la memoria.

- **Arquitectura de von-Neumann**

Los microcontroladores que utilizan la arquitectura Von-Neumann disponen de un solo bloque de memoria y de un bus de datos de 8 bits. Como todos los datos se intercambian por medio de estas 8 líneas, este bus está sobrecargado, y la comunicación por sí misma es muy lenta e ineficaz. La CPU puede leer una instrucción o leer / escribir datos de / en la memoria. Los dos procesos no pueden ocurrir a la vez puesto que las instrucciones y los datos utilizan el mismo bus. Por ejemplo, si alguna línea de programa dice que el registro de la memoria RAM llamado "SUM" debe ser aumentado por uno (instrucción: `incf SUMA`), el microcontrolador hará lo siguiente:

- Leer la parte de la instrucción de programa que especifica qué es lo que debe realizar (en este caso es la instrucción para incrementar "incf").
- Seguir leyendo la misma instrucción que especifica sobre cuál dato lo debe realizar (en este caso es el contenido del registro "SUMA").
- Después de haber sido incrementado, el contenido de este registro se debe escribir en el registro del que fue leído (dirección del registro "SUMA").

El mismo bus de datos se utiliza para todas estas operaciones intermedias.

- Arquitectura de Harvard

Los microcontroladores que utilizan esta arquitectura disponen de dos buses de datos diferentes. Uno es de 8 bits de ancho y conecta la CPU con la memoria RAM. El otro consiste en varias líneas (12, 14 o 16) y conecta a la CPU y la memoria ROM. Por consiguiente, la CPU puede leer las instrucciones y realizar el acceso a la memoria de datos a la vez. Puesto que todos los registros de la memoria RAM son de 8 bits de ancho, todos los datos dentro del microcontrolador que se intercambian son del mismo tamaño.

Durante el proceso de la escritura de programa, solo se manejan los datos de 8 bits. En otras palabras, todo lo que usted podrá cambiar en el programa y a lo que podrá afectar será de 8 bits de ancho. Todos los programas escritos para estos microcontroladores serán almacenados en la memoria ROM interna del microcontrolador después de haber sido compilados a código máquina. No obstante, estas localidades de memoria ROM no tienen 8, sino 12, 14 o 16 bits. 4, 6 o 8 bits adicionales representan una instrucción que especifica a la CPU qué hacer con los datos de 8 bits.

Las ventajas de este diseño son las siguientes:

- Todos los datos en el programa son de un byte (8 bits) de ancho. Como un bus de datos utilizado para lectura de programa tiene unas líneas más (12, 14 o 16), tanto la instrucción como el dato se pueden leer simultáneamente al utilizar estos bits adicionales. Por

eso, todas las instrucciones se ejecutan en un ciclo salvo las instrucciones de salto que son de dos ciclos.

- El hecho de que un programa (la ROM) y los datos temporales (la RAM) estén separados, permite a la CPU poder ejecutar dos instrucciones simultáneamente. Dicho de manera sencilla, mientras que se realiza la lectura o escritura de la RAM (que marca el fin de una instrucción), la siguiente instrucción se lee por medio de otro bus.
- En los microcontroladores que utilizan la arquitectura de Von-Neumann, nunca se sabe cuánta memoria ocupará algún programa. Generalmente, la mayoría de las instrucciones de programa ocupan dos localidades de memoria (una contiene información sobre qué se debe realizar, mientras que la otra contiene información sobre cuál dato se debe realizar). Sin embargo, esto no es una fórmula rígida, sino el caso más frecuente. En los microcontroladores que utilizan una arquitectura Harvard, el bus de la palabra de programa es más ancho que un byte, lo que permite que cada palabra de programa esté compuesto por una instrucción y un dato. En otras palabras, una localidad de memoria - una instrucción de programa.

## 2. JUSTIFICACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL TABLERO

Las prácticas de taller son una parte fundamental y muy importante en la carrera técnica de los estudiantes de la carrera de electrónica. En el taller el estudiante debe poner en práctica la teoría básica de electrónica por primera vez, por lo que armando circuitos básicos, logran comprender de mejor manera los temas que en la teoría muchas veces es muy difícil de comprender ya que hay conceptos o teorías necesitan un nivel de abstracción elevado.

Una práctica debe estar estudiada para el grupo de personas a la que se le imparte, teniendo en cuenta los materiales que se utilizaran en esta práctica, ya que, si no se poseen los materiales necesarios, la práctica pueda que no se logre realizar a cabalidad, lo que provoca un retraso en el proceso de aprendizaje del estudiante. Otro factor importante lo representan los equipos fundamentales que se necesitan para utilizar los materiales que la práctica requiere, tales como osciloscopios, fuentes de corriente directa, entre otros.

Al momento de referirse a materiales, se debe entender por componentes tales como resistores, capacitores, cable para utilizar en *protoboard*, semiconductores, circuitos integrados como por ejemplo el circuito integrado 555, fuentes de energía directa, baterías; y en cursos donde el estudiante aprender electrónica digital deben adquirir módulos y componentes, microcontrolador, computadora, compuertas lógicas, teclado matricial, pantalla Lcd, Buzzer, módulo bluetooth, sensor ultrasónico, sensor de temperatura, sensor de humedad para suelo, entre otros.

Muchas veces la carencia de recursos económicos obliga a los estudiantes a no alcanzar los conocimientos que se deben obtener por falta de algún componente, ya que estos componentes no se incluyen en ninguno de los pagos que los responsables del estudiante realizan al inscribirlo en algún centro educativo.

Una práctica de taller para los alumnos de quinto año diversificado debe lograr que el estudiante comprenda los temas explicados en clase de forma teórica a través de la construcción de sistemas basados en los principios teóricos; una práctica común utilizaría los materiales que se describen en la tabla III.

Tabla III. **Lista de materiales**

1. Pantalla LCD Utilizada para mostrar la información.	7. Fotorresistencia Censa el nivel de luz que le incide.
2. Servomotor Realiza movimientos controlados.	8. Fuente de energía Fuente de energía directa.
3. Pulsadores normalmente abiertos Sirve para ingresar información al microcontrolador.	9. Microcontrolador Controla los sensores y módulos.
4. Sensor ultrasónico Se encarga de la medición de distancia.	10. Protoboard Sirve para conectar los componentes y sensores entre ellos.
5. Resistencias de 10 kΩ Limitan la corriente.	11. Materiales para realizar apuntes Papel y hoja para que el estudiante realice anotaciones importantes.
6. Buzzer Genera sonidos para advertir al usuario.	

Fuente: elaboración propia.

## 2.1. **Ejemplo de prácticas realizadas en el taller**

En el taller, los alumnos realizan prácticas para conocer, experimentar y aprender a utilizar los componentes y sistemas electrónicos; muchas prácticas

hoy en día no se realizan correctamente ya que los alumnos no pueden obtener los materiales para realizar las prácticas y los proyectos necesarios para alcanzar las competencias necesarias.

### **2.1.1. Práctica para el curso de electrónica analógica**

Una práctica común en el taller de electrónica analógica impartido en cuarto año bachillerato es la construcción de osciladores por control de voltaje; esto se puede realizar armando un oscilador astable con el circuito 555. El circuito astable es un circuito que genera una señal cuadrada a la salida, la cual su tiempo en alto y bajo está determinado por la carga y descarga de un capacitor a través de una resistencia conectada en sus pines 2 y 6. La otra configuración que de interés para un circuito oscilador es el circuito monoastable, el cual necesita que en el pin 2 que es el pin de disparo se le coloque un pulso bajo o cero lógico.

Para realizar la práctica se deben obtener los componentes de la tabla IV, aunque el gasto sea significativo es necesario realizarlo; por lo regular los estudiantes compran más materiales ya que dañan materiales en las prácticas o los pierden por lo que el gasto puede llegar a ser mayor que el que se estima en la tabla IV.

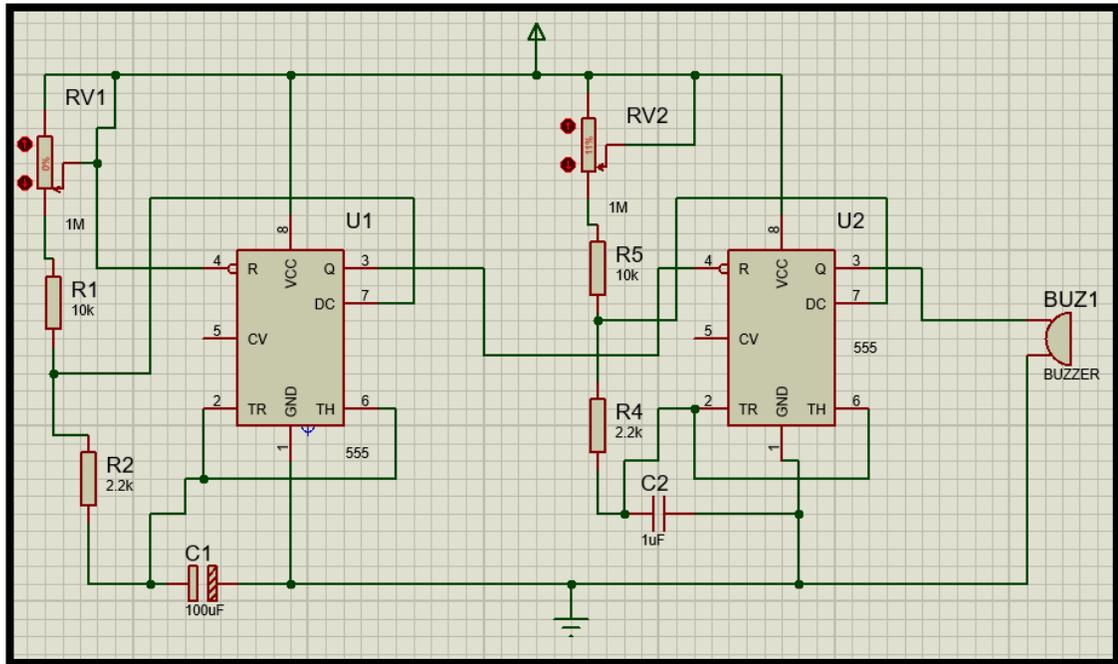
Tabla IV. **Lista de precio para los componentes**

<b>Nombre del componente</b>	<b>cantidad</b>	<b>Precio (Q)</b>	<b>Precio (\$)</b>
Resistencia 10 K $\Omega$	2	Q1,20	\$0,15
Resistencia 2,2 K $\Omega$	2	Q1,20	\$0,15
Potenci3metro 1M $\Omega$	2	Q10,00	\$1,28
Foto resistor	3	Q21,00	\$2,69
Capacitor electrol3tico 1 000 $\mu$ F	1	Q10,00	\$1,28
Capacitor cer3mico 1 uF	1	Q4,00	\$0,51
C.I. 555	2	Q15,00	\$1,92
Buzzer	1	Q15,00	\$1,92
Cable para protoboard	3 metros	Q10,00	\$1,28
Protoboard	1	Q100,00	\$12,82
Total		Q187,40	\$24,03

Fuente: elaboraci3n propia.

Bas3ndose en el circuito de la figura 13, el estudiante deber3 armar el circuito y realizar los c3lculos de los tiempos que genera el oscilador al momento de conectar los componentes del circuito o conectar diferentes valores de la resistencia R2, R4, C1 y C2.

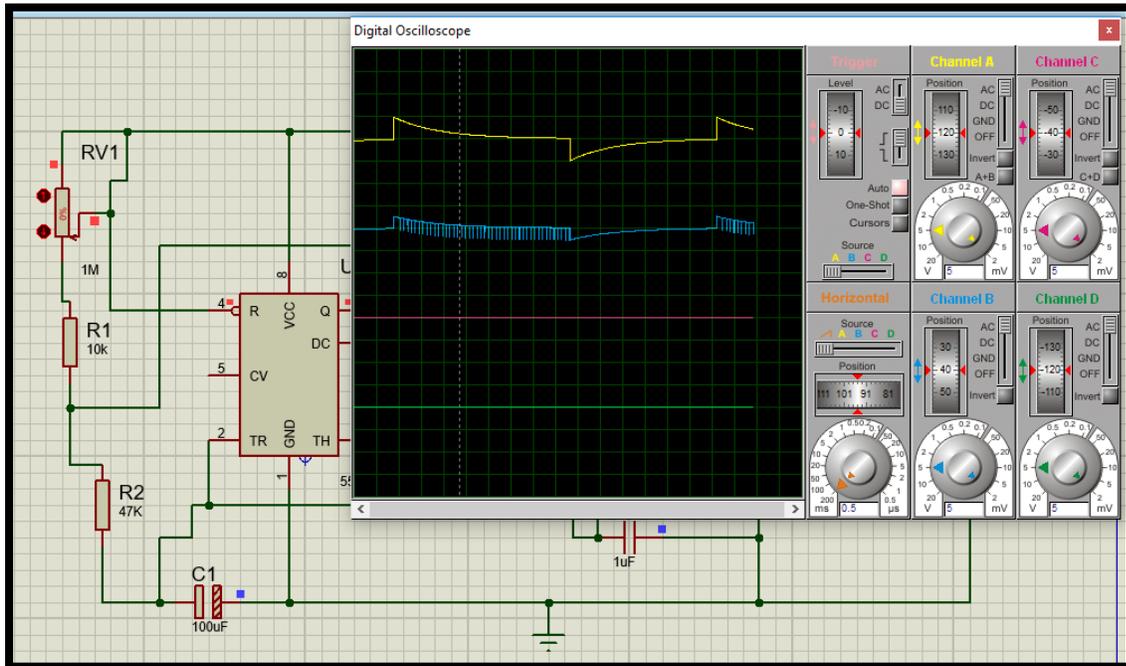
Figura 13. Diagrama oscilador intermitente



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus 8.7.

El resultado final del circuito armado se debe escuchar; además, analizar la señal de salida en un osciloscopio para verificar que la onda sea como la que se muestra en la figura 14.

Figura 14. Señal de salida



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus 8.7.

El circuito armado, junto con los cálculos realizados para obtener el tiempo en alto y en bajo del oscilador representan los resultados a calificar por el instructor; comprende el funcionamiento en global del circuito y para que se utiliza cada pin del mismo.

### 2.1.2. Práctica para el curso de electrónica digital

Para quinto año diversificado en electrónica, las prácticas se orientan al área de la electrónica digital; se aprende el uso de microcontroladores y actuadores. La práctica consiste en configurar el microcontrolador para que al medir la luz que ingrese en una foto resistencia mueva un servo motor.

También, sobre el servo motor se debe colocar el sensor ultrasónico que tiene como propósito mostrar la medición de distancia entre diferentes posiciones las cuales serán seleccionadas por los pulsadores. Cuando la distancia sea menor que diez centímetros el Buzzer sonará indicando que un objeto se encuentra muy cerca del sensor; todo esto será conectado a un microcontrolador.

Los materiales que se deben utilizar se describen según su precio en la tabla V.

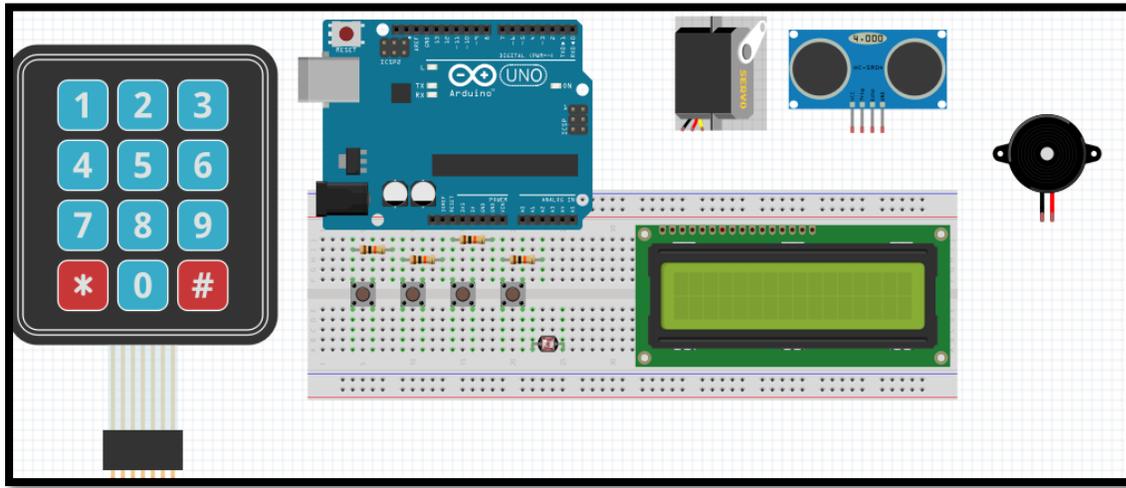
Tabla V. Lista de precio para los componentes

Nombre del componente	cantida d	Precio (Q)	Precio (\$)
Pantalla Lcd	1	Q75,00	\$9,62
Servo motor	1	Q70,00	\$8,97
pulsadores	4	Q4,00	\$0,51
Sensor ultrasónico	1	Q50,00	\$6,41
Resistencia 10 KΩ	4	Q4,00	\$0,51
Buzzer	1	Q15,00	\$1,92
Cable para protoboard	3 metros	Q10,00	\$1,28
Foto resistor	3	Q21,00	\$2,69
Protoboard	1	Q100,00	\$12,82
Total		Q349,00	\$44,74

Fuente: elaboración propia.

Los componentes deben conectarse en el protoboard como se muestra en la figura 15.

Figura 15. **Elementos utilizados en prácticas**



Fuente: elaboración propia, empleando Fritzing.

El procedimiento que los estudiantes deben realizar debe ser el siguiente:

Conectar el teclado matricial y la LCD al microcontrolador según indican los diagramas proporcionados por el instructor.

- Cargar el ejemplo del programa para controlar los componentes conectados según la figura 15.
- Si se muestra en la pantalla el número o letra que se presiona en el teclado, conectar el servo motor y el Buzzer al microcontrolador según indican los diagramas proporcionados por él instructor; en caso de que

no funcione el teclado o la LCD repetir los pasos 1 y 2 verificando que está conectado correctamente.

- Cargar el ejemplo para controlar los componentes hasta ahora utilizados y revisar que funcionen los componentes en conjunto.
- Analizar y redactar un informe sobre la práctica para comprobar que comprende el funcionamiento y la lógica del código y el funcionamiento de los componentes.

Al realizar el programa que controle el funcionamiento del microcontrolador y armar el circuito conectando los diferentes componentes entre ellos de manera correcta, tiene que dar como resultado la realización de la tarea asignada por el instructor.

Las limitantes al realizar las prácticas van desde no tener los materiales en el momento que se necesitan, conectarlos de manera errónea, no tener la suficiente práctica al armar el circuito; la pérdida de tiempo al armar el circuito en protoboard por lo que el aprendizaje resulta más difícil y muchas veces produce decepción, frustración y apatía en los estudiantes lo que forma una barrera para que puedan continuar aprendiendo.



### **3. COMPONENTES UTILIZADOS EN EL TABLERO**

Un tablero que contenga componentes, módulos integrados, sensores y microcontroladores puede llegar a ser una gran ayuda en el taller de electrónica para estudiantes de diversificado. Para utilizar los componentes del tablero se explicarán de manera puntual, a fin de que se comprenda la construcción, la utilidad, el símbolo y la aplicación, para que al momento de realizar prácticas con el mismo los objetivos de aprendizaje se alcancen con menos dificultad.

#### **3.1. Componentes pasivos**

Un componente pasivo es aquel que no necesita una fuente de energía para funcionar; son piezas fundamentales en la vida diaria.

Estos componentes son aquellos que no producen amplificación y que sirven para controlar la electricidad y colaboran al mejor funcionamiento de los elementos activo. Los componentes pasivos están formados por elementos de diversas clases que es conveniente considerar por separado, ya que son diferentes sus objetivos, su construcción y sus resultados.

Están fabricados a partir de materiales convencionales como el carbón, el acero o el cobre. Entre ellos se pueden mencionar: las resistencias, los condensadores y las bobinas.

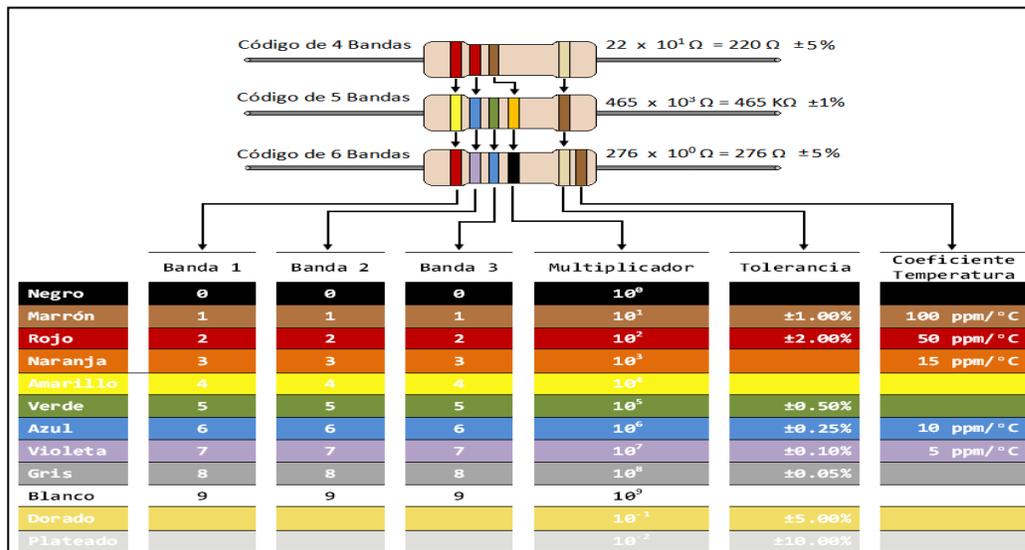
Son utilizados por cualquier persona, para calentar agua y así tomar un baño en época de frío hasta para iluminar un lugar por la noche y están incluidos en la mayoría de los aparatos electrónicos utilizados a diario.

### 3.1.1. Resistencia

Son componentes que limitan el paso de la corriente, su unidad de medida es el ohmio ( $\Omega$ ) y son representadas por la letra R.

Comúnmente, traen impresas unas líneas que indican el valor en ohmios del componente. Ver figura 16.

Figura 16. Código de colores para resistores



Fuente: Ingmecafenix. *Códigos de resistores.*

<http://www.ingmecafenix.com/electronica/resistencia-electrica/>. Consulta: 27 de enero de 2019.

Dependiendo de la potencia que disipan, así es el tamaño de la resistencia.

Su símbolo esquemático se muestra en la figura 17.

Figura 17. **Símbolo esquemático**



Fuente: Ingmecafenix. *Símbolo esquemático.*

<http://www.ingmecafenix.com/electronica/resistencia-electrica/>. Consulta: 27 de enero de 2019.

### **3.1.1.1. Resistencias lineales**

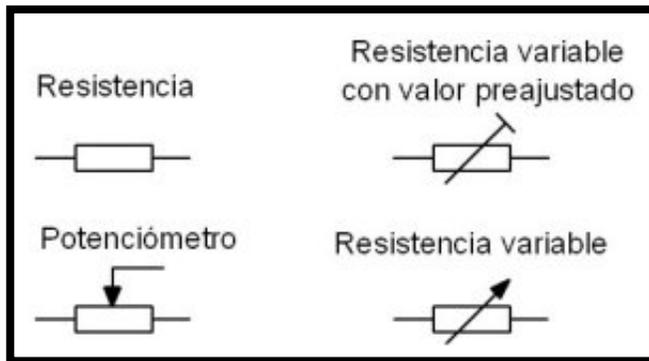
Tienen un valor definido por el fabricante. Algunos materiales con los que son fabricadas son carbón y cemento; físicamente, tienen la forma de los primeros tres dibujos que aparecen arriba en la figura 16.

### **3.1.1.2. Resistencias variables**

Pueden cambiar su valor dentro de un rango; existen resistencias variables con perilla (rotatoria) y corredizas (lineal).

Se componen de tres pines, uno que varía según el movimiento que se le dé como un pivote. Tienen una pieza móvil que se mueve a través del cuerpo resistivo, que cambia su magnitud.

Figura 18. **Símbolos esquemáticos resistencia variable**



Fuente: Ingmecafenix. *Símbolos esquemáticos resistencia variable.*

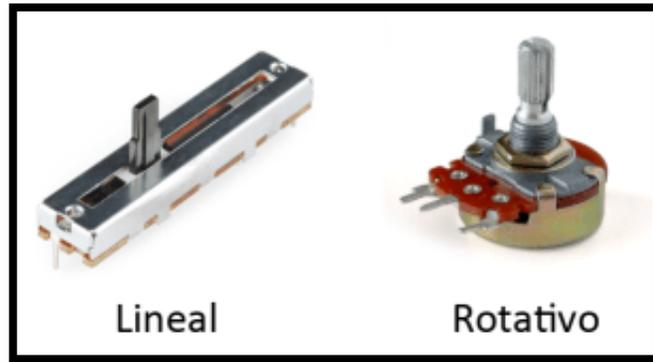
<http://www.ingmecafenix.com/electronica/resistencia-electrica/>. Consulta: 27 de enero de 2019.

Se utilizan tres tipos de resistencias variables: potenciómetros, trimmers y reóstatos.

### 3.1.1.3. Potenciómetros

Son resistencias variables capaces de soportar considerables cantidades de flujo de corriente sin dañarse; se utilizan en la mayoría de los aparatos domésticos que necesitan ser ajustados de forma manual como controles de audio, intensidad de luz, entre otros.

Figura 19. **Potenciómetros**



Fuente: Ingmecafenix. *Potenciómetros*. <http://www.ingmecafenix.com/electronica/resistencia-electrica/>. Consulta: 27 de enero de 2019.

#### 3.1.1.4. **Trimmer**

Es una resistencia variable que se encuentra soldada a la placa y se ajusta, por lo regular, por expertos a diferencia de los potenciómetros.

Figura 20. **Trimmer**



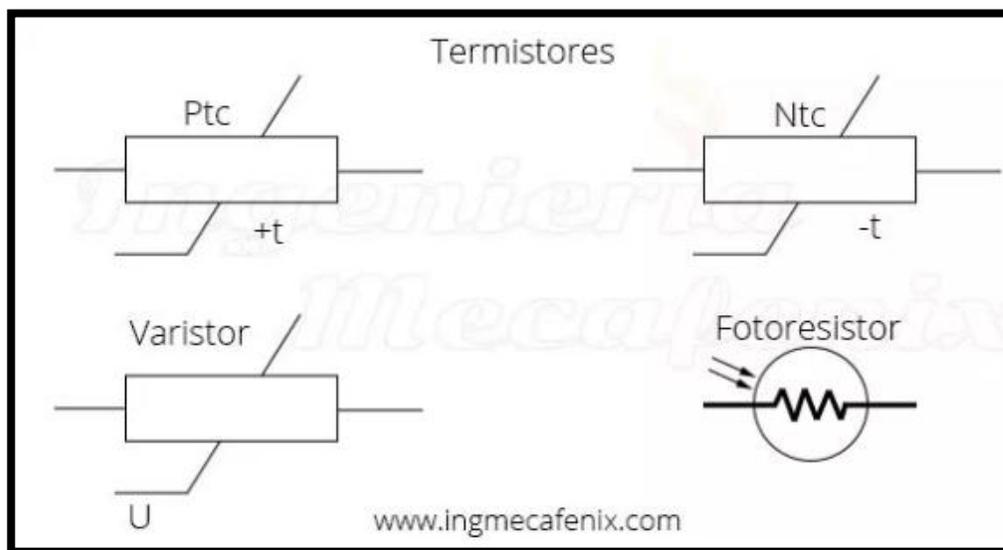
Fuente: Ingmecafenix. *Trimmer*. <http://www.ingmecafenix.com/electronica/resistencia-electrica/>. Consulta: 27 de enero de 2019.

### 3.1.1.5. Resistencias variables no lineales

El valor de la resistencia en estos componentes varía según factores externos tales como la luz, temperatura, movimiento, campos magnéticos entre otros. En varios casos estas resistencias son llamados sensores.

Entre estos se encuentran los Termistores, Varistores y Celdas fotoconductoras.

Figura 21. Símbolos para resistores no lineales



Fuente: Ingmecafenix. *Símbolos para resistores no lineales.*

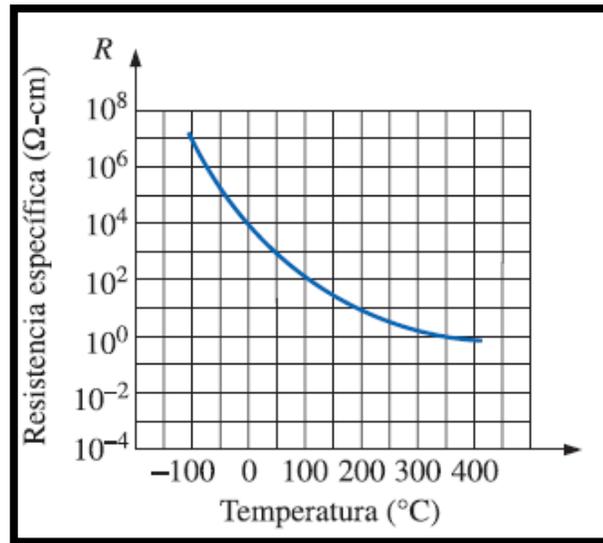
<http://www.ingmecafenix.com/electronica/resistencia-electrica/>. Consultado: 27 de enero de 2019.

### 3.1.1.6. Termistores

Componente semiconductor que varía su resistencia dependiendo de la temperatura externa entre sus dos terminales.

Es muy utilizado en electrodomésticos de línea blanca.

Figura 22. **Gráfica curva característica del *Termistor***



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 83.

Figura 23. **Símbolo esquemático *termistor***

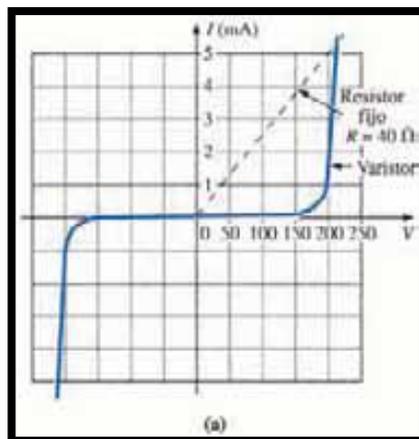


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 83.

### 3.1.1.7. **Varistores**

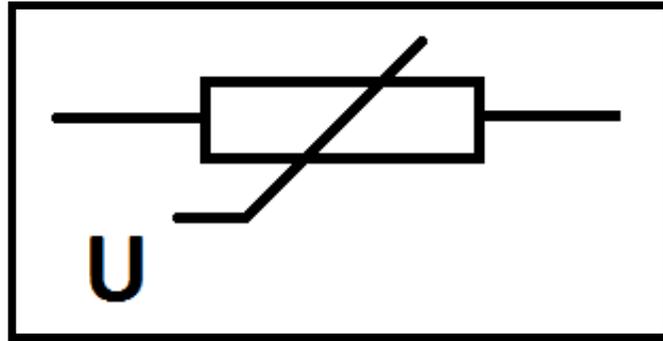
Son componentes de dos terminales de transitorios de alto voltaje, permiten limitar el voltaje que aparece entre las terminales de un dispositivo sensible.

Figura 24. **Gráfica curva característica del varistor**



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 84.

Figura 25. **Símbolo esquemático del varistor**

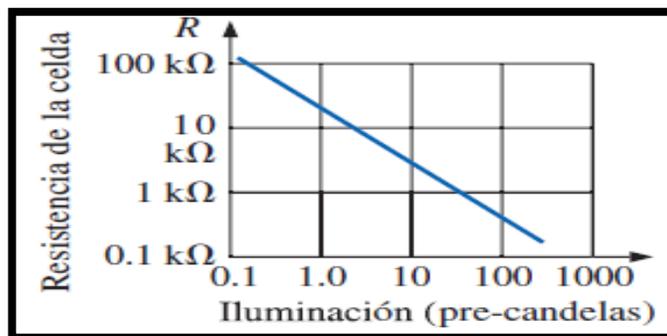


Fuente: elaboración propia, utilizando Paint.

### 3.1.1.8. **Celdas fotoconductoras**

También llamado fotoresistor, son dispositivos semiconductores que de dos terminales las cuales varían su resistencia dependiendo del nivel de luz que incide en la superficie expuesta. Por lo general, se componen de sulfuro de cadmio.

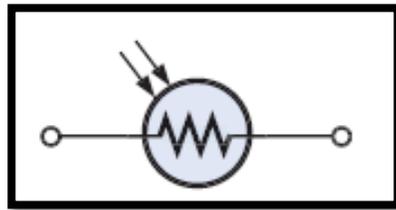
Figura 26. **Gráfica curva característica celda fotoconductoras**



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 84.

En la figura 27 se observa que al aumentar la intensidad de la luz el valor de la resistencia disminuye.

Figura 27. **Símbolo de celda fotoconductora**



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 84

### 3.1.2. Capacitor

Un capacitor en su forma más simple son dos placas metálicas paralelas separadas por un material aislante, el cual es capaz de almacenar carga en sus placas.

A la capacidad de almacenar carga se le conoce como capacitancia y se mide en faradios, en honor a Michael Faraday. Un faradio es igual a depositar 1 coulomb de carga entre sus placas mediante una diferencia de potencial de 1 volt en las placas.

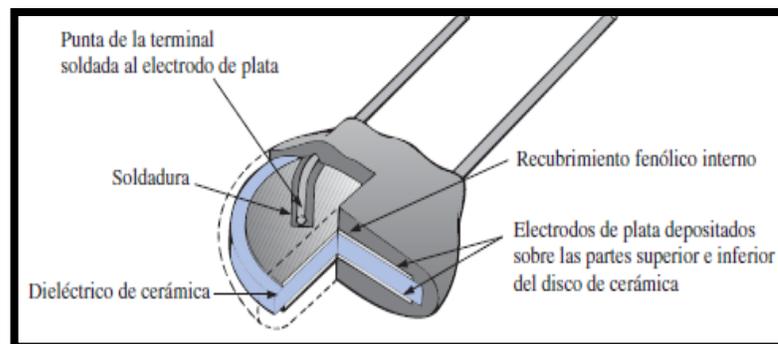
Los capacitores tienen las siguientes características: capacitancia, tensión de trabajo, tolerancia y polaridad.

### 3.1.2.1. Capacitores de mica

El capacitor de mica plano típico consta básicamente de hojas de mica separadas por láminas metálicas. Las placas están conectadas a dos electrodos. Estos capacitores soportan alto voltaje.

Capacitor formado de cerámica con dos láminas en los lados. El rango entre el cual se encuentran los valores para estos capacitores esta entre los  $2 \mu\text{F}$  máximo y unos cuantos picofaradios, con voltaje de trabajo muy altos como 5 kV o más.

Figura 28. **Construcción capacitor de cerámica**



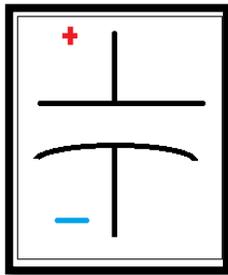
Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 384.

### 3.1.2.2. Capacitor electrolítico

Estos capacitores se utilizan en circuitos donde se requiere almacenar bastante carga de uno a varios miles de microfaradios, por lo común, se utilizan en redes donde el voltaje es directo ya que tienen polaridad, pero también

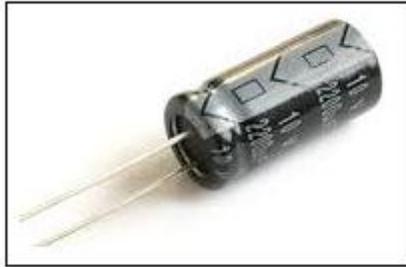
existen capacitores para corriente alterna y en caso donde la polaridad del voltaje de corriente directa en el capacitor se invertirá por breves períodos.

Figura 29. **Símbolo esquemático capacitor electrolítico**



Fuente: elaboración propia, utilizando Paint.

Figura 30. **Capacitor electrolítico**



Fuente: Geekbot electronics. *Capacitor electrolítico.*

<http://www.geekbotelectronics.com/producto/capacitor-electrolitico-50-v/>. Consulta: 05 de febrero de 2019.

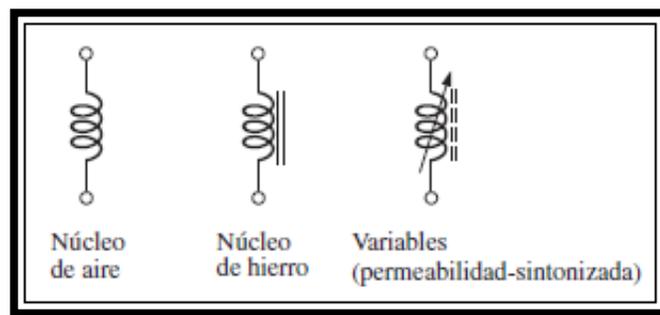
### 3.1.3. Inductor

Un cable que se enrolla alrededor de un material es una bobina de cable; en el caso del inductor se debe enrollar alambre de cobre esmaltado para formar una bobina alrededor de un núcleo.

La capacidad de una bobina de oponerse a cualquier cambio brusco en la corriente se le llama inductancia y se representa por la letra L, se mide en Henry (H), en honor al físico Joseph Henry.

En el tablero se encontrarán inductores para realizar filtros y comprender el uso de los mismos en la electrónica digital.

Figura 31. **Símbolos inductores**



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Introducción al análisis de circuitos*. p. 476.

Figura 32. **Diferentes inductores**



Fuente: Geekbot electronics. *Inductores*.

[http://www0.unsl.edu.ar/~eyme2/programa/teoria2\\_Inductores\\_Capacitores\\_2012.pdf](http://www0.unsl.edu.ar/~eyme2/programa/teoria2_Inductores_Capacitores_2012.pdf).

Consulta: 05 de febrero 2019.

### 3.2. **Componentes activos**

Los componentes activos son dispositivos que necesitan una fuente de energía para poder funcionar; son capaces de amplificar la corriente, el voltaje o ambos; son dispositivos conformados por componentes pasivos junto con semiconductores; es decir, para ciertas condiciones operan como aislantes y para otras condiciones como conductores. Entre estos se encuentran los siguientes componentes:

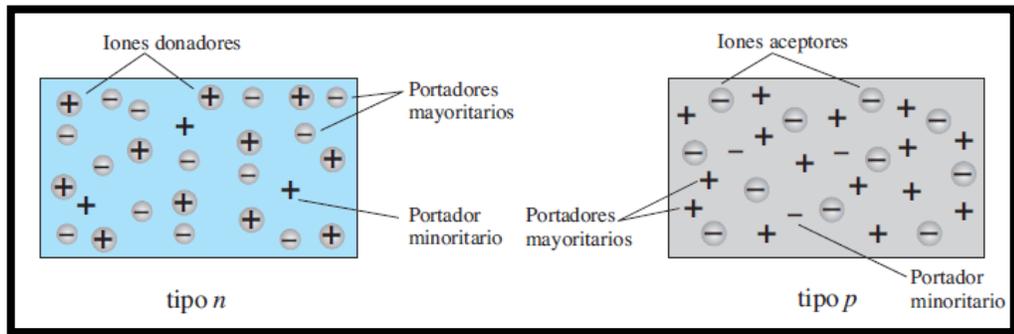
- Diodos
- Transistores Bjt, Fet, Mosfet
- SCR, Diac, Triac
- Diodo Schockley, fototransistores

### 3.2.1. Semiconductores de dos capas

La conductividad de un semiconductor se encuentra entre ser un buen conductor y un aislante. Para la construcción de componentes semiconductores por lo regular se utilizan germanio, silicio y galio con arsénico.

Al referirse a semiconductores de dos capas, se refiere a que están formados por una capa de material tipo n y una capa de material tipo p.

Figura 33. Material tipo n y tipo p

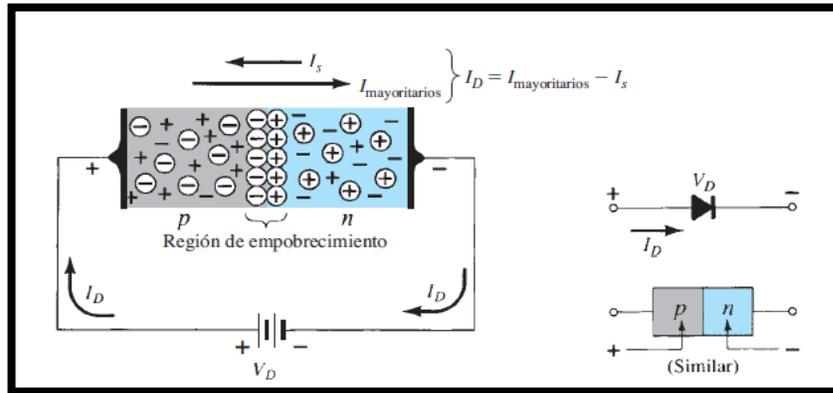


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 9.

En el material tipo n, el electrón es el portador mayoritario por lo que vuelve negativo el material mientras que en el tipo p, los huecos electrónicos son el portador mayoritario.



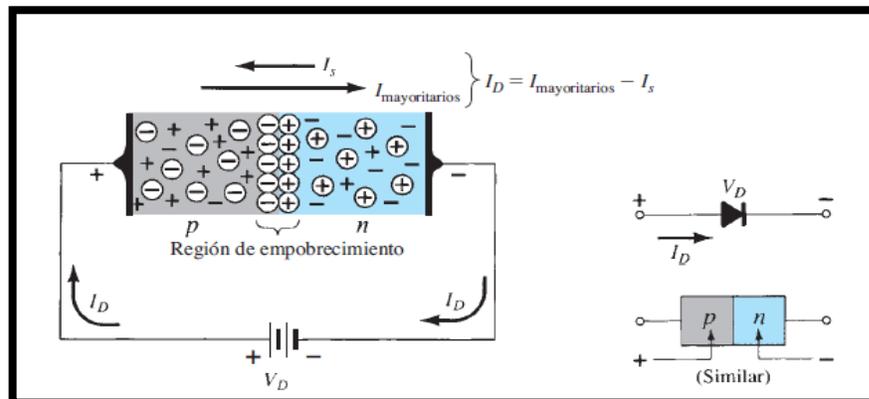
Figura 35. **Diodo condición de polarización en directa**



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 12.

Al conectar el diodo en polarización en inversa la corriente se satura en la unión y se representa por la corriente  $I_s$ . En esta condición el diodo se comporta como un circuito abierto, un aislante.

Figura 36. **Diodo condición de polarización inversa**



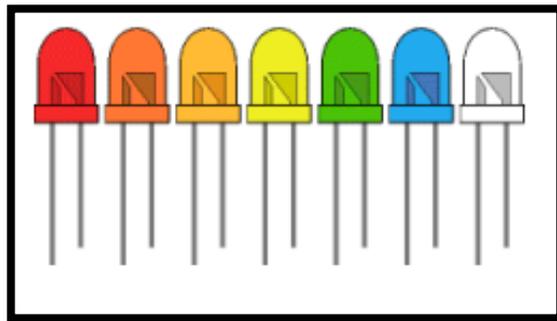
Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 12.

### 3.2.1.2. Diodo emisor de luz

Más conocido por sus siglas en inglés *light-emitting diode* (led), este dispositivo tiene la propiedad que al ser polarizado directamente emite luz, dependiendo del material con el que es construido será el color de la luz que emite. Al ubicar en el led la terminal del anión (+A) y conectarla a la terminal positiva de una fuente directa y el catión (- K) a la terminal más negativa, el led emitirá luz.

La variedad de colores es grande, y cada color consume diferente cantidad de corriente para encenderse. Por lo regular en el interior del led se pueden ver dos partes separadas levemente: una con una forma de triángulo y otra como un pin rectangular más pequeño que el triángulo.

Figura 37. **Forma física del led**



Fuente: PNTIC. *Forma del led*. <http://roble.pntic.mec.es/jlop0164/archivos/diodo.pdf>. Consulta: 11 de febrero de 2019.

En el tablero se utilizarán estos tipos de led, la variedad es grande pero el principio de funcionamiento es el mismo.

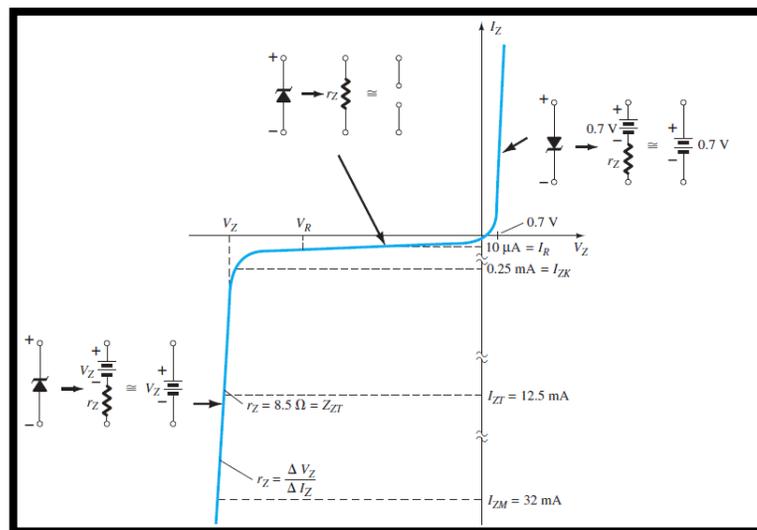
La presentación que se utilizará en el tablero es una barra de Leds ya que es fácil de conectar al microcontrolador. También, se utilizará un arreglo de leds que se conoce como display de siete segmentos.

### 3.2.1.3. Diodos Zener

La característica del diodo Zener es que se debe polarizar con un voltaje inverso denotado como  $V_Z$ . Al utilizar la característica del diodo Zener se puede tener un flujo de corriente elevado; así mismo, al polarizarse en directa permite un flujo de corriente que se eleva exponencialmente semejante a un diodo común.

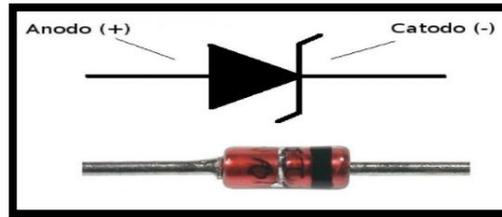
La ventaja del diodo Zener es que se comporta como una fuente de voltaje directo fijo al polarizarlo inversamente.

Figura 38. Diodo condición de polarización inversa



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 39.

Figura 39. **Forma física del diodo Zener**



Fuente: Index. *Forma de diodo Zener.*

[http://www.electronicathido.com/index.php?id\\_product=711&controller=product](http://www.electronicathido.com/index.php?id_product=711&controller=product). Consulta: 11 de febrero de 2019.

### **3.2.2. Semiconductores de tres capas**

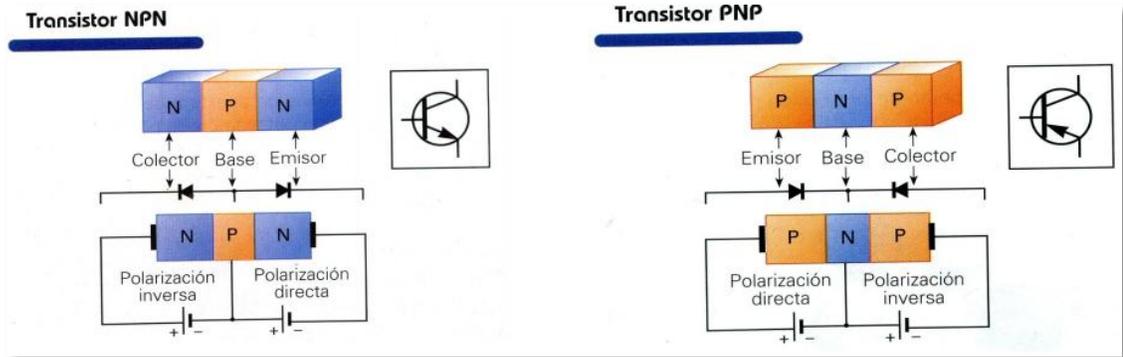
Estos componentes activos se forman con la unión de tres materiales extrínsecos. La mayoría se componen de tres terminales, aunque algunos tienen más terminales según su aplicación.

Los semiconductores de tres capas más utilizados y que se implementarán en el tablero son transistores Bjt y Mosfet.

#### **3.2.2.1. Transistores Bjt**

Los transistores bipolares (de sus siglas en inglés *bipolar junction transistor*), están formados por la unión de tres cristales semiconductores. Según la combinación de estos, pueden ser de dos clases: NPN y PNP. De cada uno de los cristales sale un terminal que permite conectar físicamente el componente al circuito. Los terminales se denominan base (B), emisor (E) y colector (C).

Figura 40. **Construcción interna del transistor Bjt**



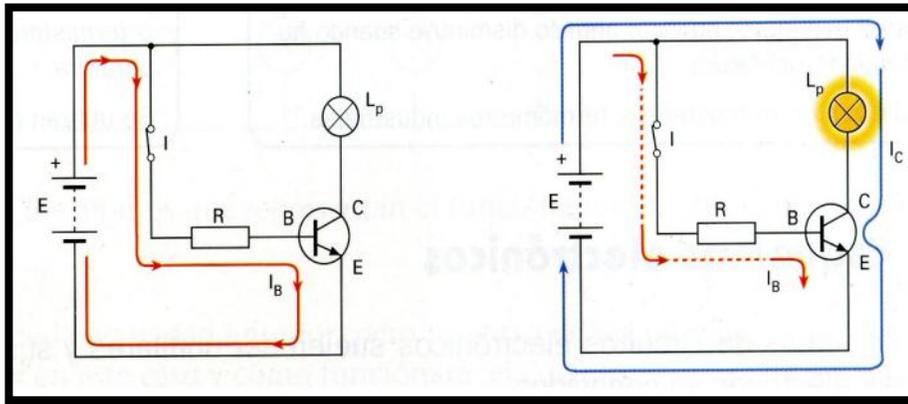
Fuente: BARCOJO, Alfonso. *Apuntes de electrónica analógica básica*.

[https://cmaspUBLIC2.ihmc.us/rid=1GYW933BK-1PCLXWN-J8F/apuntes\\_electronica\\_basica.pdf](https://cmaspUBLIC2.ihmc.us/rid=1GYW933BK-1PCLXWN-J8F/apuntes_electronica_basica.pdf).

Consulta: 11 de febrero de 2019.

El funcionamiento del transistor está basado en la capacidad de gobernar la intensidad de corriente que circula entre el emisor y el colector mediante el paso de una pequeña corriente eléctrica por la base.

Figura 41. **Funcionamiento del transistor Bjt**



Fuente: BARCOJO, Alfonso. *Apuntes de electrónica analógica básica*.

[https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1GYW933BK-1PCLXWN-J8F/apuntes\\_electronica\\_basica.pdf](https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1GYW933BK-1PCLXWN-J8F/apuntes_electronica_basica.pdf).

Consulta: 11 de febrero de 2019.

### 3.2.2.2. **Transistores Mosfet**

De sus siglas en inglés, *metal-oxide-semiconductor field-effect transistor*, se origina el nombre de este transistor 'Mosfet'.

Este transistor forma parte de los transistores que funcionan a través de utilizar un campo eléctrico para controlar el flujo de electrones. Existen JFET, MOSFET y MESFET.

Se utilizarán dos tipos de Mosfet:

- Mosfet de empobrecimiento:
  - Canal p
  - Canal n

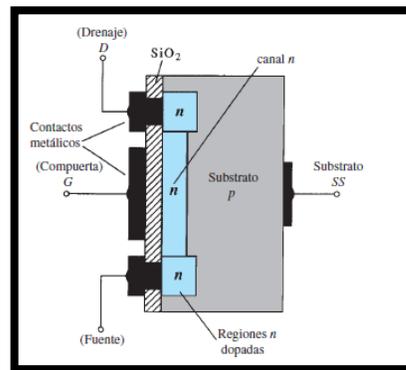
- Mosfet de enriquecimiento

Ambos tipos de Mosfet crean un canal de conducción por medio de un campo eléctrico.

- Mosfet de empobrecimiento de canal n

En la figura 42 se muestra como la capa aislante de  $\text{SiO}_2$  en la construcción de un Mosfet es la responsable de proveer una alta impedancia de entrada.

Figura 42. **Estructura Mosfet tipo empobrecimiento canal n**

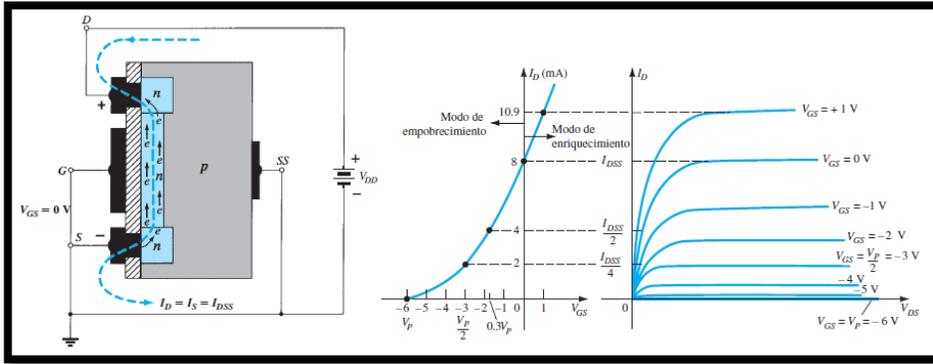


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 386.

Una de las características por las cuales se utilizan los Mosfet es que tienen una alta impedancia en la entrada.

Los Mosfet tiene la característica que con poco voltaje se pueden controlar grandes cantidades de corriente.

Figura 43. Mosfet tipo empobrecimiento canal n

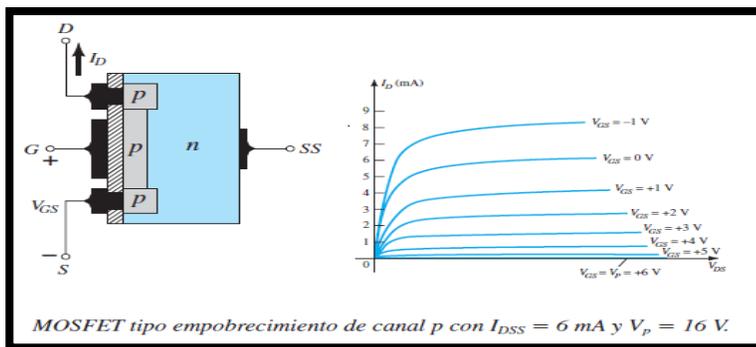


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 387.

- Mosfet tipo empobrecimiento canal p

Al igual que los transistores Bjt, los Mosfet de canal p es la contraparte del canal n, como se muestra en la figura 44.

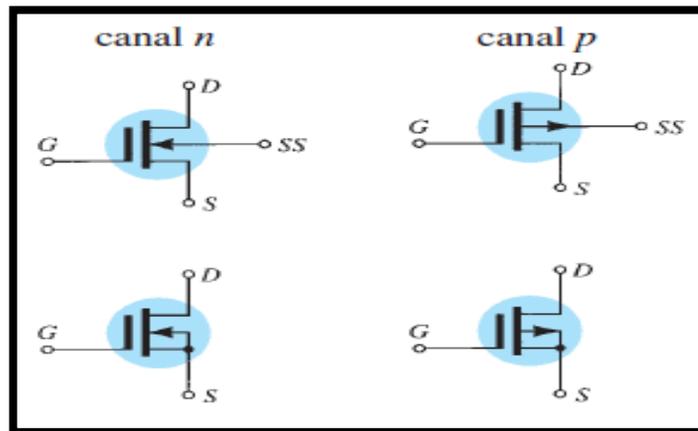
Figura 44. Estructura Mosfet tipo empobrecimiento canal n



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 390.

Los símbolos esquemáticos para los Mosfet tipo empobrecimiento tipo p y n tratan de representar la forma en que están contruidos.

Figura 45. **Símbolos Mosfet tipo empobrecimiento**

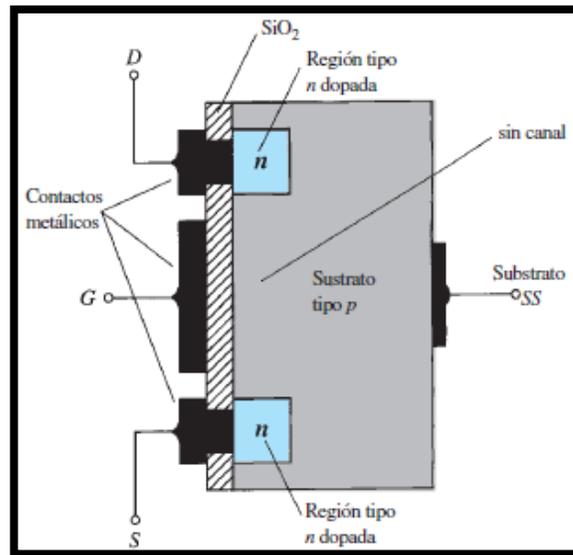


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 390.

- Mosfet tipo enriquecimiento de canal n

La curva de transferencia de estos dispositivos no se define por la ecuación de Shockley y la corriente de drenaje ahora es la de corte hasta que el voltaje de la compuerta a la fuente alcance una magnitud específica. El transistor se ve afectado por un voltaje positivo de la compuerta a la fuente en lugar de por los voltajes negativos como en los Mosfet tipo empobrecimiento de canal n.

Figura 46. Estructura Mosfet tipo enriquecimiento canal n

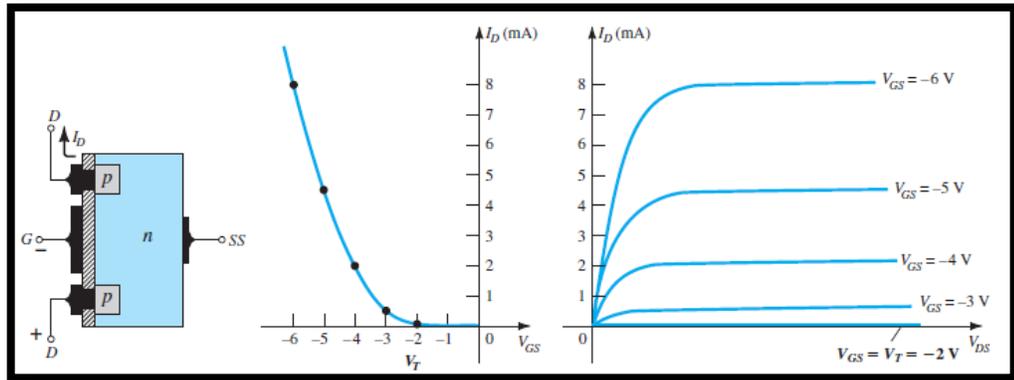


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 392.

- Mosfet tipo enriquecimiento de canal p

Este transistor es la contraparte del de canal n, en este dispositivo hay un sustrato tipo n y regiones tipo n dopadas bajo las conexiones del drenaje y la fuente.

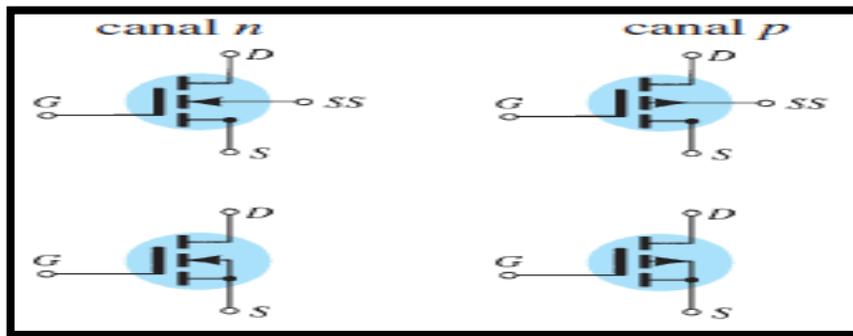
Figura 47. **Características Mosfet tipo enriquecimiento canal n**



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 397.

Los símbolos que representan los Mosfet tratan de reflejar la construcción real del dispositivo.

Figura 48. **Símbolos para Mosfet tipo enriquecimiento**



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 397.

### **3.2.3. Amplificadores operacionales**

Un amplificador operacional posee muy alta ganancia con alta impedancia de entrada y baja impedancia de salida. Son utilizados para aprovechar señales que ingresan a ellos; cambian la amplitud o polaridad de la entrada. Son utilizados en osciladores, en circuitos de filtrado.

El amplificador operacional tiene diferentes formas de ser combinado:

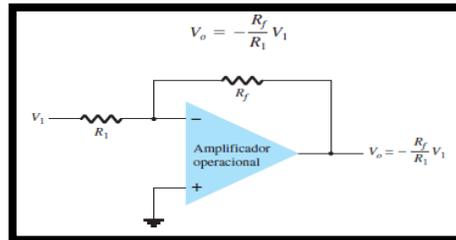
- Si se aplica una señal de entrada a cualquiera de las dos entradas con la otra conectada a tierra, la operación se conoce como “sencilla”.
- Si se aplican dos señales de entrada de polaridad opuesta, la operación se conoce como “doble”.
- Si la misma señal de entrada se aplica a ambas entradas, la operación se denomina “modo común”.

Los amplificadores operacionales se pueden configurar de varias maneras para poder obtener diferentes resultados utilice en la electrónica. Se mencionarán varios circuitos que son los más comunes.

#### **3.2.3.1. Amplificador inversor**

Este circuito invierte la señal de la entrada con respecto a la salida, es uno de los circuitos con amplificador operacional más utilizado. Su ganancia es fija, lo cual genera una salida que es el resultado de multiplicar la señal de entrada con la ganancia del circuito.

Figura 49. **Multiplicador de ganancia constante inversor**



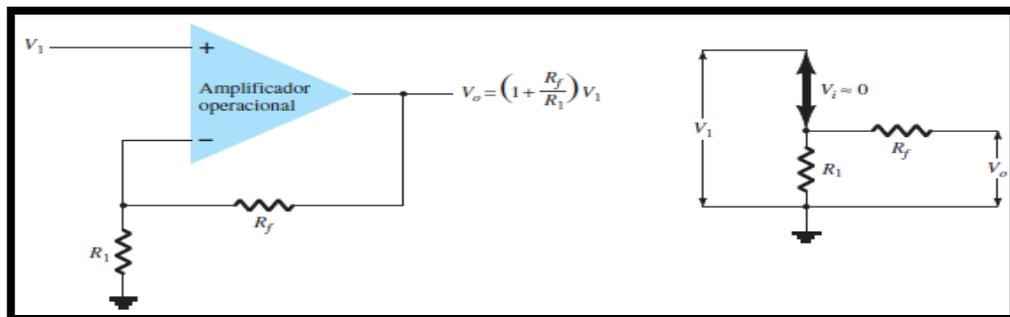
Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 610.

### 3.2.3.2. Amplificador no inversor

Este circuito es utilizado porque su comportamiento es más estable en frecuencia, tiene una ganancia constante. Según lo describe la siguiente ecuación:

$$V_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) v_i$$

Figura 50. **Multiplicador de ganancia constante no inversor**

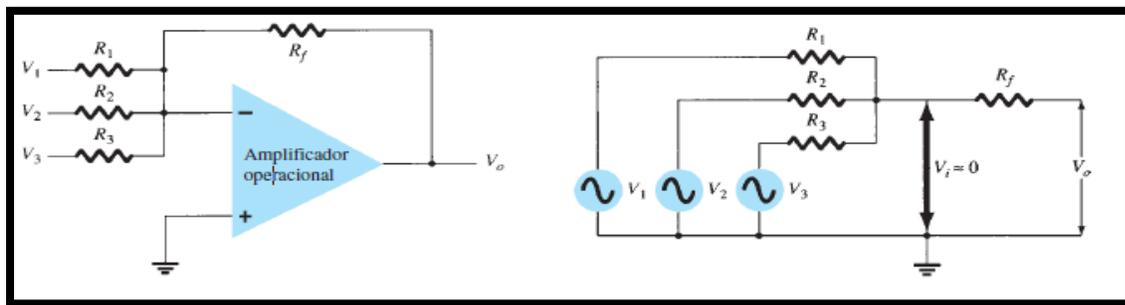


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 611.

### 3.2.3.3. Amplificador sumador

Este circuito permite sumar de forma algebraica los diferentes voltajes que se ingresen en su terminal inversora y multiplicarlos por una ganancia constante.

Figura 51. Circuito sumador

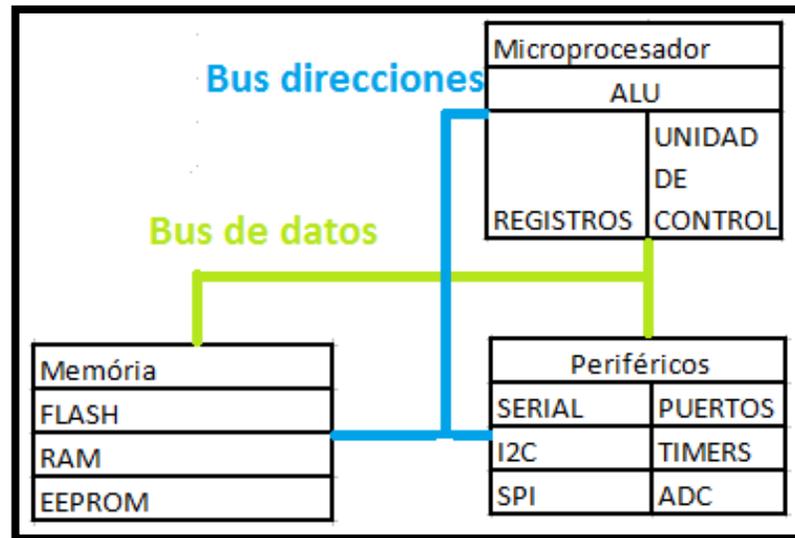


Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 612.

### 3.2.4. Microcontroladores

Los microcontroladores son una parte fundamental en la electrónica hoy en día, por lo que es esencial que los jóvenes que estudian electrónica en bachillerato tengan los conocimientos fundamentales para controlar e implementar sistemas para automatizar procesos en la industria y el hogar. El microcontrolador es un circuito integrado que es el componente principal de una aplicación embebida. Es como una pequeña computadora que incluye sistemas para controlar elementos de entrada/salida. También, incluye a un procesador y por supuesto memoria que puede guardar el programa y sus variables (*flash* y RAM).

Figura 52. Diagrama interno de un microcontrolador



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

#### 3.2.4.1. Pic 16f887

Este microcontrolador es muy útil para empezar a programar ya que muestra de manera económica y amigable los beneficios del uso de microcontroladores para realizar sistemas electrónicos complejos.

Se encuentra bastante información en línea para comenzar a utilizar los microcontroladores, uno de los varios programas para configurar el microcontrolador es Mikro C, el cual tiene soporte en línea para varios proyectos que hace que el inicio en el mundo de los microcontroladores sea el comienzo de varios avances.

Este microcontrolador no posee un circuito que sirva para comunicarse con la computadora, por lo que es necesario utilizar una programadora que envíe los programas en extensión hex al microcontrolador.

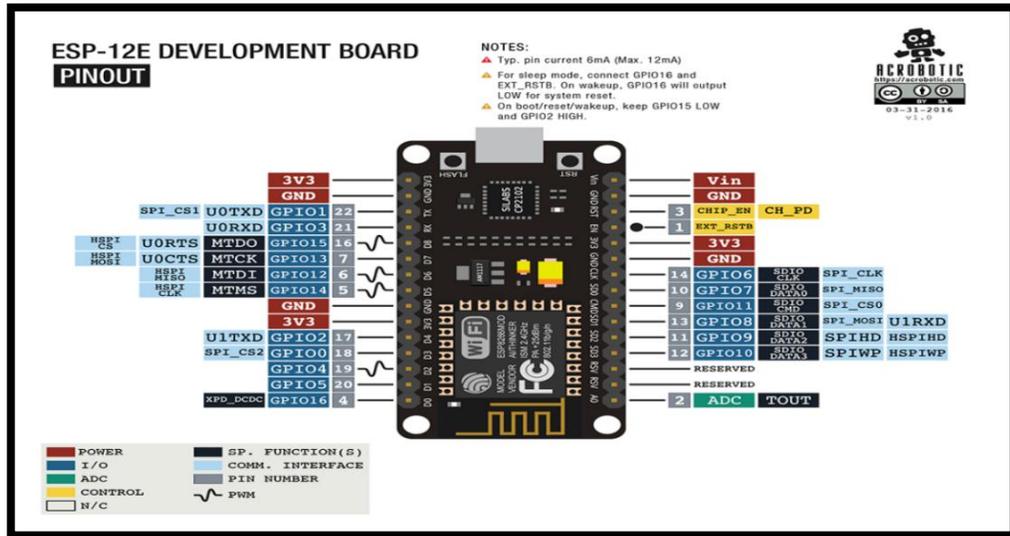
Para fines didácticos es muy interesante explicar a los alumnos el funcionamiento y que logren observar cómo la electrónica evoluciona a pasos agigantados al momento de reducir el tamaño de los circuitos electrónicos.

#### **3.2.4.2. Microcontrolador Esp8266**

A diferencia de los otros módulos, viene con todo lo necesario para empezar a trabajar de forma autónoma. Incluye un adaptador serie/USB y se alimenta a través del micro Usb. Está basado en el ESP-12 y la última versión oficial es la 2. Lo más interesante de este módulo es que se puede descargar un firmware que permite programar en lenguajes como LUA, Python, Basic o JavaScript. Sin duda alguna, este módulo es la mejor opción si se quiere adentrar en el mundo del ESP8266.

Con el firmware se puede programar de la misma manera que se programa un Arduino, con la ventaja que este microcontrolador puede ser controlado desde cualquier lugar ya que puede conectarse a una red de Wifi y ser administrado en línea.

Figura 53. Diagrama de pines NodeMCU

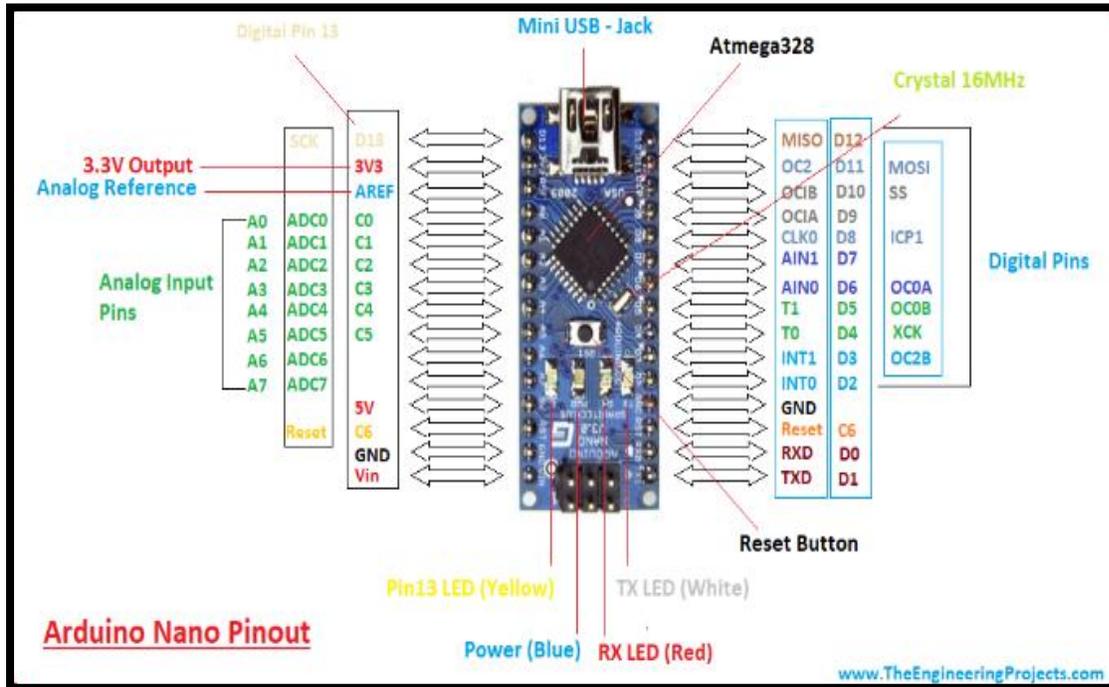


Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Diagrama de pines*. <https://acrobotic.com/products/acr-00018>. Consulta: 4 de marzo de 2019.

### 3.2.4.3. Microcontrolador Arduino Nano

Arduino Nano es una placa basada en el microcontrolador ATmega328. Tiene una entrada mini-usb a través de la cual se puede subir el código fuente para la ejecución de los comandos. Viene con 14 puertos digitales de entrada/salida, 8 puertos análogos, una memoria de 16 KB, 1 KB de SRAM y 512 bytes de EPROM.

Figura 54. Diagrama pines Arduino Nano



Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Diagrama de pines arduino nano.*  
<https://www.theengineeringprojects.com/2018/06/introduction-to-arduino-nano.html>. Consulta: 4 de marzo de 2019.

En el tablero se utilizarán estos microcontroladores ya que su precio y documentación es muy amplia, pero se puede incluir el microcontrolador que se desee para poder facilitar el uso a los alumnos.

### 3.2.5. Sensores y módulos

Los sensores son dispositivos capaces de variar una propiedad al ser expuesto a magnitudes físicas o químicas, las cuales actúan como la entrada que al transformarlas con un transductor genera una señal eléctrica.

Las magnitudes que se pueden medir son:

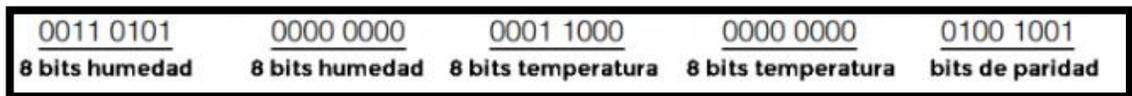
- Intensidad lumínica
- Temperatura y humedad
- Distancia
- 

Por mencionar algunas magnitudes ya que la lista es aún mayor a la que se describe en este documento.

### 3.2.5.1. Sensor DHT11

Este sensor puede medir la humedad y temperatura del ambiente, es un sensor analógico que dentro de él realiza la conversión a digital. Esta señal digital se envía al microcontrolador por medio de tramas de bits, 40 bits en total.

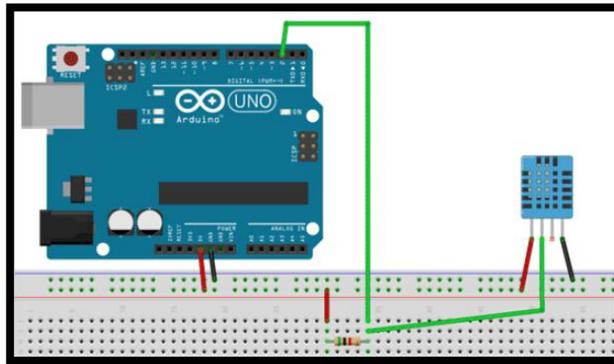
Figura 55. Trama datos del DHT11



Fuente: Introduction to Arduino Nano. *DHT11*. <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sensor-dht11-temperatura-humedad-arduino/>. Consulta: 4 de marzo de 2019.

Para conectar el sensor con un microcontrolador se debe colocar una resistencia de 5kΩ a los 5V si el sensor no posee un PCB, pero en caso de que posea PCB simplemente.

Figura 56. **Conexión de sensor sin PCB a Arduino**

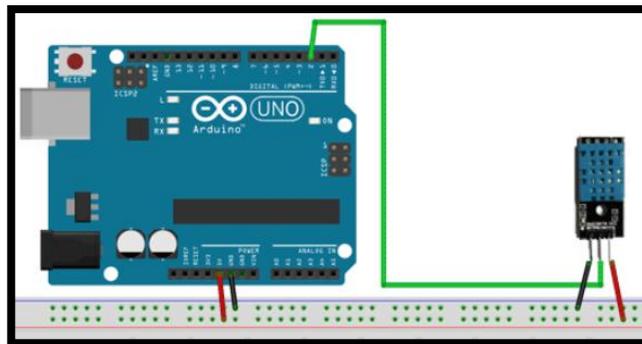


Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Conexión sensor sin PCB.*

<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sensor-dht11-temperatura-humedad-arduino/>.

Consulta: 4 de marzo de 2019.

Figura 57. **Conexión de sensor con PCB a Arduino**



Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Conexión sensor con PCB.*

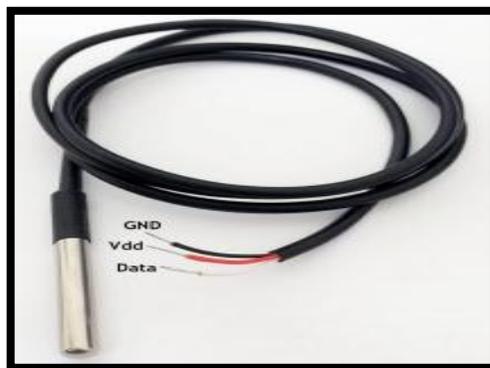
<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sensor-dht11-temperatura-humedad-arduino/>.

Consulta: 4 de marzo de 2019.

### 3.2.5.2. Sensor DS18B20

El sensor puede medir temperaturas entre  $-55$  y  $125$  °C, la resolución del sensor es de 9, 10, 11 y 12-bit.

Figura 58. **Sensores DS18B20 conectados en paralelo**

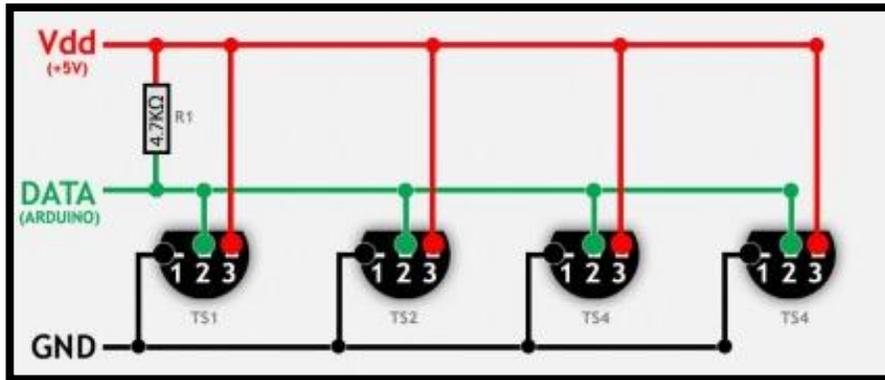


Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Sensores DS18B20 en paralelo*.  
<https://www.tweaking4all.com/hardware/arduino/arduino-ds18b20-temperature-sensor/>.

Consulta: 11 de marzo de 2019.

Este tipo de sensor permite conectar varios sensores en un solo pin del microcontrolador para medir la temperatura en diferentes puntos gracias al protocolo *One Wire*, este protocolo permite conectar varios sensores en un mismo cable y recibir información por el mismo cable.

Figura 59. **Sensores DS18B20 conectados en paralelo**



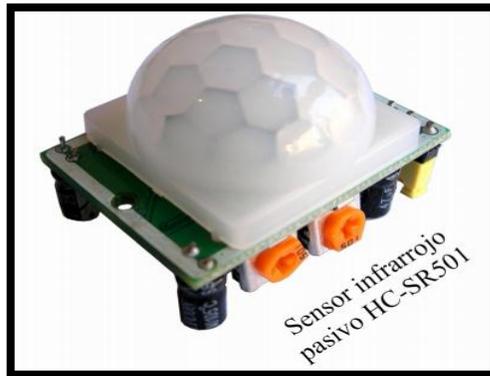
Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Sensores DS18B20 conectados en paralelo*.  
<https://www.tweaking4all.com/hardware/arduino/arduino-ds18b20-temperature-sensor/>.

Consulta: 11 de marzo de 2019.

### 3.2.5.3. **Sensor de movimiento HC-SR501**

El nombre PIR que se le da al sensor, viene de Pyroelectric Infrared o Passive Infrared. Este sensor permite detectar movimiento de seres humanos o animales a través de las emisiones de radiación electromagnética infrarroja que se emiten debido a la temperatura a la que se encuentran. A más temperatura, la radiación aumenta.

Figura 60. **Sensores HC-SR501**



Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Sensores HC-SR501*. <https://puntoflotante.net/MANUAL-DEL-USUARIO-SENSOR-DE-MOVIMIENTO-PIR-HC-SR501.pdf>. Consulta: 11 de marzo de 2019.

Este sensor posee potenciómetros que funcionan para ajustar la distancia de detección y el tiempo que la alarma estará activada.

Figura 61. **Conexiones del sensor HC-SR501**



Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Conexiones de sensor HC SR501*. <https://puntoflotante.net/MANUAL-DEL-USUARIO-SENSOR-DE-MOVIMIENTO-PIR-HC-SR501.pdf>. Consulta: 11 de marzo de 2019.

Al momento de alimentar el sensor después de un minuto comienza a funcionar y dependiendo de los ajustes que se le den en su pin de salida generará una diferencia de potencial de 3,3 volts y 5 mA, el cual puede activar un led, transistor o un microcontrolador.

Este sensor puede obtener tres valores:

- Humedad relativa: indica la cantidad de agua que hay en el aire.
- Temperatura ambiente.
- Índice de calor: indica cuánto calor hace (temperatura) a través de relacionar la humedad relativa y la temperatura ambiente.

#### **3.2.5.4. Módulo ultrasónico HC-SR04**

El rango de medición del sensor se encuentra entre los 2 centímetros a 400 centímetros sin contacto ya que envía ondas sonoras de 40 kHz y detecta el pulso de señal que retorna.

Tabla VI. **Parámetros eléctricos HC-SR04**

Voltaje de trabajo	5 V CD
Corriente de trabajo	15 mA
Frecuencia de trabajo	40 kHz
Rango de alcance	2 cm – 400 cm
Angulo de medida	15°
Entrada para señal de disparo	Pulso TTL de 10 uS

Fuente: elaboración propia.

Este módulo solamente necesita un pulso de diez microsegundos para comenzar a generar la onda sonora que al rebotar en un objeto y regresar al transductor realiza el cálculo.

Figura 62. **Conexiones del módulo HC-SR04**

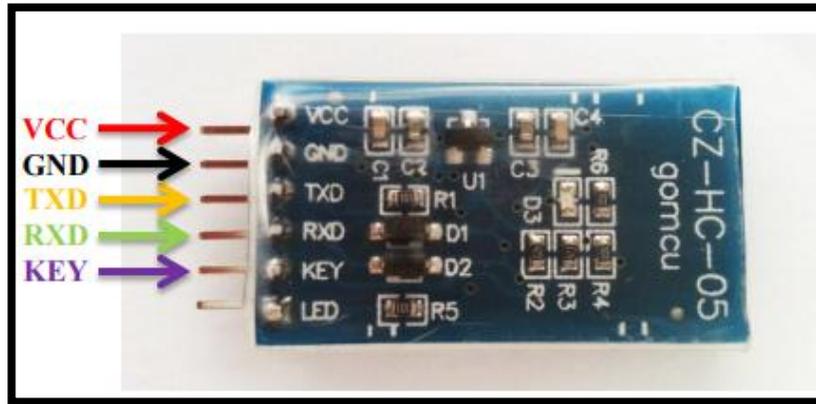


Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Conexiones de módulo HC-SR04*.  
<https://www.mouser.com/ds/2/813/HCSR04-1022824.pdf>. Consulta: 13 de marzo de 2019.

### 3.2.5.5. **Módulo *Bluetooth* HC-05**

Este módulo permite conectar de forma serial un microcontrolador y comunicarse con un servidor bluetooth, por lo regular un celular con una aplicación para enviar comandos que él microcontrolador interpreta y ejecuta.

Figura 63. **Conexiones del módulo HC-05**



Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Conexiones del módulo HC-05.*

<https://www.gme.cz/data/attachments/dsh.772-148.1.pdf>. Consulta: 13 de marzo de 2019.

Tabla VII. **Descripción pines HC-05**

Pin	Descripción	Función
VCC	+5 V CD	Conectado a voltaje positivo de 5V.
GND	Tierra	Conectado a tierra.
TXD	UART_TXD, pin que envía señal serial al MCU.	Se conecta al MCU para que reciba información del módulo.
RXD	UART_RXD, pin que recibe señal serial del MCU.	Se conecta al MCU para que envíe información al módulo.
KEY	Selector de modo del modulo.	Si el pin está conectado a tierra o al aire, el módulo en modo comunicación o vinculación, si está conectado a positivo el módulo entra en modo AT.

Fuente: elaboración propia.

El alcance de este módulo es de diez metros línea vista, útil para proyectos donde el rango de alcance no debe ser muy grande.

Puede conectarse como maestro o esclavo, pero por lo regular es utilizado como esclavo en proyectos de control de robots, autos de juguete, encendido de motores y domótica.

### **3.2.5.6. Módulo identificador por radio frecuencia RC522**

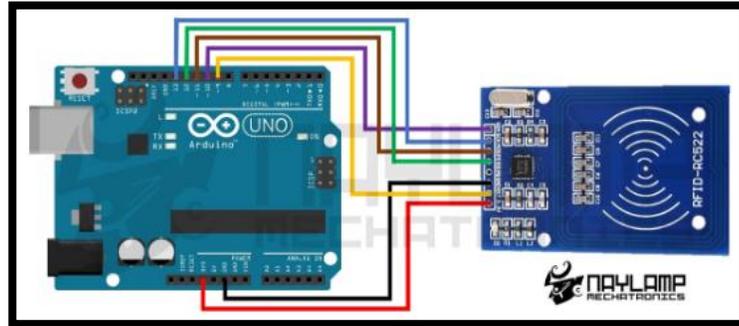
Este módulo utiliza un sistema de modulación y demodulación de 13.56MHz, frecuencia que en la actualidad utiliza la tecnología RFID.

SPI es un acrónimo para referirse al protocolo de comunicación serial, *Serial Peripheral Interface*. El SPI es un protocolo síncrono que trabaja en modo full dúplex para recibir y transmitir información, permitiendo que dos dispositivos pueden comunicarse entre sí al mismo tiempo utilizando canales diferentes o líneas diferentes en el mismo cable. Al ser un protocolo síncrono el sistema cuenta con una línea adicional a la de datos encargada de llevar el proceso de sincronismo.

EL módulo se comunica por SPI, por lo que se puede implementar con cualquier microcontrolador con interfaz SPI.

Gracias a las librerías que posee Arduino para el uso de este identificador es mucho más sencillo utilizarlo en este MCU.

Figura 64. **Conexiones del módulo RC522**



Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Conexiones del módulo RC522*.

[https://naylampmechatronics.com/blog/22\\_Tutorial-Lector-RFID-RC522.html](https://naylampmechatronics.com/blog/22_Tutorial-Lector-RFID-RC522.html). Consulta: 13 de marzo de 2019.

## **4. DISEÑO DEL TABLERO**

El diseño del tablero que se presenta en este trabajo trata de abarcar componentes que se utilizan en los grados de cuarto y quinto de bachillerato en la carrera de electrónica.

### **4.1. Alternativas para el tablero**

El desarrollo de alternativas de solución para el diseño conceptual del tablero tiene como base la versatilidad, los costos, el fácil manejo de los equipos, así como el desarrollo de las tareas o prácticas que se puedan implementar.

Además, tiene en cuenta criterios de diseño que permitan la confiabilidad de las pruebas que se puedan desarrollar posteriormente. Es necesario tener en cuenta la vida útil de los equipos considerados para su construcción y condiciones dentro del ambiente de trabajo como temperatura y humedad a los que en algún momento el tablero pueda estar expuesto, ya que en Guatemala los climas varían drásticamente de una región a otra e incluso con los efectos del cambio climático, el objetivo sería que estos cambios de ambiente no afecten su funcionamiento.

Para la construcción del tablero se puede optar por varios materiales como madera, planchas de acrílico, metal y aluminio. Aparte de los materiales antes mencionados, queda en la persona que lo desee armar seleccionar el material, las medidas y el diseño del chasis para el tablero según el análisis que se presenta en este trabajo.

## **4.2. Características del diseño**

El propósito del diseño cómodo para el usuario es que los estudiantes puedan mover el tablero en casos que sea necesario. El tablero consta de cuatro secciones principales:

- Área de componentes pasivos y activos
- Área de dispositivos de salida
- Área de sensores y módulos
- Área de microcontroladores

### **4.2.1. Seguridad**

La seguridad implica desde su fabricación hasta el funcionamiento, busca prevenir accidentes que atenten contra la integridad de las personas que realicen prácticas en el mismo. De igual manera, para mitigar los efectos negativos que una falla o el mal uso de los equipos y componentes utilizados en el tablero puedan ocasionar y provoquen el daño irreparable o reparación que detenga el aprendizaje en los alumnos.

Para alimentar el tablero necesario utilizar fuentes de voltaje controladas, como la son adaptadores de voltaje de 120 voltios de corriente alterna a 5 voltios de corriente directa, con corrientes que van de los 550 mA a los 3 A, comúnmente conocidos como cargadores de celular. Con esta protección del sistema de alimentación se evita cualquier falla que se extienda en cascada a través de los diferentes elementos que componen el tablero.

Para prevenir cualquier accidente o daño a los componentes es necesario establecer todas las señales de seguridad necesarias para transmitir mensajes

gráficos de prevención, prohibición o información en el área de trabajo de forma clara y precisa y de fácil entendimiento para evitar situaciones peligrosas para el usuario, en este caso, los estudiantes.

#### **4.2.2. Adaptación a su entorno**

El tablero debe tener la característica de ser fácil de utilizar sobre una superficie plana y poder moverse a diferentes lugares dentro del salón de clases ya sea con una base móvil o por medio de agarradores para hacer pruebas en diferentes lugares del salón.

Seguramente, el tablero se colocará en una instalación que no tiene un lugar dedicado para este; por lo que se debe diseñar un tamaño prudencial, pero sin dejar los componentes demasiado juntos ya que puede provocar una conexión errónea al momento de realizar las prácticas ya que el estudiante se encuentra en etapa de formación.

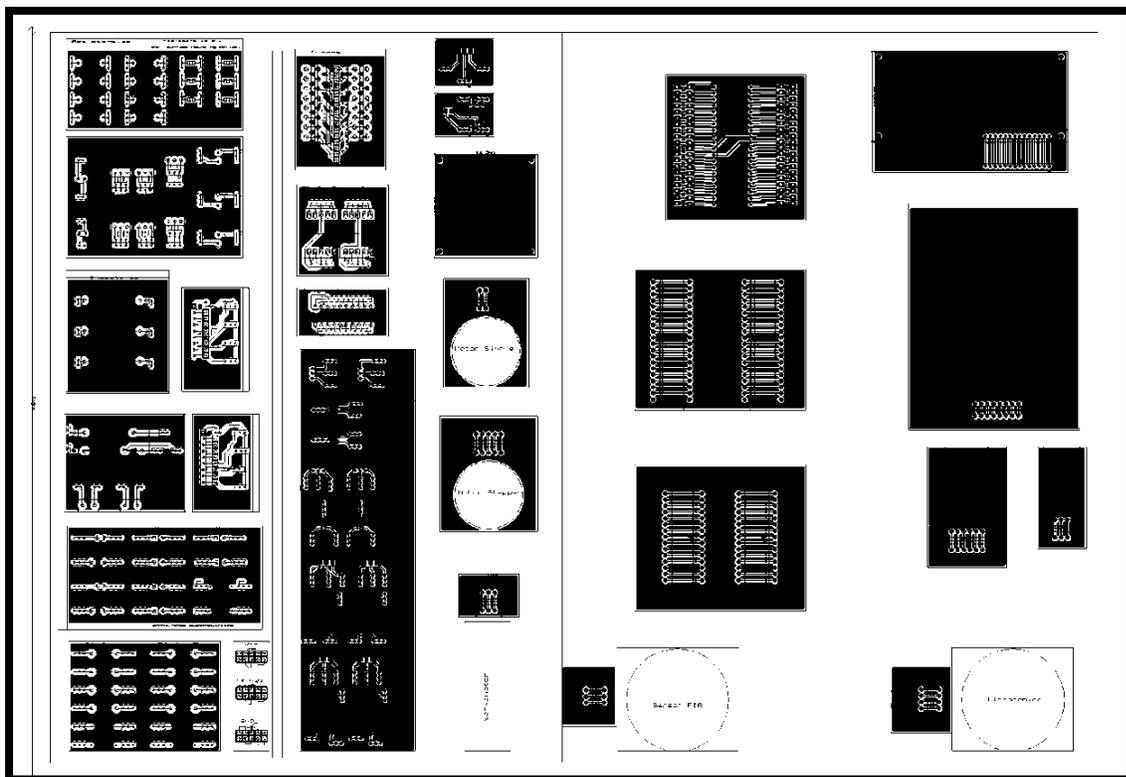
#### **4.2.3. Dimensionamiento del tablero**

El tablero es un rectángulo de 35 centímetros de ancho por 45 centímetros de largo. El material para hacer la base donde se colocarán las placas puede ser de madera, metal con recubrimiento de aislante eléctrico o acrílico.

Las placas diseñadas para componentes pasivos y conectores de energía se atornillarán en la base para tener todos los elementos necesarios para que el usuario logre los objetivos de aprendizaje que se desean alcanzar y evitar robos.

En la cara de arriba del tablero van ubicadas las placas y los módulos, mientras en la cara de abajo se deben fabricar compartimientos para guardas cables hembra-hembra, macho-macho y macho-hembra. Estos cables son de diferente longitud para realizar las diferentes pruebas entre los dispositivos.

Figura 65. **Tablero visto desde arriba**



Fuente: elaboración propia, empleando Paint.

### 4.3. Desarrollo de placas

Para conectar los diferentes módulos es necesario diseñar las placas en las que se soldarán los componentes electrónicos. En estas placas se utilizará

en su mayoría pines machos ya que son más resistentes al uso continuo y algunos componentes SMD de sus siglas en inglés Surface mount device (dispositivo de montaje superficial).

Los diagramas para armar cada una de las placas se encuentra colgado en el siguiente enlace:

- <https://drive.google.com/drive/folders/1FdoM13nbsyGUDcAtigZNFfGPhRBPMXwp?usp=sharing>

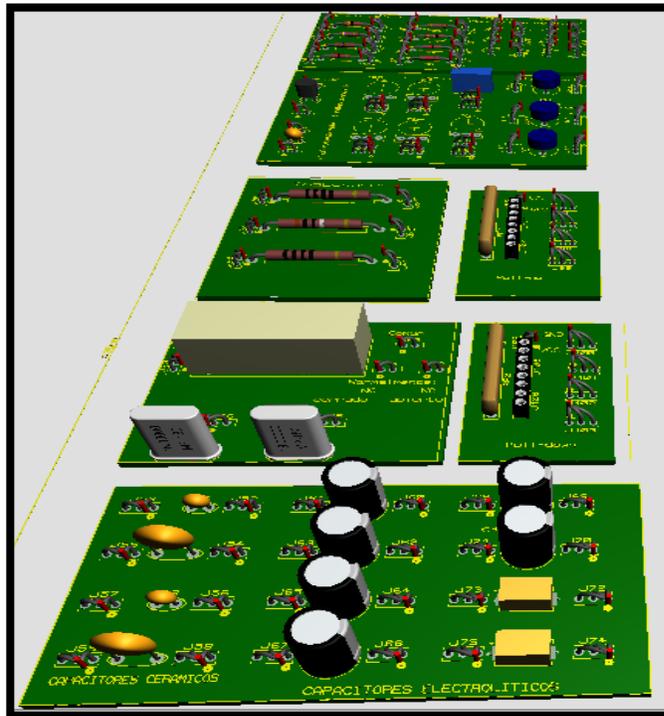
#### **4.3.1. Partes del tablero**

El tablero se diseñó por partes ya que de esa manera no se sobrecarga el programa de diseño, Proteus; permite al desarrollador modificar y mejorar el diseño de forma modular.

##### **4.3.1.1. Primera parte del tablero**

Las primeras placas que se diseñaron son las placas de los componentes pasivos.

Figura 66. **Primera parte del tablero**

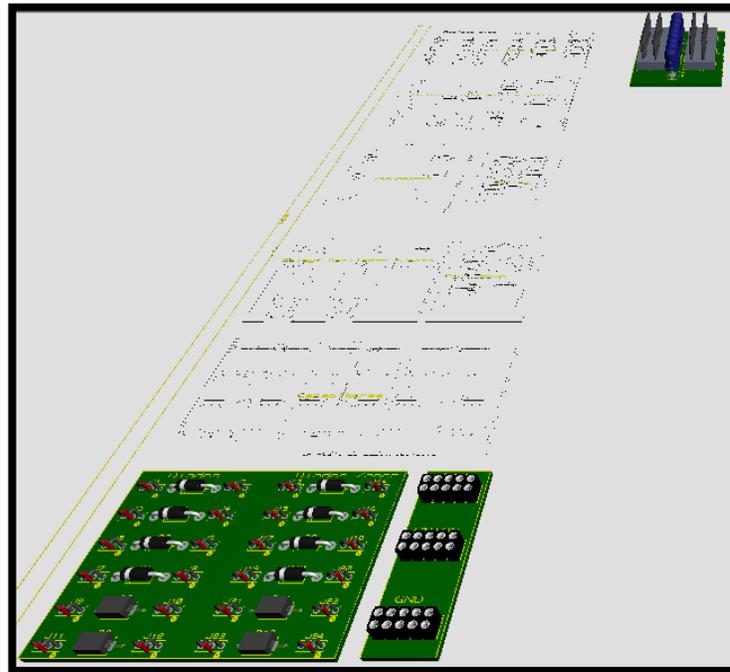


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.1.2. **Segunda parte del tablero**

Esta parte contiene los diodos y tres conexiones que sirven para realizar nodos; estos conectores hembra están interconectados entre ellos para que de esta manera se puedan conectar diversos componentes y módulos entre ellos.

Figura 67. **Segunda parte del tablero**

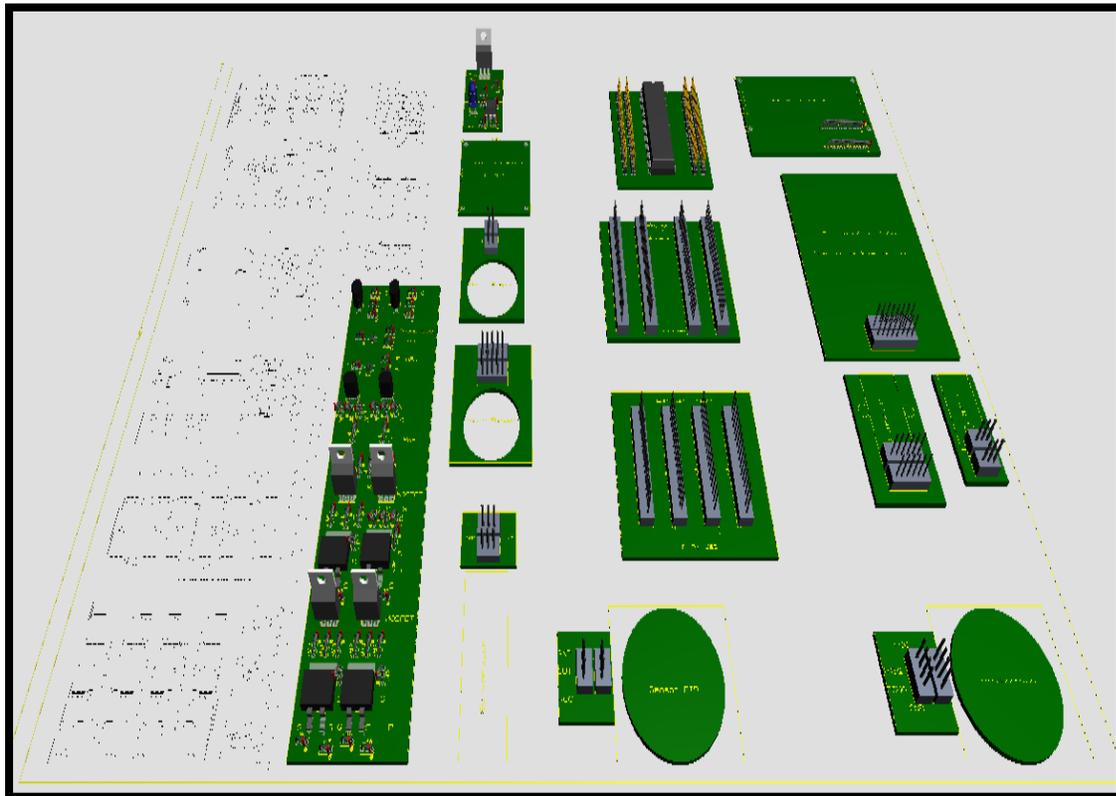


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### **4.3.1.3. Tablero completo**

En la figura 68 se muestra una imagen del tablero completo. Para no sobrecargar el archivo de diseño de placas se muestran las últimas placas del tablero, faltando las placas de la parte uno y dos. Estas partes se pueden encontrar en los archivos “tablero1” y “tablero2” que se encuentran en el enlace de la sección 4.3.

Figura 68. **Tablero completo**

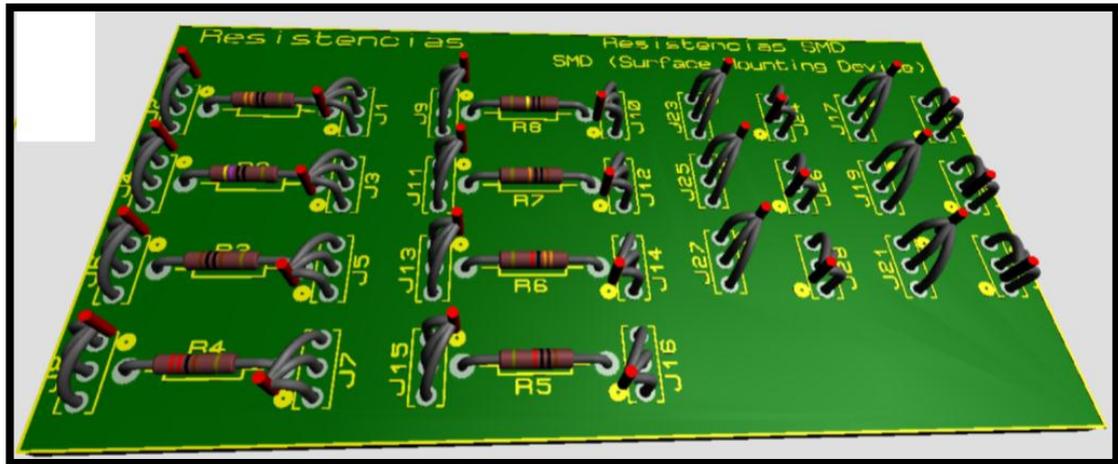


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.2. **Módulo, resistencias fijas**

El módulo de resistencias contiene resistores de carbón de  $\frac{1}{4}$  de watt de diferentes valores; cada resistor tiene sus terminales conectadas a tres pines macho, los cuales sirven para que se conecten entre tres puntos diferentes.

Figura 69. **Módulo, resistencias fijas**



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

Las resistencias SMD pueden tener cualquier valor ya que solo sirven para que el alumno conozca la presentación y características.

#### 4.3.3. **Módulo, resistencias variables**

Este módulo contiene:

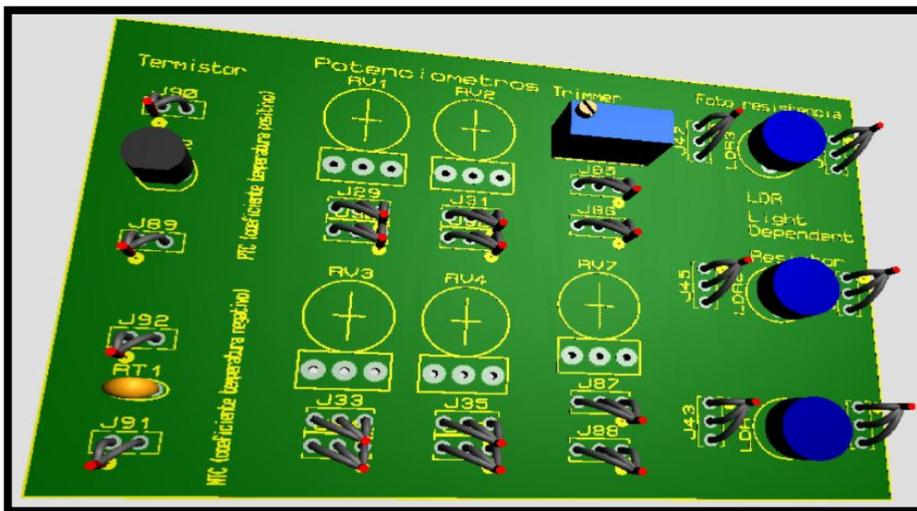
- Termistor PTC (coeficiente térmico positivo)
- Termistor NTC (coeficiente térmico negativo)
- Potenciómetros de 1K $\Omega$ , 10K $\Omega$ , 1M $\Omega$ , 5M $\Omega$  (RV1 al RV4)
- Potenciómetro tipo cortador (Trimmer)
- Resistencia variable RV7
- Foto resistencias (LDR1 al LDR3)

Los termistores están colocados en el borde del tablero para que sea fácil el poder colocar elementos que le proporcionen calor y frío.

Los potenciómetros tienen dos pines macho para cada terminal para facilitar las interconexiones con otros componentes.

Las fotorresistencias de tipo no lineal se encuentran separadas considerablemente para que no afecte la luz u oscuridad que le indica a cada uno.

Figura 70. **Módulo, resistencias variables**

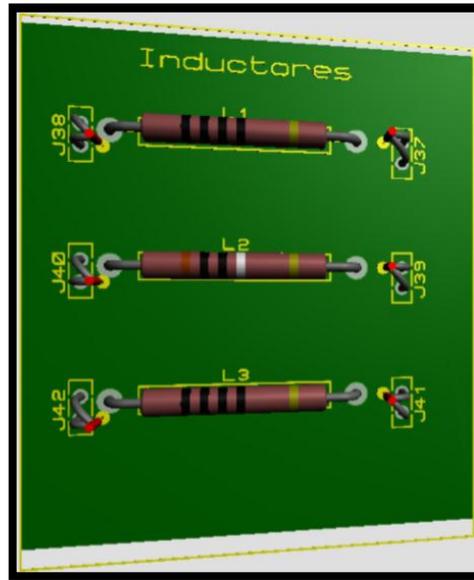


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.4. **Módulo de inductores**

Este módulo tiene espacio para colocar tres inductores, los cuales pueden ser fabricados por el estudiante o comprarse ya hecho.

Figura 71. **Módulo de inductores**



Fuente: elaboración propia utilizando Proteus.

#### 4.3.5. **Módulo, *pull-up* y *pull-down***

Consisten en colocar paquete encapsulado de resistencias de  $330\Omega$  conectado a 5V en el pin común y cada terminal del paquete a un pin macho, el cual tiene uno lógico pero al momento de presionar el pulsador se coloca un cero lógico. Esta misma lógica pero invertida se utiliza en un *pull-down*.

Figura 72. **Módulo *pull-up / pull-down***



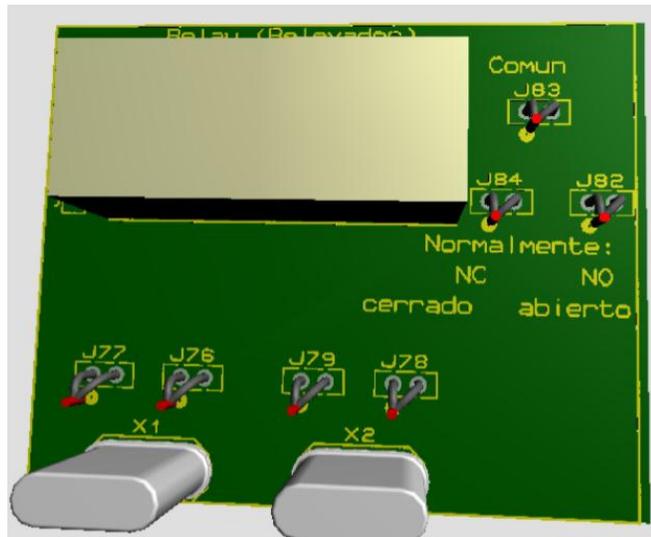
Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.6. **Módulo, *relay / cristal***

El relevador tiene una bobina de 5V, un pin común y un pin normalmente cerrado con el común y un pin normalmente abierto; cada pin tiene dos terminales macho.

En esta placa también se colocaron dos osciladores de cristal, uno de 8 Mhz y el otro de 32 Mhz.

Figura 73. **Módulo, *relay* y cristal**



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.7. **Módulo de capacitores**

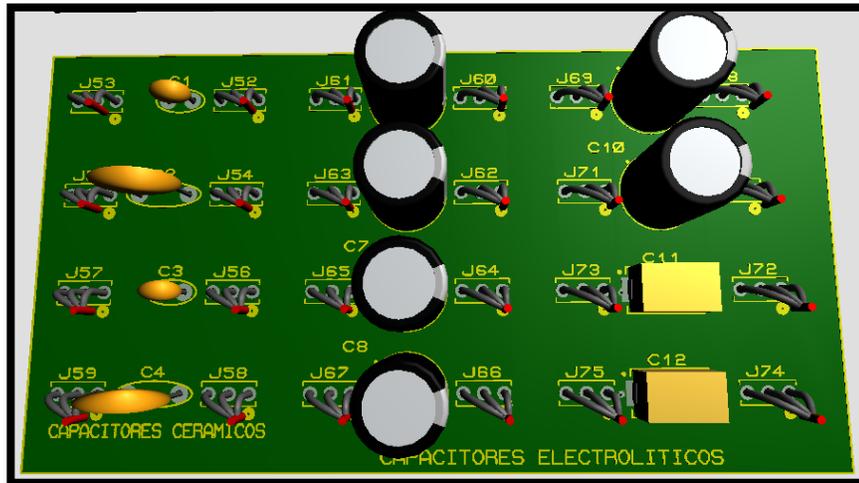
Los capacitores cerámicos deben ser de 33 pF (C1 y C2), y los otros dos 47 nF y 100 nF.

Los capacitores electrolíticos radiales son de 6 V máximo, ya que los valores de voltaje que se manejan en el tablero son de 5 V; por lo que el capacitor funciona sin ningún problema.

Este módulo contiene los siguientes valores de capacitancia: 0,33  $\mu$ F, 1  $\mu$ F, 10  $\mu$ F, 33  $\mu$ F, 1 000  $\mu$ F, 4 700  $\mu$ F.

Los capacitores electrolíticos SMD pueden tener cualquier valor ya que solo sirven para que el alumno conozca la presentación y características.

Figura 74. **Módulo, capacitores**



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

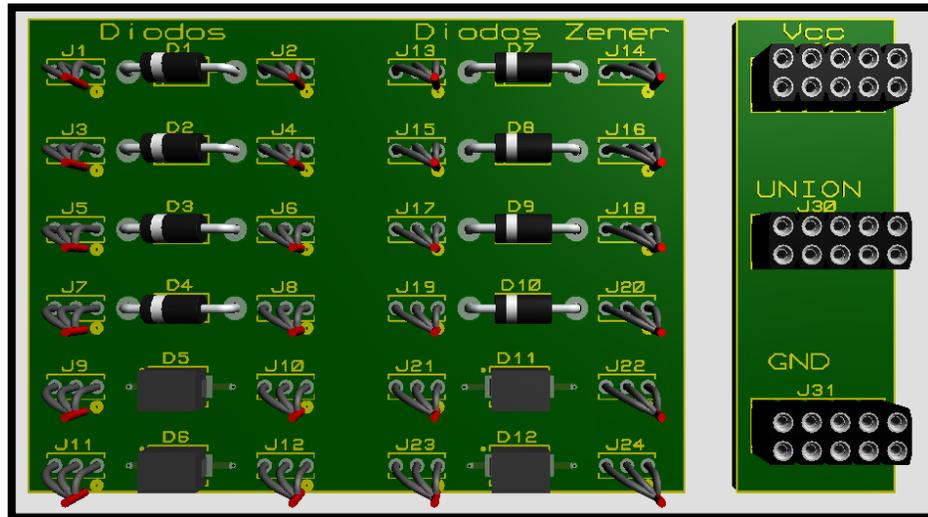
#### 4.3.8. **Módulo, diodos y uniones**

El módulo está compuesto por diodos de uso general, los cuales pueden ser investigados por los alumnos para que puedan observar las diferentes características que cada uno de los diodos posee.

Los conectores de Vcc se utilizan para conectar voltaje positivo y así distribuir voltaje a los diferentes puntos del tablero.

Los conectores UNION se pueden utilizar para formar nodos y conexiones entre varios componentes.

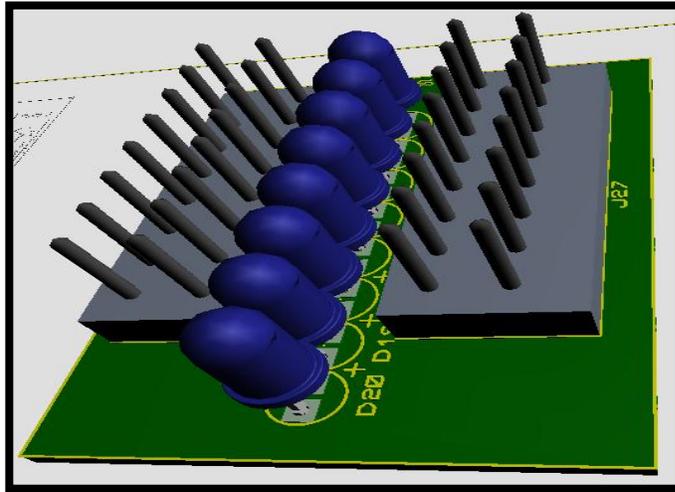
Figura 75. **Módulo, diodos**



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

El módulo de diodos emisores de luz tiene pines para conexiones de voltaje positiva y negativa; estos leds también se pueden conectar al módulo *pull-up* o *pull-down*.

Figura 76. **Módulo leds**

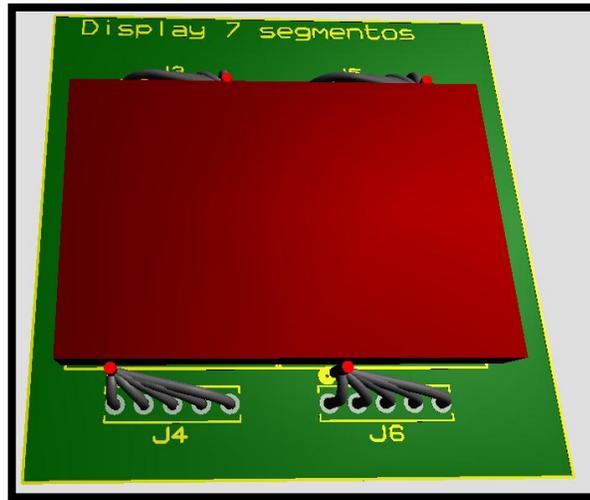


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.9. **Módulo, *display* y barra gráfica**

El módulo consta de dos *displays* de siete segmentos los cuales contienen leds agrupados de modo que se puede desplegar los números arábigos del 0 al 9 y varias letras. Los dos pines comunes no se encuentran conectados en la placa ya que Proteus no permite la conexión al igual que el terminal del punto que no permite conexión; estos dos pines se deben conectar soldando los caminos que se dejaron sin conectar en la placa.

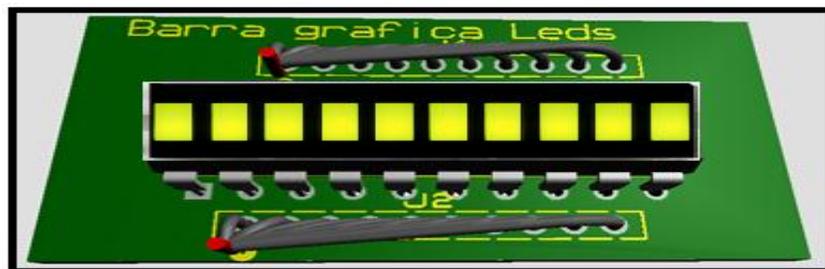
Figura 77. **Módulo, *display***



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

La barra grafica o como es muy conocido *bar graph* en inglés, es muy útil para mostrar en un conjunto de leds el progreso de un sistema de manera ascendente y descendente.

Figura 78. **Módulo, barra gráfica**

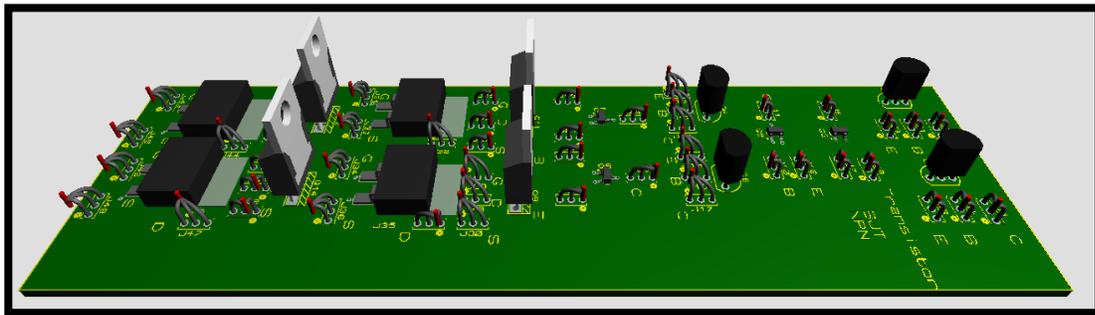


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.10. Módulo de transistores BJT y Mosfet

En la figura 79 se aprecia la placa con varios tipos de transistores.

Figura 79. Módulo transistores BJT y Mosfet

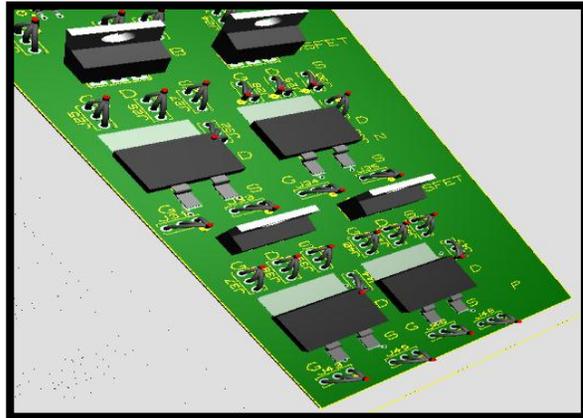


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

En este módulo se encuentran transistores NPN 2N3904 en su presentación tecnología de agujeros pasantes (siglas THT del inglés *through-hole technology*).



Figura 81. **Mosfet canal N y canal P**

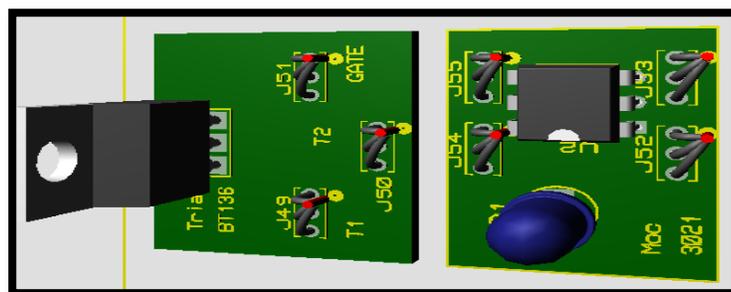


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.11. **Módulo, Triac y Moc 3021**

Este módulo se utiliza para controlar cargas de corriente alterna a través de pulsos de corriente directa; el circuito aísla la etapa de control con la etapa de potencia.

Figura 82. **Triac y Moc 3021**



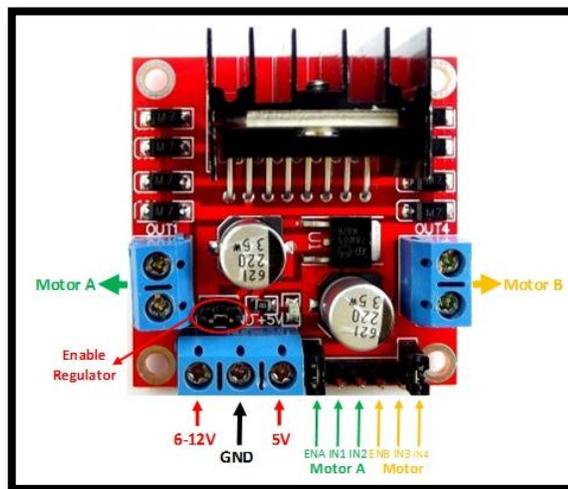
Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.12. Módulo, controlador de motores

Este módulo tiene un circuito integrado L298N el cual tiene dos puentes H los cuales permiten controlar la dirección de un motor simple de corriente directa y también controla motores Stepper.

Permite controlar la dirección de los motores utilizando dos puentes H los cuales se controlan por los pines Enable A y Enable B.

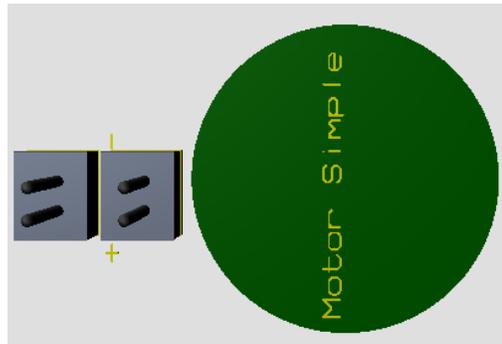
Figura 83. Módulo L298N



Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Módulo L298N*. <http://www.iescamp.es/miarduino/2016/02/23/2-motores-de-c-c-con-el-l298n/>. Consulta: 14 de julio de 2019.

En el tablero el motor simple se puede alimentar con 5 voltios de corriente directa hasta un máximo de 9 voltios. Al utilizar PWM se puede observar el comportamiento del motor, controlando la velocidad. La polaridad se indica, pero se puede cambiar la polaridad, que da como resultado un giro en sentido contrario.

Figura 84. **Motor simple**



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

Este motor a pasos tiene dos pares de pines soldados, para que el usuario pueda utilizar cualquiera de los dos ya sea para medición o control. El motor se debe conectar con el módulo L298N para ser controlado por un microcontrolador.

Figura 85. **Motor paso a paso**



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus, Fritzing y Paint.

El servomotor en la placa tiene indicado los pines para que el usuario no se equivoque al conectar el sistema de control. El voltaje positivo debe ser proporcionado por una fuente extra a la fuente que alimenta al microcontrolador ya que estos motores consumen mucha corriente. Las tierras deben ser común entre la fuente extra y la fuente de alimentación del sistema de control.

Figura 86. **Servo motor**

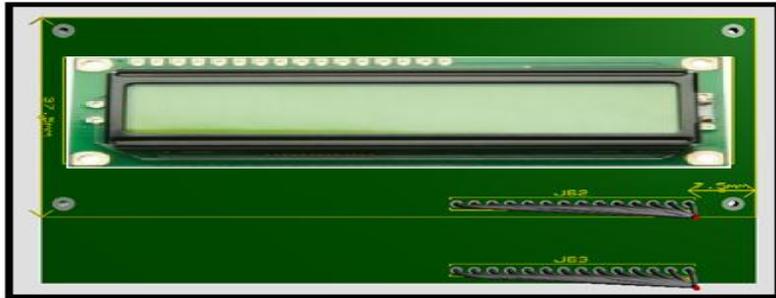


Fuente: elaboración propia utilizando Proteus.

#### 4.3.13. **Pantalla LCD**

La pantalla LCD se encuentra conectada con dos rieles de pines machos en paralelo para proporcionar dos vías de conexiones; se pueden conectar la LCD a un microcontrolador directo o a través de un módulo I2C.

Figura 87. **Pantalla LCD**

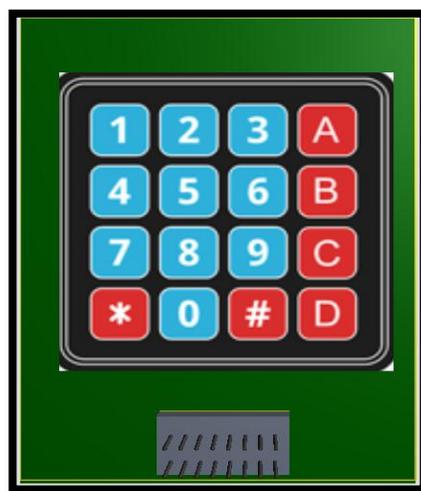


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.14. **Teclado matricial**

Este teclado sigue con el estándar de tener dos conexiones para cada pin de los componentes; es útil para conectarlo con dos microcontroladores.

Figura 88. **Teclado matricial 4x4**

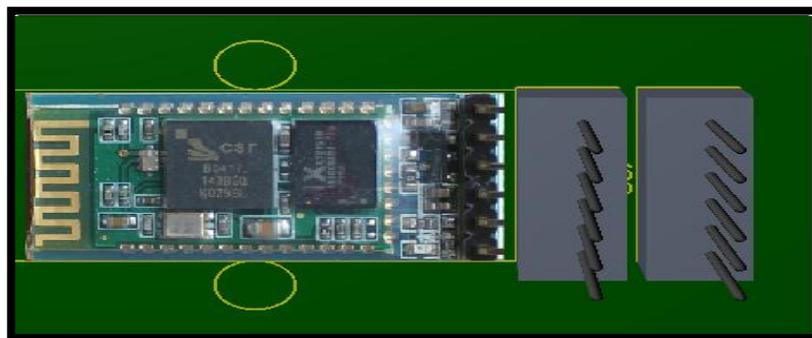


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.15. Módulos

El módulo Bluetooth es útil para utilizar la comunicación serial a través del UART que poseen los microcontroladores, de esta manera el estudiante puede conocer la utilidad de este módulo en telecomunicaciones. El módulo tiene seis pines, de los cuales se utilizan solamente cuatro, dos para energizarlo con 5V y dos para transmitir y recibir información respectivamente.

Figura 89. Módulo *Bluetooth* HC-05



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

El sensor de humedad tiene tres pines los cuales son útiles para energizar el sensor y obtener los datos de temperatura y humedad relativa en el ambiente.

Figura 90. **Sensor Humedad DHT-11**

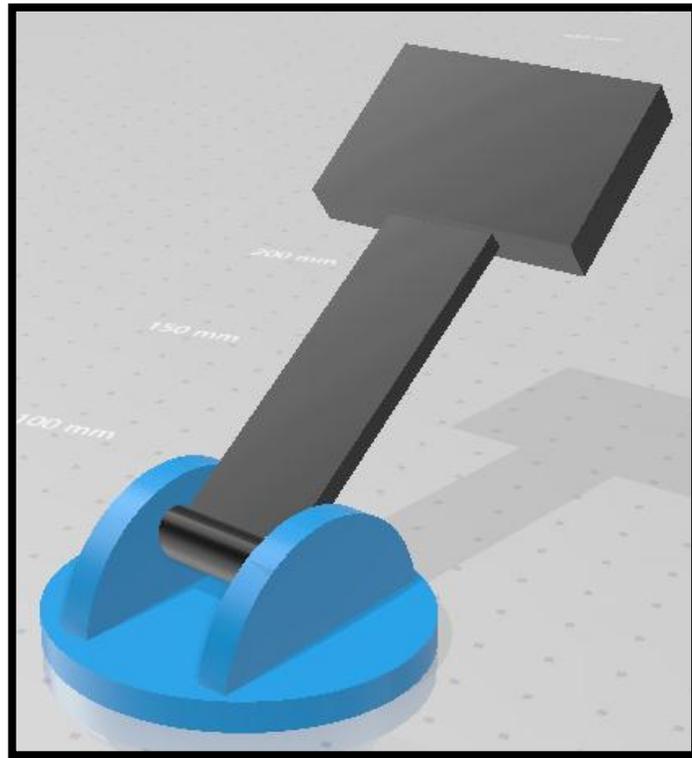


Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

Para los sensores ultrasónicos y Pir se diseñó una pieza en tres dimensiones, la cual puede se puede imprimir en una impresora 3D, ver figura 88. Esta pieza facilita la movilidad de los sensores y así poder obtener mediciones desde casi cualquier punto; puede mover los sensores y orientarlos para diferentes direcciones.

El rectángulo superior gris cargará los sensores, los cuales son asegurados con tornillos y utilizan cables largos para conectares a su respectiva placa en el tablero.

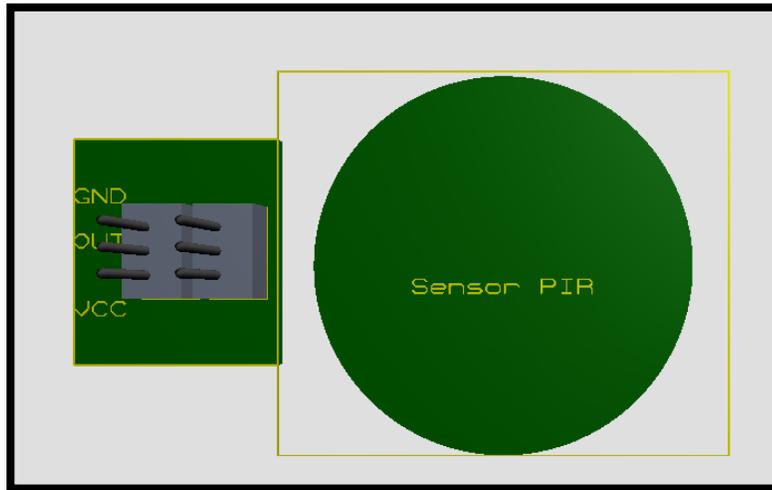
Figura 91. **Brazo para movilizar**



Fuente: elaboración propia, empleando 3D builder de Microsoft.

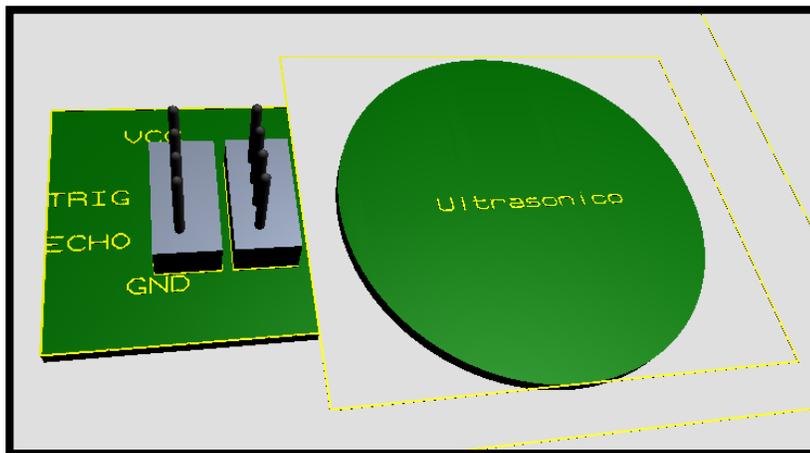
Las placas que se pueden observar en la figura 89 y 90 son las placas que están atornilladas al tablero, sobre estas placas sobre el círculo con el nombre del sensor se deben colocar los brazos para movilizar los sensores.

Figura 92. **Sensor Pir**



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

Figura 93. **Módulo ultrasónico**



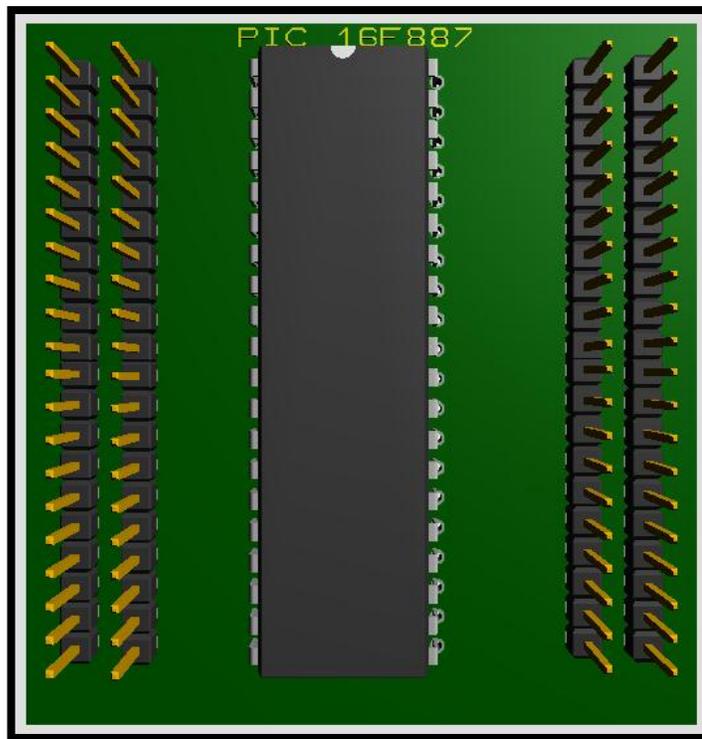
Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

#### 4.3.16. Microcontroladores

El microcontrolador Pic 16f887 es un dispositivo muy utilizado y posee mucha documentación que permite introducir a los alumnos al mundo de la automatización de forma más placentera.

La placa que se presenta en la figura 91 tiene dos pines macho para cada pin del Pic; permite realizar proyectos los cuales requieren varias conexiones en un solo pin. Es conveniente etiquetar los pines a fin de facilitar a los alumnos las conexiones y evitar accidentes.

Figura 94. Microcontrolador Pic



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

El microcontrolador ESP 32 es un microcontrolador nuevo que posee comunicación wifi integrada en el microcontrolador; es muy simple de utilizar ya que posee muchos tutoriales y documentación sobre su uso y aplicación.

Para facilitar realizar proyectos innovadores con el tablero se diseñó la placa para el microcontrolador ESP 32 con dos pines macho para cada pin del microcontrolador.

Figura 95. **Microcontrolador ESP 32**



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

El microcontrolador Arduino nano también posee dos pines machos para cada pin de este; facilita su conexión con varios sistemas.

Figura 96. **Microcontrolador Arduino Nano**



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.



## **5. PRÁCTICAS A REALIZAR CON EL TABLERO**

Un buen manual de prácticas debe contar con los objetivos que se esperan alcanzar al concluir con una práctica; también, es necesario explicar el porqué de la práctica; por último, una serie de pasos o instrucción que le den una idea al estudiante para utilizar los conocimientos previos adquiridos y aplicarlos a una situación puntual.

### **5.1. Estructura de una práctica**

Las prácticas, por lo general, contienen uno o varios objetivos a alcanzar, recomendaciones teóricas o el marco teórico para que el estudiante pueda entrar en contexto antes de realizar la práctica; por último, el procedimiento a realizar para desarrollar la práctica en el tablero.

El procedimiento debe ser una guía para el estudiante más no debe ser demasiado explícita mostrando conexiones entre los dispositivos del tablero, ya que el estudiante debe ser capaz de determinar el uso y forma correcta de conectar cada dispositivo entre ellos mediante la teoría dada en clase y los conceptos básicos de la electrónica.

Para finalizar la práctica se debe realizar un informe donde se muestren datos obtenidos, diagramas de conexión, las conclusiones a las que se llegaron y los análisis que pueden hacerse luego del desarrollo de la práctica.

## **5.2. Práctica 1: resistencias en serie y paralelo**

Los resistores conectados en serie se deben conectar en secuencia, por lo que la corriente que fluye a través de los resistores en serie debe ser la misma.

Los resistores conectados en paralelo tienen el mismo valor de caída de voltaje, pero la corriente es diferente.

Según el código de colores se pueden identificar los resistores para poder formar circuitos con valores de resistencia adecuados al sistema que se va a utilizar.

### **5.2.1. Objetivos**

- Armar circuitos en serie utilizando los resistores del tablero
- Armar circuitos en paralelo utilizando los resistores del tablero

### **5.2.2. Problema**

Muchas veces en la industria es necesario utilizar resistencias con valores que no son comerciales por lo que se deben armar utilizando resistencias de diferentes valores, conectándolas ya sea en serie, paralelo o mixtas.

### **5.2.3. Descripción de la solución**

El estudiante debe armar un circuito resistivo utilizando la configuración en serie, el valor a encontrar poderse obtener con los resistores que se encuentran en el tablero. El estudiante debe medir la corriente que fluye entre cada resistor y el voltaje de cada resistencia. En el circuito serie también se debe medir la

potencia de cada resistor; estos datos los debe tabular y comparar los valores teóricos con los prácticos.

Además, debe armar un circuito utilizando la configuración en paralelo, y medir la corriente que fluye entre cada resistor y el voltaje de cada resistor. En el circuito en paralelo también se debe medir la potencia de cada resistor, estos datos los debe tabular y comparar los valores teóricos con los prácticos.

Para apoyarse en la realización de la práctica pueden ingresar siguiente enlace:

- <https://www.youtube.com/watch?v=9UwnaXklC0>

### **5.3. Práctica 2: carga y descarga de un capacitor**

Los capacitores pueden almacenar carga entre sus placas. Dicha carga se mantiene por un tiempo y luego el capacitor se descarga.

#### **5.3.1. Objetivos**

- Realizar un temporizador básico utilizando el tiempo de carga y descarga del capacitor.
- Armar un multiplicador de voltaje.

#### **5.3.2. Problema**

La constante de tiempo que determina la carga y descarga de un capacitor se le conoce por medio de la letra griega  $\tau$  (tau). Varios temporizadores analógicos utilizan esta propiedad para automatizar procesos.

### **5.3.3. Descripción de la solución**

El estudiante debe armar un circuito utilizando capacitores y resistencias, el tiempo que debe permanecer encendido el sistema estará regido por el tiempo de carga y descarga de los capacitores que utilicen en el sistema.

Para apoyarse en la realización de la práctica pueden ingresar en el siguiente enlace:

- <https://www.youtube.com/watch?v=Q4TCjLjG8-Q>

### **5.4. Práctica 3: uso del relé**

Los inductores crean un campo magnético al momento que fluye corriente a través de ellos, este campo magnético atrae materiales ferromagnéticos. Este principio se aplica para mover un pivote metálico y conmutar entre varias posiciones.

Los relés pueden utilizar voltajes desde los 3 V de voltaje directo en adelante según la aplicación. Los relés cambian la conexión entre sus terminales dependiendo del voltaje que se aplique en la bobina.

Los relés son utilizados para separar etapas en un circuito, la etapa de potencia de la etapa de control, por ejemplo.

#### **5.4.1. Objetivos**

- Conmutar entre dos circuitos al momento de presionar un interruptor.

- Controlar el encendido y apagado de un sistema de potencia por medio del relé.

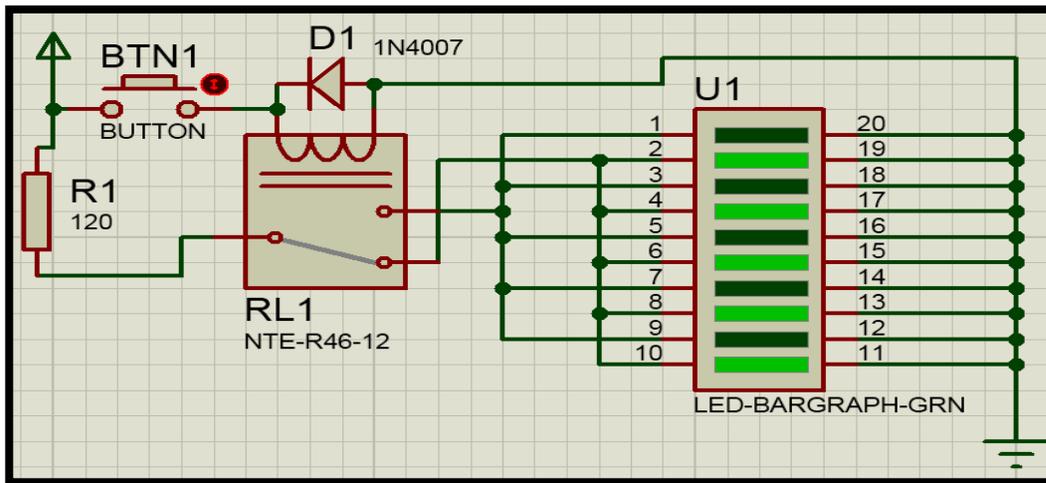
#### **5.4.2. Problema**

Para automatizar procesos industriales es necesario controlar sistemas de potencia por medio de pulsos electrónicos de baja corriente como lo son los sistemas digitales que son alimentados por 5V. Por esta razón, los relés son una forma de solucionar el problema de manejar corriente alterna con un sistema de corriente directa. Separando ambas etapas de forma segura, se logra controlar grandes cantidades de corriente por medio de pulsos de voltaje directo de baja corriente.

#### **5.4.3. Descripción de la solución**

- Parte 1: para aprender el funcionamiento básico del relé, el estudiante deberá armar el diagrama que se observa en la figura 97. Tomese en cuenta que cada relé tiene impreso en la parte superior, por lo general, el o los valores de voltaje que soporta y si es de corriente directa o alterna.

Figura 97. **Uso básico de un relé**



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

Al armar el circuito debe realizar pruebas con diferente voltaje, desde 3v en adelante, teniendo cuidado de no utilizar voltajes que dañen la bobina ni los leds, como mínimo cuatro mediciones para definir entre que voltajes funciona el relé.

- Parte 2: el estudiante debe encender una bombilla de 120 V de corriente alterna controlado por la luz que incide en una foto resistencia. Con un multímetro verificar el voltaje que le llega a la bobina, puede utilizar la fórmula del divisor de voltaje para tener un valor teórico.

Como ayuda pueden utilizar la información que se proporciona en el siguiente enlace.

- [https://www.youtube.com/watch?v=y\\_qqGkZNP34](https://www.youtube.com/watch?v=y_qqGkZNP34)

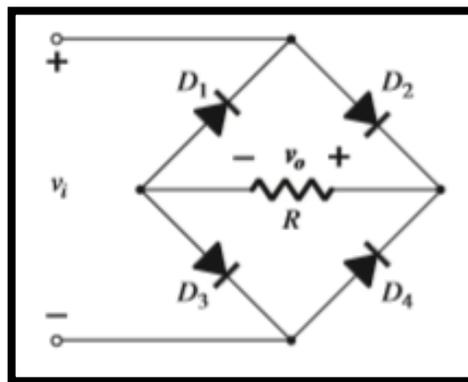
## 5.5. Práctica 4: rectificadores de onda

Los semiconductores son dispositivos que tienen propiedades aislantes y propiedades conductoras, estos dispositivos dependiendo de la polarización en la que estén pueden dejar que fluya la corriente o no.

Si un diodo es conectado en corriente alterna, para el ciclo positivo se puede polarizar de manera directa y para el ciclo negativo se polariza de manera inversa, dependiendo de la orientación de las terminales del diodo.

Para rectificar una señal senoidal se utilizan cuatro diodos en configuración de 'puente', como se observa en la figura 98.

Figura 98. Diagrama esquemático rectificador completo



Fuente: BOYLESTAD, Robert. *Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. p. 611.

A la salida del puente de diodos se obtiene una señal pulsante, la cual tiene perturbaciones en la forma de onda, estas pequeñas perturbaciones que se conoce como rizado.

### **5.5.1. Objetivos**

- Polarizar un diodo de manera directa e inversa.
- Aprender a utilizar la información que se encuentra en las hojas de datos técnicos de los componentes electrónicos.
- Rectificar una forma de onda senoidal que se obtiene de un generador de onda.

### **5.5.2. Problema**

Los diodos se pueden utilizar como rectificadores de señales variantes en el tiempo, reguladores y como protección. Se deben polarizar de manera directa si se necesita un flujo de electrones o de manera inversa en caso de que no se necesite corriente eléctrica.

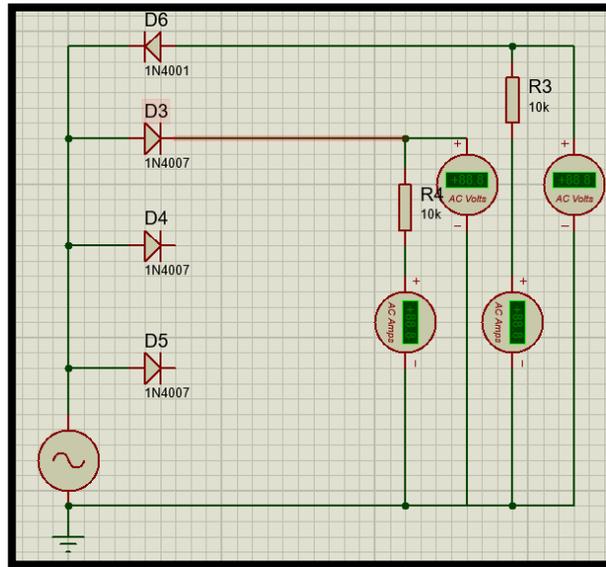
### **5.5.3. Descripción de la solución**

En el módulo de semiconductores se encuentran varios diodos, copie el número de cada diodo e investigue sus características en internet.

Con los datos que obtuvo en su investigación, realice un resumen con las características más importantes (corriente máxima, corriente inversa, voltaje máximo, entre otros).

Proceder a armar el circuito de la figura 99.

Figura 99. Voltaje conducción



Fuente: elaboración propia, empleando Proteus.

Conectense los diodos a una fuente de voltaje alterno (de preferencia un generador de onda) y conecte en serie a cada uno de los diodos una resistencia de 10 K $\Omega$  como se muestra en la figura 99 para el diodo D6.

Este procedimiento se debe con los cuatro diodos por separado, en la figura 99 se muestran dos diodos conectados a resistencia, voltímetro y amperímetro como ejemplo.

Debe variar el voltaje a fin de encontrar el valor que enciende y apaga el diodo, este dato lo encuentra en la hoja de datos de cada uno de los diodos.

Realice una tabla con los siguientes datos.

Tabla VIII. Datos práctica 5 (diodos)

No.	Diodo	Voltaje encendido teórico	Corriente teórica	Voltaje encendido practico	Corriente practica
1	1N4007	0,7 V	1 mA	0,5 V	0,7 mA

Fuente: elaboración propia.

Armar el circuito que se muestra en la figura 98.

Usar una hoja milimetrada tamaño carta, dividir la hoja por la mitad y grafique la señal de entrada en una mitad y en la otra la señal de salida que puede medir en el osciloscopio; colocar el nombre a los ejes, el valor de las divisiones y los valores mínimos y máximos de la señal de entrada y salida.

## 5.6. Práctica 5: contador ascendente con *display* 7 segmentos

Las primeras prácticas utilizando microcontroladores que tienen un nivel de dificultad medio alto, pueden realizarse utilizando dos *display* de 7 segmentos. De esta manera el estudiante comprende como encender y apagar un pin así como el uso de bucles.

### 5.6.1. Objetivos

- Configurar pines como entrada o salida
- Utilizar retardos
- Comprender la aplicación de la multiplexación

### 5.6.2. Problema

El problema consiste en mostrar por medio de sistemas electrónicos un conteo de personas que ingresan a una biblioteca. Dos sensores de movimiento se colocan en dos puertas, debe aumentar cada vez que una persona pase por la puerta de entrada y disminuir cada vez que pasa a través de la puerta de salida.

### 5.6.3. Descripción de la solución

El microcontrolador PIC 16f887 se programa utilizando Mikro C de la siguiente manera.

Tabla IX. Código para contador ascendente

1	int CNT=0, COCI=0, MOD=0, i;
2	bit ESTADO;
3	int NUMERO[10]={63, 6,91,79,102,109,125,7,127,111};
4	void main() {
5	OSCCON=0b1110101; //configurar oscilador a 8Mhz
6	ANSEL=ANSELH=0;
7	TRISB=1;
8	TRISC=TRISD=0;
9	PORTC=PORTD=0;
10	delay_ms(500);
11	while(1){
12	for(CNT=0;CNT<100;CNT++){ //CUENTA DE 0 A 100
13	COCI=(CNT/10); //RESULTADO DE DIVISION
14	MOD=(CNT%10); //RESIDUO DE DIVISION
15	for(i=0;i<48;i++){ //RUTINA DE TIEMPO PARA VISUALIZAR
16	PORTC=NUMERO[MOD]; //PARA GENERAR EN UN SEGUNDO
17	PORTD.RD0=0;
18	PORTD.RD1=1;
19	delay_ms(10);
20	PORTC=NUMERO[COCI];
21	PORTD.RD0=1;
22	PORTD.RD1=0;
23	delay_ms(10);

Continuación de la tabla IX.

24	}
25	}
26	}
27	}

Fuente: elaboración propia.

En la línea 1 se inicia dos variables enteras con nombre CNT que representa el conteo global, COCI representa el cociente de una división (/) y MOD es el módulo el cual representa el residuo de una división (%).

Por ejemplo, si se divide el número 71 dentro de 10:

$$\begin{array}{r} 7 \\ 10 \overline{)71} \\ \underline{70} \\ 01 \end{array}$$

Se obtiene un cociente con valor de 7 el cual se guardará en la variable RES, mientras que el residuo que es 1 se guardará en la variable MOD.

La línea 3 declara el tipo de variable que es entera y el tamaño del arreglo el cual consta con diez espacios de memoria para guardar los datos que se deseen; en el caso de este ejemplo, los dígitos del cero al 9 por lo que dentro de los corchetes se coloca el número 10 que representa los espacios del arreglo.

De la línea 7 a 9 se configuran los puertos con el registro TRIS seguido de la literal del puerto (A, B, C, D y E), si se asigna una valor de uno lógico se configura como entrada pero si se asigna un valor de cero lógico se configura

como salida, por ejemplo “TRISB.F0=1;” se configura el pin cero del puerto B como entrada, otro ejemplo puede ser “TRISD.F4=0;” en el que se configura el pin cuatro del puerto D como salida.

El ciclo “for” de la línea 12 cuenta desde cero hasta noventa y nueve; la variable CNT guardara el valor ascendente del conteo y las variables COCI y MOD realizan las operaciones mencionadas en la línea 1.

El ciclo “for” de la línea 15 se utiliza para generar un retardo aproximado a un segundo, dentro del ciclo el puerto C mostrará un valor de cero a nueve definido por el valor que tengan las variable MOD y COCI, respectivamente; para el ejemplo de dividir el número 71, la variable MOD valdría uno y la variable COCI valdría siete, por lo que mostrarían el valor que se guardó en el arreglo número en la posición uno y siete respectivamente; luego, apaga el pin D0 y enciende el pin D1; estos pines se conectan a dos transistores respectivamente los cuales encienden cada uno de los displays por diez milisegundos.

Esta técnica de transferir diferente información por un mismo canal se le conoce como multiplexación.

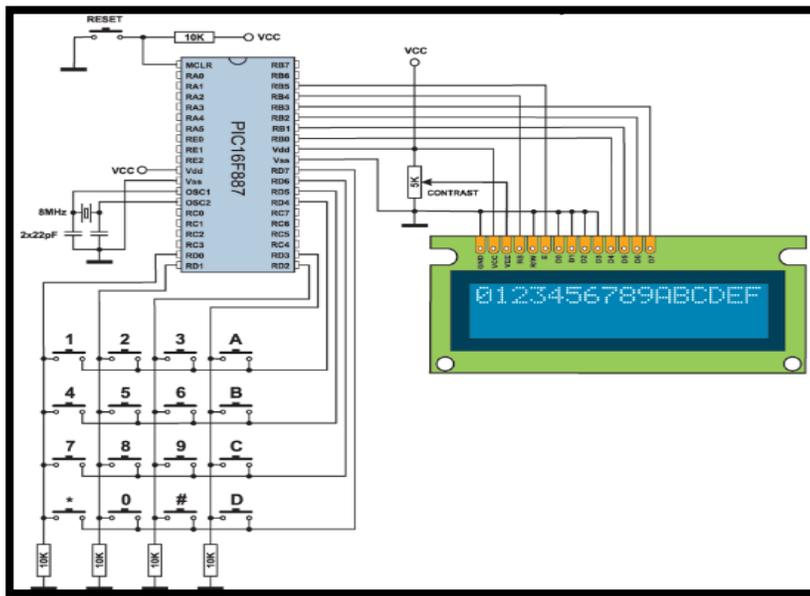
## **5.7. Práctica 6: uso del teclado matricial**

Los sistemas que se utilizan en la actualidad utilizan interfaces para interactuar con el usuario final, ya sea una pantalla táctil, un mensaje en una LCD, un sonido y el ingreso de datos a través de teclados.

El teclado matricial como se puede observar en la figura 88 se encuentra en el tablero conectado a un par de pines macho por cada pin de salida.

Este teclado necesita cuatro resistencias *pull-down* conectadas a las cuatro columnas como se observa en la figura 100.

Figura 100. **Conexión del teclado 4x4**



Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Conexión del teclado 4x4*.

<https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-basic/ejemplo-16>.

Consulta: 4 de agosto de 2019.

### 5.7.1. **Objetivos**

- Aprender a conectar un teclado matricial.
- Construir un menú que permita interactuar al usuario con el microcontrolador.

### 5.7.2. Problema

El usuario muchas veces necesita tener opciones y poder ajustar parámetros en un sistema electrónico por lo que es necesario proporcionarle un medio para realizar estos ajustes en el programa que el microcontrolador ejecuta.

### 5.7.3. Descripción de la solución

A continuación, se muestra un código que controla la pantalla Lcd, el teclado matricial y un servo motor.

Tabla X. Código para teclado 4x4

1	unsigned short kp;
2	
3	int a;
4	char keypadPort at PORTD;
5	sbit LCD_RS at RA4_bit;
6	sbit LCD_EN at RA5_bit;
7	sbit LCD_D4 at RA0_bit;
8	sbit LCD_D5 at RA1_bit;
9	sbit LCD_D6 at RA2_bit;
10	sbit LCD_D7 at RA3_bit;
11	sbit LCD_RS_Direction at TRISA4_bit;
12	sbit LCD_EN_Direction at TRISA5_bit;
13	sbit LCD_D4_Direction at TRISA0_bit;
14	sbit LCD_D5_Direction at TRISA1_bit;
15	sbit LCD_D6_Direction at TRISA2_bit;
16	sbit LCD_D7_Direction at TRISA3_bit;
17	void main() {
18	OSCCON=0x72;
19	cnt = 0; // Reinicia conteo
20	Keypad_Init();
21	ANSEL = 0;
22	ANSELH = 0;
23	TRISB.F7=0;
24	Lcd_Init();
25	Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR);

Continuación de la tabla X.

26	Lcd_Cmd( LCD_CURSOR_OFF);
27	Lcd_Out(1, 1, "1");
28	Lcd_Out(1, 1, "Tecla:");
29	Lcd_Out(2, 1, "Movimiento:");
30	do {
31	kp = 0; // Reinicia el valor de la tecla
32	Do
33	kp = Keypad_Key_Click(); // Guarda el valor de la tecla en la variable kp
34	while (!kp);
35	
36	switch (kp) {
37	
38	case 1: kp = 49;
39	for (a = 0; a < 10; a++){ //el servo trabaja con 20mili segundos
40	PORTB.F7 = 1;
41	delay_us(50);
42	PORTB.F7 = 0;
43	delay_us(19950);
44	}
45	break; // tecla muestra no. 1
46	
47	
48	case 2: kp = 50;
49	for (a = 0; a < 10; a++){ //el servo trabaja con 20mili segundos
50	PORTB.F7 = 1;
51	delay_us(300);
52	PORTB.F7 = 0;
53	delay_us(19700);
54	}
55	break; // tecla muestra no. 2
56	
57	
58	case 3: kp = 51;
59	for (a = 0; a < 10; a++){
60	PORTB.F7 = 1;
61	delay_us(1000);
62	PORTB.F7 = 0;
63	delay_us(19000);
64	}
65	break; //tecla muestra no. 3
66	
67	
68	case 4: kp = 65; break; //tecla muestra la letra A
69	
70	case 5: kp = 52;

Continuación de la tabla X.

71	for (a = 0; a < 10; a++){ //el servo trabaja con 20mili segundos
72	PORTB.F7 = 1;
73	delay_us(2000);
74	PORTB.F7 = 0;
75	delay_us(18000);
76	}
77	break; //tecla muestra no. 4
78	
79	
80	case 6: kp = 53;
81	for (a = 0; a < 10; a++){ //el servo trabaja con 20mili segundos
82	PORTB.F7 = 1;
83	delay_us(2500);
84	PORTB.F7 = 0;
85	delay_us(17500);
86	}
87	break; // 5
88	
89	
90	case 7: kp = 54; break; //
91	case 8: kp = 66; break; // B
92	case 9: kp = 55; break; // 1
93	case 10: kp = 56; break; // 8
94	case 11: kp = 57; break; // 3
95	case 12: kp = 67; break; // C
96	case 13: kp = 42; break; // *
97	case 14: kp = 48; break; // 0
98	case 15: kp = 35; break; // #
99	case 16: kp = 68; break; // D
100	
101	}
102	Lcd_Chr(1, 10, kp); // Muestra la tecla que se presiona
103	} while (1);
104	}

Fuente: elaboración propia.

El código de que se muestra en la tabla X se encuentra comentado por lo que su utilización es muy simple y solo hace falta analizar y unir conceptos.

Puede ser modificado y adaptarse a la necesidad del usuario. Al presionar las teclas del uno al tres que son los casos uno al tres activa el pin siete del

puerto B que puede conectarse a un servomotor en el tablero y este moverá el servo motor según el tiempo que se programe.

Este código se basa en los ejemplos que se encuentran en la ayuda de Mikro C, ya sea en línea o en el compilador en la parte de ayuda.

El código se encuentra disponible en el siguiente enlace:

- <https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-basic/ejemplo-16>.

## **5.8. Práctica 7: comunicación serial utilizando módulo *bluetooth***

El microcontrolador PIC 16F887 dispone de varios módulos de comunicación serie independientes; además, cada uno se puede configurar a funcionar en modos diferentes. El Uart es un sistema de comunicación serie entre varios que poseen los microcontroladores que posee el tablero. El Uart se puede conectar con el módulo bluetooth y de esa manera conectarse de forma inalámbrica, controlando el PIC de manera inalámbrica.

Este tipo de práctica puede ser utilizada para controlar un robot, carro a control remoto o sistema utilizando el teléfono inteligente.

El módulo bluetooth tiene un alcance máximo de diez metros en línea vista, en otras palabras, sin que ningún objeto se interponga entre el emisor (teléfono) y el receptor (módulo bluetooth conectado al PIC).

### **5.8.1. Objetivos**

- Utilizar el Uart para comunicarse con el microcontrolador.
- Controlar el microcontrolador de forma inalámbrica utilizando el módulo HC-05.

### **5.8.2. Problema**

El uso de controles inalámbricos hoy en día es muy importante ya que de esta manera se puede maniobrar, controlar, medir y muchas actividades más a distancia que protegen al usuario, facilitan las tareas y ahorran tiempo. Por lo que es necesario que los estudiantes aprendan a utilizar los módulos de comunicación inalámbrica.

### **5.8.3. Descripción de la solución**

A continuación, se muestra un código el cual muestra en una LCD textos que son enviados por una aplicación en el teléfono, estos textos se pueden leer en la LCD; también, se pueden utilizar las letras para entrar en un caso y realizar una función, ya sea encender un pin el cual active un motor entre otras aplicaciones.

Tabla XI. Código *bluetooth*

1	sbit LCD_RS at RA4_bit;
2	sbit LCD_EN at RA5_bit;
3	sbit LCD_D4 at RA0_bit;
4	sbit LCD_D5 at RA1_bit;
5	sbit LCD_D6 at RA2_bit;
6	sbit LCD_D7 at RA3_bit;
7	
8	sbit LCD_RS_Direction at TRISA4_bit;
9	sbit LCD_EN_Direction at TRISA5_bit;
10	sbit LCD_D4_Direction at TRISA0_bit;
11	sbit LCD_D5_Direction at TRISA1_bit;
12	sbit LCD_D6_Direction at TRISA2_bit;
13	sbit LCD_D7_Direction at TRISA3_bit;
14	
15	int fi=1, col=0, b; //VARIABLES PARA ORDENAR TEXTO i fila, ii columna
16	char registro, x; //Guarda la información recibida por UART
17	
18	void main() {
19	OSCCON=0x72;
20	Anselh=ansel=0;//por utilizar puerta se deben colocar digitales las entradas
21	trisa=0;
22	porta=0;
23	trisb=0;
24	portb=0;
25	
26	UART1_Init(9600);
27	Delay_ms(100);
28	Lcd_init();
29	Lcd_cmd(_LCD_CLEAR);
30	
31	while(1){
32	PORTB=255;
33	Delay_ms(100);
34	PORTB=0;
35	Delay_ms(100);
36	PORTB=255;
37	Delay_ms(100);
38	PORTB=0;
39	
40	if (UART1_Data_Ready()) { //Si esta listo para RX TX
41	col++;
42	registro = UART1_Read(); // Lee el dato recibido
43	b= UART1_Read(); // Guarda el dato leído en la variable b
44	UART1_Write(registro);

Continuación de la tabla XI.

45	Lcd_chr(fi,col,registro); //muestra el valor leído en la posición 1,0
46	
47	if(col==16){ //si la columna es la 16 coloca el cursor en la fila 2
48	fi=2; //y columna 0
49	col=0;
50	}
51	
52	if(fi==2 && col==15){ //si ya se llenó la pantalla
53	fi=1; //coloca en fila 1 y columna 0 y borra la pantalla para mostrar
54	col=0; //más
55	Lcd_cmd(_LCD_CLEAR);
56	}
57	
58	switch (UART1_Read ()){
59	
60	case 'a': {
61	PORTB.RB0=1;
62	delay_ms(750);
63	PORTB.RB0=0;
64	break;
65	}
66	
67	case 'b': {
68	PORTB.RB1=1;
69	delay_ms(750);
70	PORTB.RB1=0;
71	break;
72	}
73	
74	case 'c': {
75	PORTB=0;
76	break;
77	}
78	}
79	}
80	}
81	}

Fuente: elaboración propia.

El código se comenta en las líneas que el usuario agrego, de la línea 58 a la línea 78 el microcontrolador enciende un pin al momento que recibe el carácter entre comillas simples; este pin se puede conectar a un puente H o un

módulo L298N para controlar un motor sin dañar el PIC, el módulo L298N se encuentra en el tablero.

## **5.9. Práctica 8: medición de distancia (IoT)**

Los sensores hoy en día son muy útiles ya que es muy importante medir diferentes magnitudes, por medio de la electrónica los procesos se pueden facilitar, ahorrando dinero y optimizando el tiempo.

Gracias a los avances tecnológicos es posible a través de Internet revisar, modificar y controlar dispositivos electrónicos que se encuentran a distancias muy grandes; por ejemplo, medir la distancia entre dos objetos en Petén y ver este dato en la ciudad de Guatemala a través de Internet.

### **5.9.1. Objetivos**

- Realizar la medición de distancia con el módulo HC-SR04
- Conectar el microcontrolador a una red de Wifi
- Enviar datos medidos por el módulo a través de Internet

### **5.9.2. Problema**

Se presenta una situación hipotética en la que se tiene un tanque de agua instalado en una ubicación en el departamento de Petén; los administradores necesitan conocer el nivel de agua y las oficinas de monitoreo se encuentra en la capital guatemalteca, por lo que se necesita estar monitoreando los niveles constantemente.

### 5.9.3. Descripción de la solución

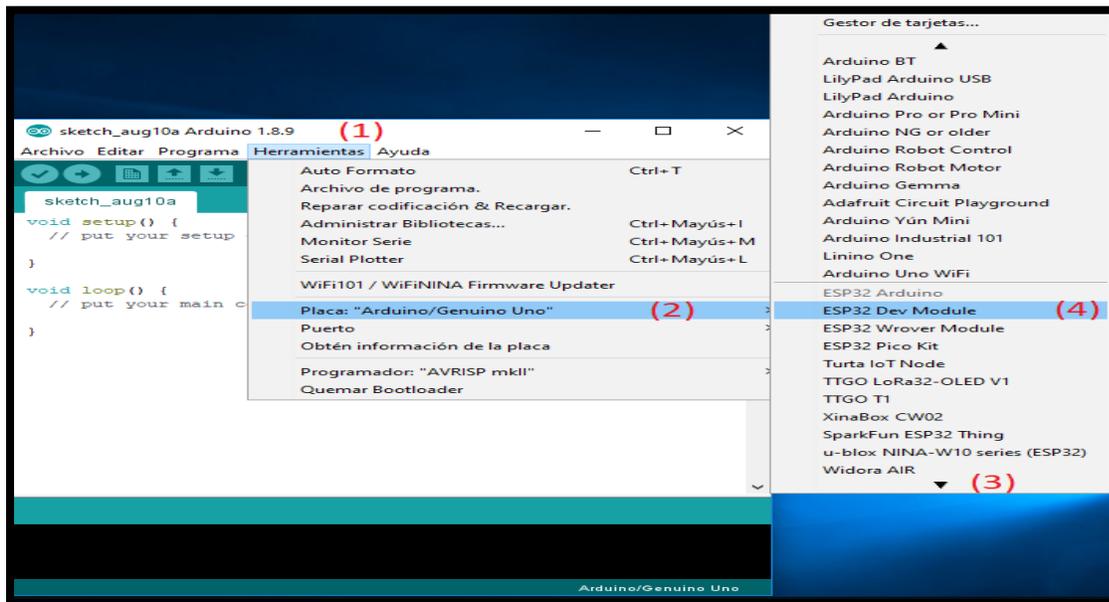
Utilizando el sensor ultrasónico que se ubica en el tablero y el microcontrolador ESP32, se puede implementar una solución al problema.

Realizar los siguientes pasos para lograr solucionar el problema.

- Descargue el Ide de Arduino, de la página oficial; seleccionar la opción 'just download' en caso de que no desee hacer una donación, utilizar el siguiente enlace:
  - <https://www.arduino.cc/en/Main/Donate>
- Instalar el Ide, doble clic al instalador y clic en siguiente hasta que finalice.
- La primera vez que se abra el programa de Arduino se le pregunta si desea permitir el bloqueo de algunas características; seleccione “Permitir acceso”.
- Descargar la carpeta con nombre Arduino del siguiente enlace y copiarla en la carpeta de documentos, donde se encuentra la carpeta de Arduino por defecto (borrar la carpeta Arduino nueva que instaló el programa y copiar la carpeta que se descargó del enlace).
  - <https://drive.google.com/drive/folders/1FdoM13nbsyGUDcAtigZNFfGPhRBPMXwp?usp=sharing>

- Abrir el Ide de Arduino y seleccionar herramientas; luego, placa; luego, en la lista desplegar las opciones de abajo; por último, seleccionar ESP32 Dev Module, ver figura 101.

Figura 101. Selección de tarjeta



Fuente: elaboración propia, empleando Ide Arduino.

- Borrar el código que trae por defecto el Ide y pegar el código de la tabla XII.

Tabla XII. Código medidor distancia wifi

1	#define BLYNK_PRINT Serial
2	#define trigPin 13
3	#define echoPin 12
4	#define Led 2
5	#include <WiFi.h> //biblioteca wifi
6	#include <WiFiClient.h> //Cliente wifi
7	#include <BlynkSimpleEsp32.h> //biblioteca enlace
8	// Se coloca el token que genera la aplicación en línea
9	char auth[] = "f6aa7c95c26b4812890523b95deee741";
10	
11	// tus credenciales de la señal de wifi.
12	// para redes sin contraseña colocar " " .
13	char ssid[] = "Tu nombre wifi";
14	char pass[] = "Tu contraseña";
15	// Esta función llamara la barra con la info en la app
16	// en la app escribira la información
17	BLYNK_WRITE(V1)
18	{
19	double pinValue = param.asDouble();
20	Serial.print("V1 Slider value is: ");
21	Serial.println(pinValue);
22	}
23	void setup()
24	{
25	// Conectar con la consola a 9600bps
26	Serial.begin(9600);
27	Blynk.begin(auth, ssid, pass);
28	Serial.println("Listo"); // Muestra texto Listo
29	pinMode(trigPin, OUTPUT); //como salida
30	pinMode(echoPin, INPUT); //como entrada
31	pinMode(Led, OUTPUT);
32	}
33	void loop()
34	{
35	long duracion, distancia ;
36	digitalWrite(trigPin, LOW); // Nos aseguramos de que el trigger está desactivado
37	delayMicroseconds(2); // Para asegurarnos de que el trigger esta LOW
38	digitalWrite(trigPin, HIGH); // Activamos el pulso de salida
39	delayMicroseconds(10); // Esperamos 10µs. El pulso sigue active este tiempo
40	digitalWrite(trigPin, LOW); // Cortamos el pulso y a esperar el echo
41	duracion = pulseIn(echoPin, HIGH) ;

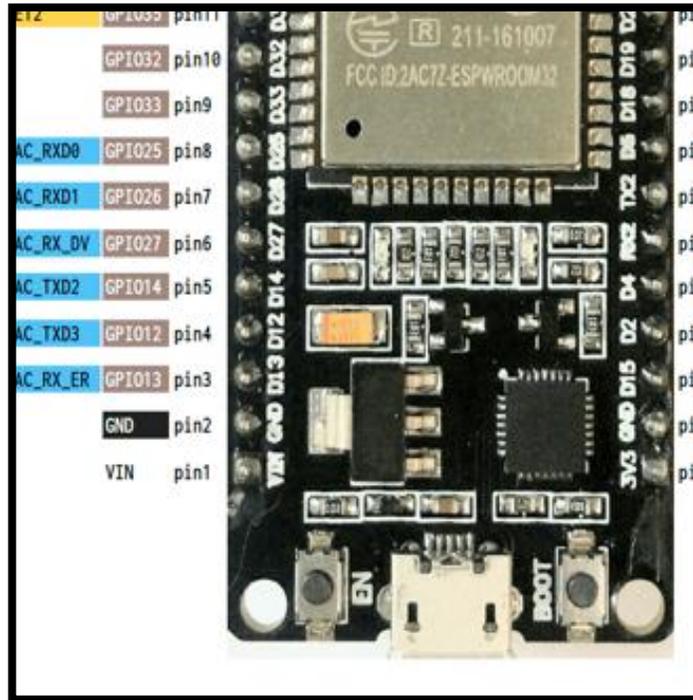
Continuación de la tabla XII.

42	distancia = duracion / 2 / 29.1 ;
43	Blynk.virtualWrite(V1,distancia); //escribe el dato de distancia en la app
44	delay(200);
45	if(distancia<=25 && distancia>=10){
46	digitalWrite(Led, HIGH); // enciende el led
47	delay(300);
48	digitalWrite(Led, LOW);
49	delay(300);
50	digitalWrite(Led, HIGH); // enciende el led
51	delay(1000);
52	digitalWrite(Led, LOW);
53	}
54	Blynk.run();
55	}

Fuente: elaboración propia.

- Al copiar el código, editar las líneas 13 y 14 en las cuales dentro de las comillas dobles se coloca el nombre de la red wifi y la contraseña; en caso de que no tenga contraseña, se debe colocar un espacio en blanco; luego, subir el código al microcontrolador.
- Para armar el circuito, utilizar cables hembra-hembra para conectar al microcontrolador ESP 32 el sensor ultrasónico; en la figura 102 se muestran los pines GPIO 12 y 13, el pin 12 se conecta al pin echo y el pin 13 al pin trig del sensor ultrasónico, como se indica en las líneas 2 y 3 del código de la tabla XII.

Figura 102. Pines ESP 32



Fuente: Introduction to Arduino Nano. *Pines ESP 32*.

<https://i1.wp.com/microcontrollerslab.com/wp-content/uploads/2019/02/ESP32-pinout-mapping.png?ssl=1>. Consulta: 10 de agosto de 2019.

- Instalar la aplicación Blynk en un teléfono inteligente utilizando el siguiente enlace:
  - [https://play.google.com/store/apps/details?id=cc.blynk&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=cc.blynk&hl=en_US)
- Con la aplicación escanear el código QR de la figura 103, el cual muestra la distancia que mide el circuito.

Figura 103. **Código QR**



Fuente: generado con la app Blynk para Android.

De esta manera se pueden monitorear los niveles de agua de un sensor ubicado en una localidad remota a través de internet.

## CONCLUSIONES

1. Se logró diseñar un tablero con varios de los componentes que se utilizan en los cursos básicos de electrónica en el nivel diversificado.
2. Con la construcción y utilización del tablero se beneficia a las familias de los estudiantes, ya que no incurren en gastos extras.
3. Los profesores pueden diseñar prácticas y ejercicios basados en el tablero sin preocuparse de los gastos que implica el desarrollo de las prácticas ya que los componentes se encuentran en el tablero.



## RECOMENDACIONES

1. Cubrir el tablero con una funda de tela o plástico para protegerlo del polvo y la humedad.
2. No colocar objetos sobre el tablero para evitar daños en la estructura.
3. Pagar para que construyan las placas a empresas en China, ya que la calidad es superior.
4. Armar cables dupont hembra-hembra de longitudes de diez, treinta y cuarenta centímetros, mínimo ocho cables de cada longitud.



## BIBLIOGRAFÍA

1. BOYLESTAD, Robert. L. *Introducción al análisis de circuitos*. 10a ed. México: Pearson Educación, 2004. 1248 p.
2. BOYLESTAD, Robert. L.; NASHELSKY, Louis. *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. 10a ed. México: Pearson Educación, 2009. 912 p.
3. MikroElektronika. *Microcontroladores PIC*. [en línea]. <<https://www.mikroe.com/ebooks/microcontroladores-pic-programacion-en-basic/introduction>>. [Consulta: 15 de agosto de 2019].

