



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO**

**“ANÁLISIS Y OBTENCIÓN DE CURVAS  
CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS Y CIRCUITOS  
ELECTRÓNICOS UTILIZANDO EL SOFTWARE LabVIEW  
Y EL VIS POR MEDIO DE TARJETAS MyDAQ”**

**LEMA JIMÉNES JOHNNY MARCELO**

**VALDIVIEZO VALDIVIESO RODRIGO EDUARDO**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2013**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2012-06-25

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**LEMA JIMÉNES JOHNNY MARCELO**

---

Titulada:

**“ANÁLISIS Y OBTENCIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS DE  
ELEMENTOS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS UTILIZANDO EL  
SOFTWARE LabVIEW Y EL VIS POR MEDIO DE TARJETAS MyDAQ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

Ing. Geovanny Novillo A.  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Pablo Montalvo.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Marco Santillán.  
ASESOR DE TESIS

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2012-06-25

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**VALDIVIEZO VALDIVIESO RODRIGO EDUARDO**

---

Titulada:

**“ANÁLISIS Y OBTENCIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS DE  
ELEMENTOS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS UTILIZANDO EL  
SOFTWARE LabVIEW Y EL VIS POR MEDIO DE TARJETAS MvDAQ”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO DE MANTENIMIENTO**

---

Ing. Geovanny Novillo A.  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Pablo Montalvo.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Marco Santillán.  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** LEMA JIMÉNES JOHNNY MARCELO

---

**TÍTULO DE LA TESIS:** “ANÁLISIS Y OBTENCIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS UTILIZANDO EL SOFTWARE LabVIEW Y EL VIS POR MEDIO DE TARJETAS MyDAQ.”

**Fecha de Examinación:** 2013-07-11

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Hernán Samaniego (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Pablo Montalvo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Marco Santillán (ASESOR)			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido

\_\_\_\_\_  
f) Presidente del Tribunal

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** VALDIVIEZO VALDIVIESO RODRIGO EDUARDO  
EDUARDO

---

**TÍTULO DE LA TESIS:** “ANÁLISIS Y OBTENCIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS UTILIZANDO EL SOFTWARE LabVIEW Y EL VIS POR MEDIO DE TARJETAS MyDAQ.”

**Fecha de Examinación:** 2013-07-11

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Hernán Samaniego (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Pablo Montalvo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Marco Santillán (ASESOR)			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido

\_\_\_\_\_  
f) Presidente del Tribunal

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. PABLO MONTALVO, Ing. MARCO SANTILLÁN, en su orden Director y Asesor del Tribunal de Tesis de Grado desarrollado por los señores Egresados:

**LEMA JIMÉNES JOHNNY MARCELO**

**VALDIVIEZO VALDIVIESO RODRIGO EDUARDO**

### **CERTIFICAN:**

Que luego de revisada la Tesis de Grado en su totalidad, se encuentra que cumple con las exigencias académicas de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, carrera INGENIERÍA, por tanto autorizamos su presentación y defensa.

---

Ing. Pablo Montalvo

**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. Marco Santillán

**ASESOR DE TESIS**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

f) Johnny Marcelo Lema Jiménez

---

f) Rodrigo Eduardo Valdiviezo Valdivieso

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de tesis de grado está dedicado primeramente a DIOS por darme la vida, a mis queridos PADRES Marcelo Lema y Norma Jiménez, quienes con su apoyo y perseverancia han sabido sacarnos siempre adelante, a mis hermanos Jessica, Lesly, Bryan, a mi familia y a amigos a todos gracias por darme fuerza para salir adelante y lograr alcanzar los objetivos trazados en mi vida.

**Johnny Marcelo Lema Jiménez**

A Dios por darme salud y la suficiente capacidad de afrontar todos las dificultades puestas en mi camino para la culminación de esta tesis. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento por darme la oportunidad de culminar mi carrera.

A mi madre, que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mi padre, Papá, gracias por tu apoyo, la orientación que me has dado, por iluminar mi camino y darme la pauta para poder realizarme en mis estudios y mi vida. A mis hermanas Mayra, Erika y Tatiana que han sido mi motivación en mi vida. A mis familiares por los consejos, los cuales me ayudan a cumplir mis objetivos.

**Rodrigo Eduardo Valdiviezo Valdivieso**



## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre Norma Jiménez por su constante cariño, confianza y apoyo, a la cual quiero dedicar esta tesis ya que es la única persona en el mundo que me ha sabido inculcar valores y responsabilidades que se debe tener uno en la vida, ella es el pilar fundamental para que yo llegue a ser un profesional.

**Johnny Marcelo Lema Jiménez**

Dedico este trabajo a mi Madre María, quién con su comprensión, paciencia y cariño me ha enseñado a salir adelante a pesar de la adversidad, a mi Padre Rodrigo por ser mi referente de vida, a mis hermanas Mayra, Erika y Tatiana por apoyarme siempre y confiar en mí durante toda mi carrera.

**Rodrigo Eduardo Valdiviezo Valdivieso**

## CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	2
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
2.1 Semiconductores.....	3
2.1.1 <i>Semiconductores intrínsecos</i> .....	4
2.1.2 <i>Semiconductores extrínsecos</i> .....	5
2.1.3 <i>Semiconductores P y N</i> .....	5
2.2 Curvas características de elementos electrónicos.....	7
2.2.1 <i>Diodo semiconductor</i> .....	7
2.2.2 <i>Diodo emisor de luz (Led)</i> .....	9
2.2.2.1 <i>Curva característica del led</i> .....	9
2.2.3 <i>SCR (Rectificador Controlado de Silicio)</i> .....	10
2.2.3.1 <i>Característica tensión-corriente</i> .....	11
2.2.4 <i>Triac (Triode of Alternative Current)</i> .....	12
2.2.5 <i>Diac (Diode Alternative Current)</i> .....	14
2.2.6 <i>Diodo Zener</i> .....	16
2.2.6.1 <i>Curva característica del diodo Zener</i> .....	17
2.2.7 <i>Transistor bipolar (BJT)</i> .....	18
2.2.7.1 <i>Estructura física del transistor</i> .....	19
2.2.7.2 <i>Características estáticas</i> .....	19
2.2.7.3 <i>Configuraciones del transistor</i> .....	21
2.2.7.4 <i>Curvas características del transistor</i> .....	22
2.3 Curvas características de circuitos electrónicos.....	24
2.3.1 <i>Circuitos rectificadores</i> .....	24
2.3.1.1 <i>Curvas del circuito rectificador de media onda</i> .....	24
2.3.1.2 <i>Curvas del circuito rectificador de onda completa</i> .....	25
2.3.1.3 <i>Curvas del circuito de filtrado</i> .....	26
2.3.1.4 <i>Circuito de regulación</i> .....	27
2.4 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench).....	28
2.4.1 <i>Características de LabVIEW</i> .....	28
2.4.2 <i>Requerimientos de LabVIEW</i> .....	29
2.5 Tarjeta de adquisición de datos NI myDAQ.....	29
2.5.1 <i>Entradas y elementos de la NI myDAQ</i> .....	30

2.5.1.1	<i>Entradas analógicas (AI)</i> .....	30
2.5.1.2	<i>La salida analógica (AO)</i> .....	31
2.5.1.3	<i>Entrada / salida digital (DIO)</i> .....	31
2.5.1.4	<i>Fuentes de alimentación</i> .....	31
2.6	NI ELVIS.....	31
2.6.1	<i>Multímetro digital (DMM el multímetro digital NI ELVISmx (DMM))</i> .....	33
2.6.2	<i>Osciloscopio</i> .....	34
2.6.3	<i>Generador de funciones (FGEN)</i> .....	34
<b>3.</b>	<b>DISEÑO Y MONTAJE DEL MÓDULO DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELECTRÓNICOS</b>	<b>35</b>
3.1	Requerimientos para el diseño.....	35
3.1.1	<i>LabVIEW como entorno básico de Instrumentación Virtual</i> .....	35
3.1.2	<i>Instalación del Software Requerido</i> .....	36
3.1.3	<i>Sistemas de Adquisición de Datos</i> .....	37
3.1.3.1	<i>Tarjeta de Adquisición de Datos</i> .....	37
3.1.4	<i>Multisim</i> .....	38
3.1.5	<i>Circuit Wizard</i> .....	38
3.2	Creación de instrumentos virtuales.....	39
3.2.1	<i>Interfaces desarrolladas en LabVIEW</i> .....	40
3.2.1.1	<i>Panel frontal de la pantalla principal</i> .....	40
3.2.1.2	<i>Pantalla del proceso</i> .....	41
3.2.2	<i>Circuito del diodo rectificador</i> .....	41
3.2.2.1	<i>Panel frontal del circuito del diodo rectificador</i> .....	41
3.2.2.2	<i>Funcionamiento del circuito del diodo</i> .....	42
3.2.3	<i>Circuito del led</i> .....	45
3.2.3.1	<i>Panel frontal del circuito del led</i> .....	45
3.2.3.2	<i>Funcionamiento del circuito del led</i> .....	46
3.2.4	<i>Circuito del diodo Zener</i> .....	47
3.2.4.1	<i>Panel frontal del circuito del diodo Zener</i> .....	47
3.2.4.2	<i>Funcionamiento del circuito del diodo Zener</i> .....	48
3.2.5	<i>Circuito del Diac</i> .....	50
3.2.5.1	<i>Panel frontal del circuito del Diac</i> .....	50
3.2.5.2	<i>Funcionamiento del circuito del Diac</i> .....	51
3.2.6	<i>Circuito del Triac</i> .....	53
3.2.6.1	<i>Panel frontal del circuito del Triac</i> .....	53
3.2.6.2	<i>Funcionamiento del circuito del Triac</i> .....	54
3.2.7	<i>Circuito del SCR</i> .....	56
3.2.7.1	<i>Panel frontal del circuito del SCR</i> .....	56
3.2.7.2	<i>Funcionamiento del circuito del SCR</i> .....	57
3.2.8	<i>Circuito curvas de entrada del transistor NPN</i> .....	59
3.2.8.1	<i>Panel frontal del circuito transistor NPN</i> .....	59
3.2.8.2	<i>Funcionamiento del circuito de entrada del transistor NPN</i> .....	60

3.2.9	<i>Circuito curvas de salida del transistor NPN</i> .....	62
3.2.9.1	<i>Panel frontal del circuito transistor NPN</i> .....	62
3.2.9.2	<i>Funcionamiento del circuito de salida del transistor NPN</i> .....	63
3.2.10	<i>Circuito curvas de entrada del transistor PNP</i> .....	65
3.2.10.1	<i>Panel frontal del circuito transistor PNP</i> .....	65
3.2.10.2	<i>Funcionamiento del circuito de entrada del transistor PNP</i> .....	66
3.2.11	<i>Circuito curvas de salida del transistor PNP</i> .....	68
3.2.11.1	<i>Panel frontal del circuito transistor PNP</i> .....	68
3.2.11.2	<i>Funcionamiento del circuito de salida del transistor PNP</i> .....	69
3.2.12	<i>Circuito rectificador de media onda</i> .....	71
3.2.12.1	<i>Panel frontal del rectificador de media onda</i> .....	71
3.2.12.2	<i>Funcionamiento del circuito rectificador de media onda</i> .....	72
3.2.13	<i>Circuito rectificador de onda completa tipo puente</i> .....	74
3.2.13.1	<i>Panel frontal del rectificador de onda completa tipo puente</i> .....	74
3.2.13.2	<i>Funcionamiento del circuito rectificador de onda completa tipo puente</i> .....	75
3.2.14	<i>Circuito filtro</i> .....	77
3.2.14.1	<i>Panel frontal del circuito filtro</i> .....	77
3.2.14.2	<i>Funcionamiento del circuito filtro</i> .....	78
3.2.15	<i>Circuito estabilizador</i> .....	80
3.2.15.1	<i>Panel frontal del circuito estabilizador</i> .....	80
3.2.15.2	<i>Funcionamiento del circuito estabilizador</i> .....	81
3.3	<b>Comunicación industrial</b> .....	83
3.3.1	<i>USB (Universal Serial Bus)</i> .....	83
3.4	<b>Pasos para la elaboración del módulo</b> .....	84
3.4.1	<i>Elaboración y preparación de circuitos impresos</i> .....	84
3.4.1.1	<i>Diseño del circuito impreso por el software</i> .....	85
3.4.1.2	<i>Impresión de las pistas y el screen de los elementos</i> .....	85
3.4.1.3	<i>Preparación de la baquelita</i> .....	86
3.4.1.4	<i>Transferencia térmica del papel</i> .....	86
3.4.1.5	<i>Retiro del papel termotransferible</i> .....	87
3.4.1.6	<i>Proceso de atacado al cobre</i> .....	87
3.4.1.7	<i>Perforación de la baquelita</i> .....	88
3.4.1.8	<i>Montaje de elementos en la baquelita</i> .....	88
3.4.2	<i>Creación del módulo de las tarjetas NI myDAQ</i> .....	89
3.4.3	<i>Creación del módulo electrónico EM-002</i> .....	93
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS Y OBTENCIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS</b>	<b>98</b>
4.1	<b>Mediciones de elementos y circuitos</b> .....	98
4.1.2	<i>Datos medidos</i> .....	99
4.1.2.1	<i>Circuito diodo rectificador</i> .....	99
4.1.2.2	<i>Circuito led</i> .....	99

4.1.2.3	<i>Circuito diodo Zener</i> .....	100
4.1.2.4	<i>Circuito Diac</i> .....	101
4.1.2.5	<i>Circuito Triac</i> .....	102
4.1.2.6	<i>Circuito SCR</i> .....	103
4.1.2.7	<i>Circuito de entrada transistor NPN</i> .....	105
4.1.2.8	<i>Circuito salida transistor NPN</i> .....	106
4.1.2.9	<i>Circuito de entrada transistor PNP</i> .....	107
4.1.2.10	<i>Circuito salida transistor PNP</i> .....	108
4.1.2.11	<i>Circuito rectificador de media onda</i> .....	110
4.1.2.12	<i>Circuito rectificador de onda completa tipo puente</i> .....	110
4.1.2.13	<i>Circuito filtro</i> .....	111
4.1.2.14	<i>Circuito Estabilizador</i> .....	112
4.2	Identificaciones y comparación de curvas de curva.....	112
4.2.1	<i>Curva característica diodo rectificador</i> .....	112
4.2.2	<i>Curva característica led</i> .....	113
4.2.3	<i>Curva característica diodo Zener</i> .....	114
4.2.4	<i>Curva característica Diac</i> .....	114
4.2.5	<i>Curva característica Triac</i> .....	115
4.2.6	<i>Curva característica SCR</i> .....	116
4.2.7	<i>Curva característica de entrada del transistor NPN</i> .....	116
4.2.8	<i>Curva característica de salida del transistor NPN</i> .....	117
4.2.9	<i>Curva característica de entrada del transistor PNP</i> .....	118
4.2.10	<i>Curva característica de salida del transistor PNP</i> .....	118
4.2.11	<i>Curva característica rectificador de media onda</i> .....	119
4.2.12	<i>Curva característica rectificador de onda completa tipo puente</i> ...	120
4.2.13	<i>Curva característica filtrada</i> .....	120
4.2.14	<i>Curva característica Estabilizadora</i> .....	120
4.3	Determinación de resultados.....	121
4.4	Evaluación de resultados.....	121
<b>5.</b>	<b>GUÍAS DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO</b>	<b>122</b>
5.1	Práctica 1.Circuito diodo Rectificador.....	122
5.2	Práctica 2.Circuito led.....	127
5.3	Práctica 3.Circuito Zener.....	130
5.4	Práctica 4.Circuito del DIAC.....	134
5.5	Práctica 5.Circuito del TRIAC.....	138
5.6	Práctica 6.Circuito del SCR.....	142
5.7	Práctica 7.Circuito de entrada transistor NPN.....	146
5.8	Práctica 8.Circuito de salida transistor NPN.....	150
5.9	Práctica 9.Circuito de entrada transistor PNP.....	154
5.10	Práctica 10.Circuito de salida transistor PNP.....	158
5.11	Práctica 11.Circuito rectificador de media onda.....	162
5.12	Práctica 12.Circuito rectificador de onda completa tipo puente.....	165
5.13	Práctica 13.Circuito filtro.....	168

5.14	Práctica 14.Circuito estabilizador.....	171
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.2	Conclusiones.....	179
6.3	Recomendaciones.....	179

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**BIBLIOGRAFÍA**

**LINKOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Datos diodo rectificador simulado e implementado.....	99
2	Datos led simulado e implementado.....	100
3	Datos diodo Zener simulado e implementado.....	100
4	Datos Diac simulado e implementado.....	101
5	Datos Triac simulado.....	102
6	Datos Triac implementado.....	103
7	Datos SCR simulado.....	104
8	Datos SCR implemetado.....	104
9	Datos entrada transistor NPN simulado.....	105
10	Datos entrada transistor NPN implementado.....	105
11	Datos salida transistor NPN simulado.....	106
12	Datos salida transistor NPN implementado.....	107
13	Datos entrada transistor PNP simulado.....	108
14	Datos entrada transistor PNP implementado.....	108
15	Datos salida transistor NPN simulado.....	109
16	Datos salida transistor PNP implementado.....	110
17	Datos rectificador de media onda simulado e implementado.....	110
18	Datos rectificador onda completa tipo puente simulado e	
19	implementado.....	111
20	Datos circuito filtro.....	112
21	Datos circuito estabilizador simulado e implementado.....	112
22	Equipos y materiales práctica 1.....	123
23	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 1.....	125
24	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 1.....	126
25	Equipos y materiales práctica 2.....	128
26	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 2.....	129
27	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 2.....	129
28	Equipos y materiales práctica 3.....	131
29	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 3.....	132
30	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 3.....	133
31	Equipos y materiales práctica 4.....	135
32	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 4.....	136
33	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 4.....	137
34	Equipos y materiales práctica 5.....	139
35	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 5.....	140
36	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 5.....	141
37	Equipos y materiales práctica 6.....	143
38	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 6.....	144
39	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 6.....	145
40	Equipos y materiales práctica 7.....	147

41	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 7.....	148
42	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 7.....	149
43	Equipos y materiales práctica 8.....	151
44	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 8.....	152
45	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 8.....	153
46	Equipos y materiales práctica 9.....	155
47	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 9.....	156
48	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 9.....	157
49	Equipos y materiales práctica 10.....	159
50	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 10.....	160
51	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 10.....	161
52	Equipos y materiales práctica 11.....	163
53	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 11.....	164
54	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 11.....	164
55	Equipos y materiales práctica 12.....	166
56	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 12.....	167
57	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 12.....	167
58	Equipos y materiales práctica 13.....	169
59	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 13.....	170
60	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 13.....	170
61	Equipos y materiales práctica 14.....	172
62	Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 14.....	173
63	Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 14.....	173



## LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Distribución electrónica del silicio.....	4
2	Semiconductor tipo N.....	6
3	Semiconductor tipo P.....	6
4	Constitución física, simbología y modelo práctico de un diodo...	7
5	Curva característica del diodo.....	8
6	Símbolo led.....	9
7	Curva característica de un led.....	10
8	Símbolo y Estructura del SCR.....	10
9	Característica principal de los SCRs.....	11
10	Característica I-V de un SCR en función de la corriente de puerta	12
11	Esquema equivalente de un TRIAC.....	13
12	Símbolo y estructura interna de un TRIAC.....	13
13	Características I-V del TRIAC.....	14
14	Símbolo y estructura del Diac.....	15
15	Curva característica del Diac.....	16
16	Símbolo y estructura del diodo Zener.....	17
17	Símbolo y curva característica de un diodo Zener.....	18
18	Símbolos de los transistores bipolares NPN y PNP.....	19
19	Estructura de un transistor bipolar.....	19
20	Características V-I de los transistores bipolares.....	20
21	Características de transferencia en un transistor bipolar.....	21
22	Configuraciones básicas de empleo de un transistor.....	22
23	Características típicas de transistores.....	23
24	Familia de curvas de corriente de colector.....	23
25	Circuito rectificador de media onda.....	24
26	Forma de onda de un rectificador de media onda.....	24
27	Rectificador de onda completa con un transformador con tap central.....	25
28	Rectificador de onda completa con un transformador sin tap central.....	25
29	Forma de onda de un rectificador de onda completa.....	25
30	Circuito de filtrado.....	26
31	Curva del voltaje capacitor.....	26
32	Circuito de filtrado con carga.....	27
33	Regulador.....	27
34	Tarjeta NI myDAQ.....	29
35	Composición interna de La NI myDAQ.....	30
36	Instrumentos de inicio NI ELVISmx.....	31
37	Digital multimeter.....	32

38	Osciloscopio NI ELVISmx.....	33
39	Generador de Funciones NI ELVISmx.....	34
40	Instale LabVIEW.....	36
41	Instale el módulo LabVIEW control design and simulation.....	36
42	Instale Multisim 12.0 o posterior.....	37
43	Software Multisim.....	38
44	Vista superior de los elementos sobre la baquelita.....	39
45	Vista de las pistas del circuito.....	39
46	Pantalla principal de la interfaz que es la de presentación al usuario.....	40
47	Pantalla principal de los elementos y circuitos que analiza.....	40
48	Muestra el diseño en bloques de la cara principal.....	41
49	Panel frontal del análisis del diodo rectificador.....	42
50	Diagrama de bloques de circuito simulado del diodo rectificador..	43
51	Diagrama de bloques de circuito implementado del diodo rectificador.....	44
52	Diagrama de bloques del barrido automático diodo rectificador...	44
53	Panel frontal del análisis del led.....	45
54	Diagrama de bloques circuito simulado del ed.....	46
55	Diagrama de bloques de circuito implementado del led.....	47
56	Panel frontal del análisis del diodo Zener.....	48
57	Diagrama de bloques del circuito de simulación del diodo Zener..	49
58	Diagrama de bloques del circuito de implementado del diodo Zener.....	50
59	Panel frontal del análisis del Diac.....	51
60	Diagrama de bloques de circuito simulado del Diac.....	52
61	Diagrama de bloques de circuito implementado del Diac.....	53
62	Panel frontal del análisis del Triac.....	53
63	Diagrama de bloques de circuito simulado del Triac.....	54
64	Diagrama de bloques de circuito implementado del Triac.....	55
65	Panel frontal del análisis del SCR.....	56
66	Diagrama de bloques del circuito simulado SCR.....	57
67	Diagrama de bloques de circuito implementado del SCR.....	58
68	Panel frontal curvas de entrada circuito simulado del transistor NPN.....	59
69	Diagrama de bloques curvas de entrada circuito simulado del transistor NPN.....	61
70	Diagrama de bloques curvas de entrada del transistor NPN implementado.....	62
71	Panel frontal curvas de salida circuito simulado del transistor NPN.....	62
72	Diagrama de bloques curvas de salida circuito simulado del transistor NPN.....	64
73	Diagrama de bloques curvas de salida del transistor NPN	

	implementado.....	65
74	Panel frontal curvas de entrada circuito simulado del transistor PNP.....	66
75	Diagrama de bloques curvas de entrada circuito simulado del transistor PNP .....	67
76	Diagrama de bloques curvas de entrada de transistor PNP implementado.....	68
77	Panel frontal curvas de salida circuito del transistor PNP.....	69
78	Diagrama de bloques curvas de salida circuito simulado del transistor PNP.....	70
79	Diagrama de bloques curvas de salida del transistor PNP implementado.....	71
80	Panel frontal circuito rectificador de media onda.....	72
81	Diagrama de bloques simulado del circuito rectificador de media onda.....	73
82	Diagrama de bloques circuito rectificador de media onda implementado.....	73
83	Panel frontal circuito rectificador de media onda tipo puente.....	74
84	Diagrama de bloques circuito rectificador de onda completa tipo puente simulado.....	75
85	Diagrama de bloques circuito rectificador de onda completa tipo puente implementado.....	76
86	Panel frontal circuito filtro.....	77
87	Diagrama de bloques circuito filtro simulado.....	79
88	Diagrama de bloques circuito filtro implementado.....	79
89	Panel frontal circuito estabilizador.....	81
90	Diagrama de bloques circuito estabilizador simulado.....	81
91	Diagrama de bloques circuito estabilizador implementado.....	82
92	Conexión tarjeta NI myDAQ y PC a través del cable USB.....	83
93	Corte transversal del cable para USB.....	84
94	Diseño de los circuitos impresos en el software Circuit Wizard....	85
95	Impresión del circuito en papel termotransferible.....	85
96	Limpieza de impurezas o grasas en la baquelita.....	86
97	Planchado del diseño de circuito en la baquelita.....	86
98	Retiro de diseño del papel termotransferible a la baquelita.....	87
99	Preparación de la solución disolvente.....	87
100	Atacado del ácido al cobre.....	88
101	Realización de agujeros en la baquelita.....	88
102	Montaje de los elementos en la baquelita.....	89
103	Corte de cara superior e inferior del módulo EM-001.....	89
104	Corte de lados del módulo EM-001.....	90
105	Corte lado frontal y posterior del módulo EM-001.....	90
106	Diseño del adhesivo del módulo EM-001.....	91
107	Perforación de agujeros del módulo EM-001.....	91

108	Montaje de las tarjetas en el módulo EM-001.....	92
109	Cableado interno del módulo EM-001.....	92
110	Acabado del módulo EM-001.....	93
111	Corte de cara superior e inferior del módulo EM-002.....	93
112	Corte de lados del módulo EM-002.....	94
113	Corte lado frontal y posterior del módulo EM-002.....	94
114	Diseño del adhesivo del módulo EM-002.....	95
115	Perforación de agujeros del módulo EM-002.....	95
116	Montaje de los circuitos en el módulo EM-002.....	96
117	Cableado interno del módulo EM-002.....	96
118	Acabado del módulo EM-002.....	97
119	Diagrama de posición de los instrumentos de medida.....	98
120	Curva diodo rectificador teórica, simulada e implementada.....	113
121	Curva led teórica, simulada e implementada.....	114
122	Curva diodo Zener teórica, simulada e implementada.....	114
123	Curva Diac teórica, simulada e implementada.....	115
124	Curva Triac teórica, simulada e implementada.....	115
125	Curva SCR teórica, simulada e implementada.....	116
126	Curva de entrada del transistor NPN teórica, simulada e implementada.....	117
127	Curva de salida del transistor NPN teórica, simulada e implementada.....	117
128	Curva de entrada del transistor PNP teórica, simulada e implementada.....	118
129	Curva de salida del transistor PNP teórica, simulada e implementada.....	118
130	Curva rectificador de media onda.....	119
131	Curva rectificador de onda completa tipo puente.....	119
132	Curva filtrada.....	120
133	Curva estabilizadora.....	120
134	Diagrama diodo rectificador.....	123
135	Gráfica diodo rectificador simulada.....	125
136	Gráfica diodo rectificador implementado.....	126
137	Diagrama led.....	127
138	Gráfica led simulada.....	128
139	Gráfica led implementado.....	129
140	Diagrama diodo Zener.....	130
141	Gráfica diodo Zener simulada.....	132
142	Gráfica diodo Zener implementado.....	133
143	Diagrama DIAC.....	134
144	Gráfica Diac simulada.....	136
145	Gráfica Diac implementado.....	137
146	Diagrama TRIAC.....	138
147	Gráfica Triac simulada .....	140

148	Gráfica Triac implementado.....	141
149	Diagrama SCR.....	142
150	Gráfica SCR simulada.....	144
151	Gráfica SCR implementado.....	145
152	Diagrama de entrada transistor NPN.....	146
153	Gráfica entrada transistor NPN.....	147
154	Gráfica circuito de entrada transistor NPN.....	148
155	Diagrama de salida transistor NPN.....	150
156	Gráfica salida transistor NPN simulado.....	152
157	Gráfica circuito salida transistor NPN implementado.....	153
158	Diagrama de entrada transistor PNP.....	154
159	Gráfica entrada transistor PNP.....	156
160	Gráfica circuito de entrada transistor PNP.....	157
161	Diagrama de salida transistor NPN.....	158
162	Gráfica salida transistor PNP simulado.....	160
163	Gráfica circuito salida transistor PNP implementado.....	161
164	Diagrama rectificador de media onda.....	162
165	Gráfica rectificador de media onda simulado.....	163
166	Gráfica rectificador de media onda implementado.....	164
167	Diagrama rectificador de onda completa.....	165
168	Gráfica rectificador de onda completa simulado.....	166
169	Gráfica rectificador de onda completa implementado.....	167
170	Diagrama filtro.....	168
171	Gráfica circuito filtro.....	169
172	Gráfica circuito filtro implementado.....	170
173	Diagrama estabilizador.....	171
174	Gráfica circuito estabilizador.....	172
175	Gráfica circuito estabilizador implementado.....	173

## LISTA DE ABREVIACIONES

LabVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench
NI	National Instruments
VI	Instrumento Virtual
VCD	Voltios corriente directa
VCA	Voltios corriente alterna
GND	Ground o Tierra
Vp	Voltaje pico
Vp-p	Voltaje pico a pico
RMS	Raíz cuadrada media

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Diagrama de conexión de las tarjetas NI myDAQ
- B** Hoja característica del diodo rectificador
- C** Hoja característica del SCR
- D** Hoja característica del Triac
- E** Hoja característica del Diac
- F** Hoja característica del Transistor NPN
- G** Hoja característica del Transistor PNP

## RESUMEN

El presente trabajo de tesis final es la implementación de instrumentos virtuales enfocados a la OBTENCIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS, apoyándonos de grandes herramientas modernas como lo es LabVIEW, MULTISIM Y EL VIS por medio de tarjetas de Adquisición de datos NI myDAQ.

Se presentan varias prácticas que están enfocados en sí, al análisis de cada elemento y circuito electrónico, esto comprende, mediciones de voltajes e intensidades, comparación de curvas teóricas, simuladas, reales y otros parámetros electrónicos.

En la creación de este proyecto se logró cumplir los objetivos planteados y se considera que la aplicación de estos instrumentos virtuales será de gran utilidad para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, ya que el objetivo de este trabajo es facilitar la enseñanza y la comprensión de los conceptos teóricos vistos en la cátedra de electrónica.

Se creó el módulo para las tarjetas NI myDAQ EM-001 así como también se diseñó y construyó el módulo Electrónico EM-002, con la finalidad de ayudar a comprender de manera correcta el funcionamiento de cada elemento con solo conectarlos siguiendo los lineamientos establecidos en las prácticas, se obtuvo las curvas propias de cada uno de los elementos, que luego fueron analizados y comparados con la parte teórica de cada uno de estos.



## **ABSTRACT**

The present final thesis work is the implementation of virtual tools focused to the OBTAINING OF CHARACTERISTIC CURVES OF ELEMENTS AND ELECTRONIC CIRCUITS, supported by great modern tools such as: LabVIEW, MULTISIM and ELVIS through Data Acquisition cards NI myDAQ.

Several practices are presented, which are focused on the analysis of each element and electronic circuit; it includes voltage and intensity measurements, theoretical, simulated and real curves comparison, and other electronic parameters.

In the creation of this project, the formulated objectives were accomplished and it is considered that the application of these virtual instruments will be very useful for the students of Maintenance Engineering School, since the objective of this work is to facilitate the teaching and comprehension of the theoretical concepts reviewed in Electronics subject.

The module for NI myDAQ EM-001 cards was created as well as it was designed and built the Electronic module EM-002, to help to understand in a correct way the functioning of each element just connecting them and following the guidelines established in the practices, the appropriate curves were obtained of each one of the elements, which later were analyzed and compared with the theoretical part of each one.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Los constantes avances tecnológicos son entes que se desarrolla con el tiempo y uno de sus objetivos es conocer el porqué de las cosas, su funcionamiento desde lo más básico y elemental para así poder desarrollar y diseñar proyectos que vayan en beneficio de solucionar problemas y satisfacer necesidades.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento cuenta en sus instalaciones con un laboratorio Automatización Industrial y Electrónica, que en los últimos años se ha equipado con modernos equipos de automatización afines a la actualidad tecnológica que vivimos, para que los estudiantes realicen sus prácticas acordes a la formación universitaria y su posterior vida profesional.

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento cuenta con osciloscopios de la marca LABVOLT que por el paso de los años se han deteriorado y descalibrado por lo cual el rango de error es más grande de lo que libros y catálogos nos permiten en las mediciones de curvas características de elementos y circuitos electrónicos lo cual lleva a confusiones de los estudiantes entre lo teórico y lo práctico.

### 1.2 Justificación

En la época actual la electrónica e instrumentos de medida juegan un papel muy importante en la industria y viendo la necesidad que estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento se familiaricen con nuevos instrumentos de medida por medio de software LabVIEW y tarjetas de adquisición de datos se desarrolla esta investigación.

El presente proyecto pretende desarrollar e implementar un analizador de curvas características de elementos y circuitos electrónicos por medio del conjunto del software LabVIEW, Elvis y la tarjeta myDAQ, de la marca de National Instruments que tiene un aporte muy importante en toda clase de industria, para que los estudiantes de la escuela

de Ingeniería de Mantenimiento puedan realizar sus prácticas con solo conectar su PC a la tarjeta myDAQ obteniendo valores con rango de errores muy bajos.

### **1.3      Objetivos**

**1.3.1**    *Objetivo general.* Analizar y obtener curvas características de elementos y circuitos electrónicos utilizando el software LabVIEW y El vis por medio de tarjetas myDAQ.

#### **1.3.2**    *Objetivos específicos*

Diseñar, ensamblar e instalar los módulos de los circuitos eléctricos y las tarjetas NI myDAQ.

Desarrollar los instrumentos virtuales en la plataforma LabVIEW.

Comparar los datos de las variables, obtenidos en la simulación con los implementados.

Implementar guías de laboratorio para la realización de prácticas.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Semiconductores. [1]

Un semiconductor es un componente que puede tener dos estados como un conductor de corriente, pero también como un aislante. En un conductor la corriente es debida al movimiento de las cargas negativas (electrones). En los semiconductores se producen corrientes producidas por el movimiento de electrones como de las cargas positivas (huecos). Los semiconductores son aquellos elementos pertenecientes al grupo IV de la Tabla Periódica (Silicio, Germanio).

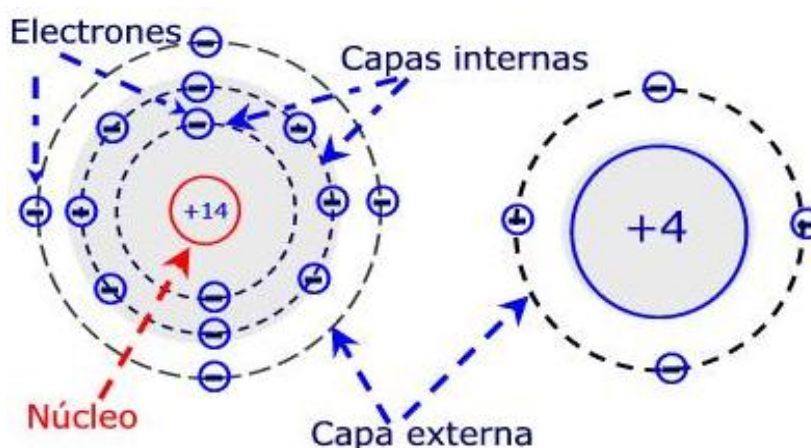
Los semiconductores más conocidos son el silicio (Si) y el germanio (Ge). El silicio es el elemento semiconductor más utilizado en la fabricación de los componentes electrónicos de estado sólido. A él nos referiremos normalmente, teniendo en cuenta que el proceso del germanio es absolutamente similar.

Como todos los demás, el átomo de silicio tiene tantas cargas positivas en el núcleo, como electrones en las órbitas que le rodean. (En el caso del silicio este número es de 14). El interés del semiconductor se centra en su capacidad de dar lugar a la aparición de una corriente, es decir, que haya un movimiento de electrones. Como es de todos conocidos, un electrón se siente más ligado al núcleo cuanto mayor sea su cercanía entre ambos. Por tanto los electrones que tienen menor fuerza de atracción por parte del núcleo y pueden ser liberados de la misma, son los electrones que se encuentran en las órbitas exteriores.

Estos electrones pueden, según lo dicho anteriormente, quedar libres al inyectarles una pequeña energía. En estos recaerá nuestra atención y es así que en vez de utilizar el modelo completo del átomo de silicio, utilizaremos la representación simplificada donde se resalta la zona de nuestro interés ver figura 1.

Como se puede apreciar en la figura, los electrones factibles de ser liberados de la fuerza de atracción del núcleo son cuatro.

Figura 1. Distribución electrónica del silicio



Fuente: [www.ifent.org/lecciones/semiconductor](http://www.ifent.org/lecciones/semiconductor)

**2.1.1** *Semiconductores intrínsecos.* En un cristal de Silicio o Germanio que forma una estructura tetraédrica similar a la del carbono mediante enlaces covalentes entre sus átomos, en la figura representados en el plano por simplicidad. Cuando el cristal se encuentra a temperatura ambiente algunos electrones pueden absorber la energía necesaria para saltar a la banda de conducción dejando el correspondiente hueco en la banda de valencia (1). Las energías requeridas, a temperatura ambiente, son de 1,12 eV y 0,67 eV para el silicio y el germanio respectivamente.

Obviamente el proceso inverso también se produce, de modo que los electrones pueden caer, desde el estado energético correspondiente a la banda de conducción, a un hueco en la banda de valencia liberando energía.

A este fenómeno de singadera extrema se le denomina recombinación. Sucede que, a una determinada temperatura, las velocidades de creación de pares e-h, y de recombinación se igualan, de modo que la concentración global de electrones y huecos permanece constante. Siendo "n" la concentración de electrones (cargas negativas) y "p" la concentración de huecos (cargas positivas), se cumple que:

Siendo  $n_i$  la *concentración intrínseca* del semiconductor, función exclusiva de la temperatura y del tipo de elemento. Los electrones y los huecos reciben el nombre de portadores, en los semiconductores, ambos tipos de portadores contribuyen al paso de la

corriente eléctrica. Si se somete el cristal a una diferencia de potencial se producen dos corrientes eléctricas. Por un lado la debida al movimiento de los electrones libres de la banda de conducción, y por otro, la debida al desplazamiento de los electrones en la banda de valencia, que tenderán a *saltar* a los huecos próximos (2), originando una corriente de huecos con 4 capas ideales y en la dirección contraria al campo eléctrico cuya velocidad y magnitud es muy inferior a la de la banda de conducción.

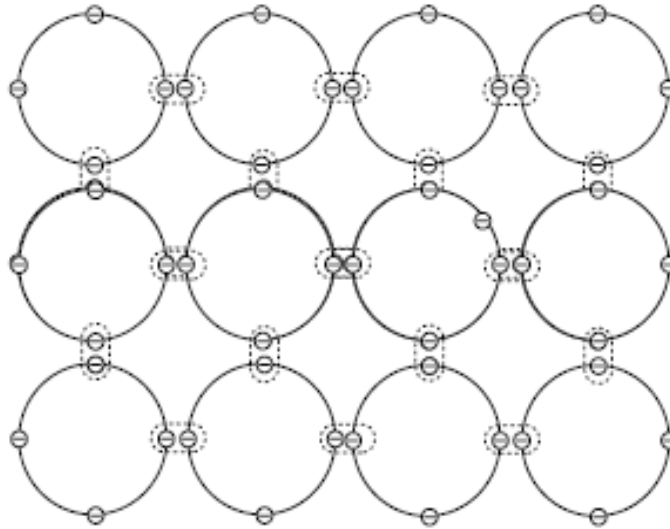
**2.1.2** *Semiconductores extrínsecos.* Si a un semiconductor intrínseco, como el anterior, se le añade un pequeño porcentaje de impurezas, es decir, elementos trivalentes o pentavalentes, el semiconductor se denomina extrínseco, y se dice que está dopado. Evidentemente, las impurezas deberán formar parte de la estructura cristalina sustituyendo al correspondiente átomo de silicio. Hoy en día se han logrado añadir impurezas de una parte por cada 10 millones, logrando con ello una modificación del material.

**2.1.3** *Semiconductores P y N.* En la práctica, para mejorar la conductividad eléctrica de los semiconductores, se utilizan impurezas añadidas voluntariamente. Esta operación se denomina dopado, utilizándose dos tipos:

- *Impurezas pentavalentes.* Son elementos cuyos átomos tienen cinco electrones de valencia en su orbital exterior. Entre ellos se encuentran el fósforo, el antimonio y el arsénico.
- *Impurezas trivalentes.* Son elementos cuyos átomos tienen tres electrones de valencia en su orbital exterior. Entre ellos se encuentran el boro, el galio y el indio.

Cuando un elemento con cinco electrones de valencia entra en la red cristalina del silicio, se completan los cuatro electrones de valencia que se precisan para llegar al equilibrio y queda libre un quinto electrón que le hace mucho mejor conductor. De un semiconductor dopado con impurezas pentavalentes se dice que es de tipo N. Un Semiconductor tipo P se obtiene llevando a cabo un proceso de dopado, añadiendo un cierto tipo de átomos al semiconductor para poder aumentar el número de portadores de carga libres (en este caso positivos o *huecos*).

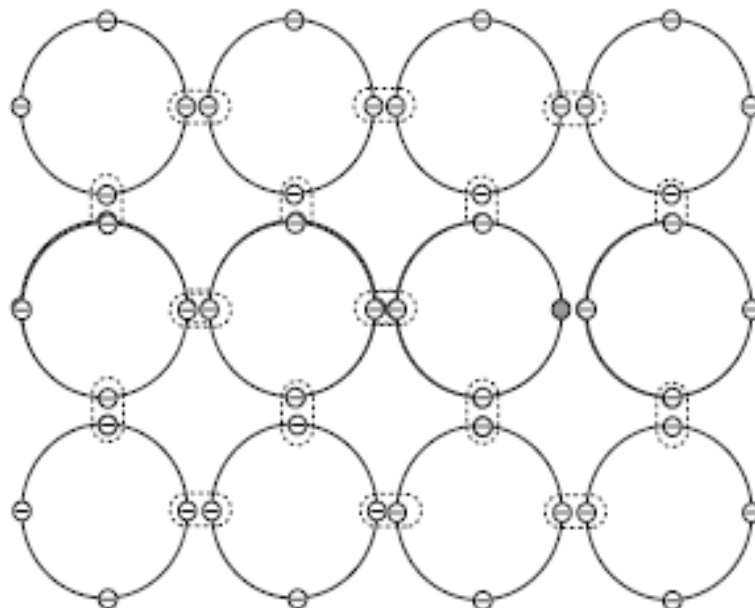
Figura 2. Semiconductor tipo N



Fuente: [www.ifent.org/lecciones/semiconductor](http://www.ifent.org/lecciones/semiconductor)

En cambio, si se introduce una impureza trivalente en la red cristalina del silicio, se forman tres enlaces covalentes con tres átomos de silicio vecinos, quedando un cuarto átomo de silicio con un electrón sin enlazar, provocando un hueco en la red cristalina. De un semiconductor dopado con impurezas trivalentes se dice que es de tipo P.

Figura 3. Semiconductor tipo P



Fuente: [www.ifent.org/lecciones/semiconductor](http://www.ifent.org/lecciones/semiconductor)

## 2.2 Curvas características de elementos electrónicos

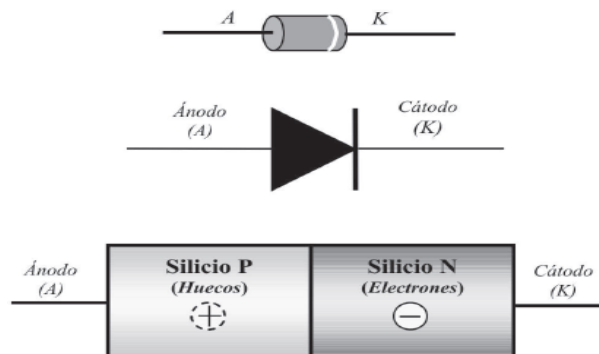
Las curvas características son propias de cada elemento, en éstas se puede observar como funcionan, sus características y otros parámetros que serán necesarios estudiarlos, en este capítulo se harán mención a todas las curvas de los elementos electrónicos para su identificación posterior en este proyecto.

**2.2.1 Diodo semiconductor.** [2] Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. Este término generalmente se usa para referirse al diodo semiconductor, el más común en la actualidad; consta de una pieza de cristal semiconductor conectada a dos terminales eléctricos.

Un diodo consiste en la "unión" de un semiconductor P y un semiconductor N (*diodo de unión PN*). Los semiconductores contienen cargas móviles positivas y negativas. Un semiconductor P es un semiconductor que tiene más cargas móviles positivas que negativas, mientras que el N tiene más cargas negativas que positivas. Cuando se aplica una tensión positiva al P respecto al N circula una corriente de valor elevado en el sentido de P a N, mientras que cuando la polaridad de la tensión se invierte, la corriente cambia de sentido y es casi nula. El semiconductor P constituye el ánodo del diodo y el N el cátodo (ver Anexo B).

En la figura 4 se representan la constitución física, la simbología y el modelo práctico de un diodo rectificador de silicio.

Figura 4. Constitución física, simbología y modelo práctico de un diodo

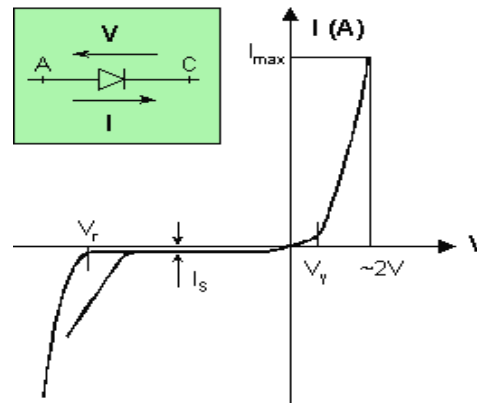


Fuente: [www.unicrom.com](http://www.unicrom.com)



Las curvas características en polarización directa e inversa dan lugar a una curva global representativa del comportamiento del diodo, que se muestra en la figura 5.

Figura 5. Curva característica del diodo



Fuente: [www.ifent.org](http://www.ifent.org)

- *Tensión umbral, de codo o de partida ( $V_\gamma$ )*. La tensión umbral (también llamada barrera de potencial) de polarización directa coincide en valor con la tensión de la zona de carga espacial del diodo no polarizado. Al polarizar directamente el diodo, la barrera de potencial inicial se va reduciendo, incrementando la corriente ligeramente, alrededor del 1% de la nominal. Sin embargo, cuando la tensión externa supera la tensión umbral, la barrera de potencial desaparece, de forma que para pequeños incrementos de tensión se producen grandes variaciones de la intensidad de corriente.
- *Corriente máxima ( $I_{max}$ )*. Es la intensidad de corriente máxima que puede conducir el diodo sin fundirse por el efecto Joule. Dado que es función de la cantidad de calor que puede disipar el diodo, depende sobre todo del diseño del mismo.
- *Corriente inversa de saturación ( $I_s$ )*. Es la pequeña corriente que se establece al polarizar inversamente el diodo por la formación de pares electrón-hueco debido a la temperatura, admitiéndose que se duplica por cada incremento de  $10^\circ$  en la temperatura.
- *Corriente superficial de fugas*. Es la pequeña corriente que circula por la superficie del diodo (ver polarización inversa), esta corriente es función de la

tensión aplicada al diodo, con lo que al aumentar la tensión, aumenta la corriente superficial de fugas.

- *Tensión de ruptura* ( $V_r$ ). Es la tensión inversa máxima que el diodo puede soportar antes de darse el efecto avalancha.

**2.2.2 Diodo emisor de luz (Led).** [3] El Led (Light-Emitting Diode o Diodo Emisor de Luz), es un dispositivo semiconductor que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN en la cual circula por él una corriente eléctrica. Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia, el Led es un tipo especial de diodo que trabaja como un diodo común, pero que al ser atravesado por la corriente eléctrica, emite luz.

Este dispositivo semiconductor está comúnmente encapsulado en una cubierta de plástico de mayor resistencia que las de vidrio que usualmente se emplean en las lámparas incandescentes. Aunque el plástico puede estar coloreado, es sólo por razones estéticas, ya que ello no influye en el color de la luz emitida. Usualmente un Led es una fuente de luz compuesta con diferentes partes, razón por la cual el patrón de intensidad de la luz emitida puede ser bastante complejo.

Figura 6. Símbolo del Led



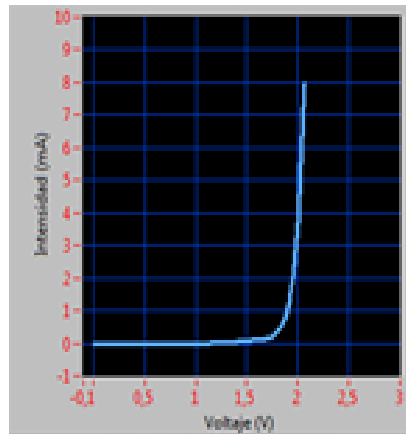
Fuente: [www.sekweb.org](http://www.sekweb.org)

**2.2.2.1 Curva característica del Led.** La curva característica del Led representa la relación entre la caída de tensión en los terminales ánodo y cátodo y la corriente que circula a través del ánodo.

La respuesta del Led mostrado en la figura es el resultado de medir la tensión en los bornes del Led (ánodo-cátodo) en función de la corriente de ánodo, alimentando el Led mediante un voltaje de 0 a 10VCD. Se puede observar que para la corriente máxima de trabajo del diodo es 7.1mA la caída de tensión directa en el Led es de 2 V.

La curva característica del Led es muy parecida a la de un diodo normal polarizado directamente como se puede observar en la figura 7.

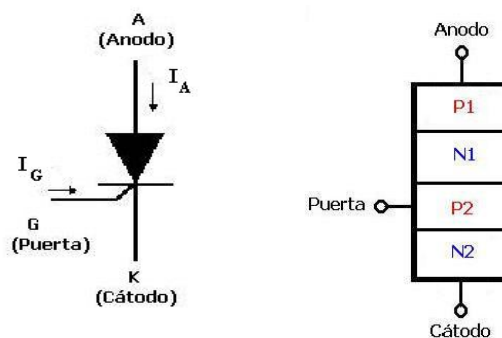
Figura 7. Curva característica de un Led



Fuente: [www.unicrom.com](http://www.unicrom.com)

**2.2.3 SCR (Rectificador Controlado de Silicio).** [4] El tiristor o SCR (de las siglas en inglés “Silicon Control Rectifier”) es un dispositivo electrónico semiconductor de silicio, pertenece a la familia de los diodos PNPN, se comporta como un interruptor o conmutador biestable y es el miembro más conocido de la familia de los tiristores.

Figura 8. Símbolo y estructura del SCR



Fuente: [www.inele.ufro.cl](http://www.inele.ufro.cl)

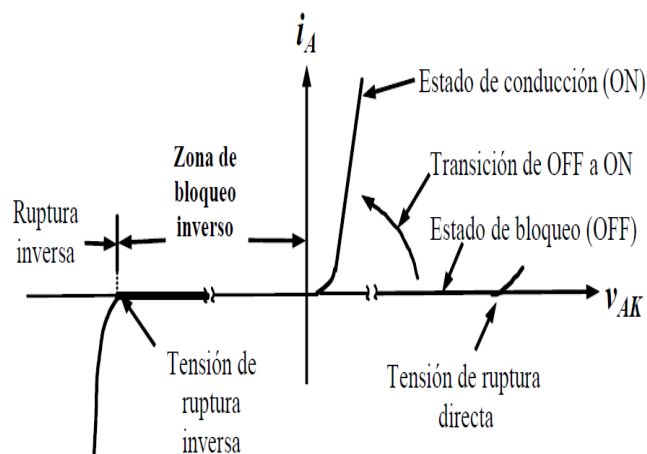
El tiristor rectificador controlado de silicio está formado por tres uniones P-N dispuestas de forma alternativa. Se diferencia de un diodo PNPN normal por el hecho de tener aplicado un electrodo denominado compuerta (G) en una de las zonas intermedias, en este caso en la zona P (ver Anexo C).

La zona N que se encuentra en el extremo del cátodo es más estrecha y está fuertemente dopada. La zona de bloqueo es la más dopada y a la vez la más gruesa o ancha. El símbolo y la estructura se muestran en la figura anterior.

**2.2.3.1 Características tensión-corriente.** En la figura 9 podemos ver la característica estática de un SCR. En su estado de apagado o bloqueo (OFF), puede bloquear una tensión directa y no conducir corriente. Así, si no hay señal aplicada a la puerta, permanecerá en bloqueo independientemente del signo de la tensión  $V_{AK}$ . El tiristor debe ser disparado o encendido al estado de conducción (ON) aplicando un pulso de corriente positiva en el terminal de puerta, durante un pequeño intervalo de tiempo, posibilitando que pase al estado de bloqueo directo.

La caída de tensión directa en el estado de conducción (ON) es de pocos voltios (1-3 V). Una vez que el SCR empieza a conducir, éste permanece en conducción (estado ON), aunque la corriente de puerta desaparezca, no pudiendo ser bloqueado por pulso de puerta. Únicamente cuando la corriente del ánodo tiende a ser negativa, o inferior a un valor umbral, por la influencia del circuito de potencia, el SCR pasará a estado de bloqueo.

Figura 9. Característica principal de los SCR



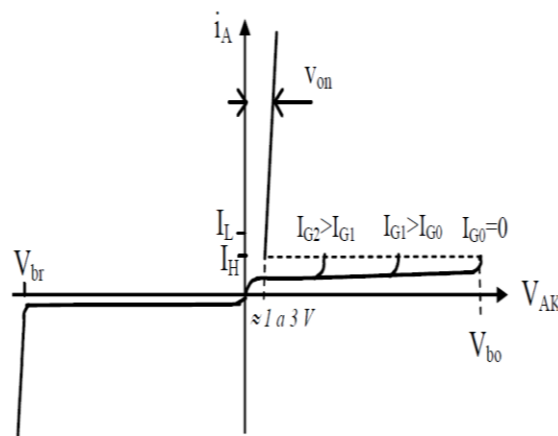
Fuente: [lopez-211.blogspot.com](http://lopez-211.blogspot.com)

En régimen estático, dependiendo de la tensión aplicada entre ánodo y cátodo podemos distinguir tres regiones de funcionamiento:

1. *Zona de bloqueo inverso* ( $v_{AK} < 0$ ): Ésta condición corresponde al estado de no conducción en inversa, comportándose como un diodo.
2. *Zona de bloqueo directo* ( $v_{AK} > 0$  sin disparo): El SCR se comporta como un circuito abierto hasta alcanzar la tensión de ruptura directa.
3. *Zona de conducción* ( $v_{AK} > 0$  con disparo): El SCR se comporta como un interruptor cerrado, si una vez ha ocurrido el disparo, por el dispositivo circula una corriente superior a la de enclavamiento. Una vez en conducción, se mantendrá en dicho estado si el valor de la corriente ánodo cátodo es superior a la corriente de mantenimiento.

La figura 11 muestra las características corriente-tensión (I-V) del SCR y permite ver claramente cómo, dependiendo de la corriente de puerta ( $I_G$ ), dichas características pueden variar.

Figura 10. Característica I-V de un SCR en función de la corriente de puerta



Fuente : lopez-211.blogspot.com

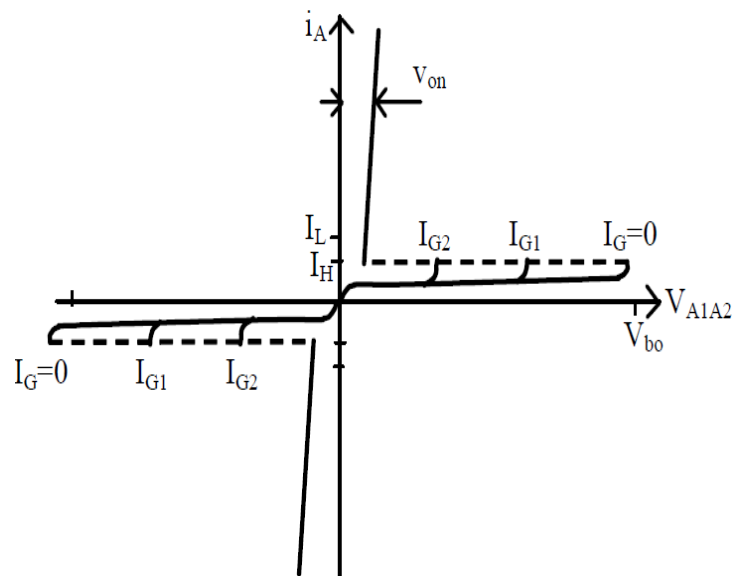
**2.2.4 Triac.** [5] El Triac (“Triode of Alternating Current”) es un tiristor bidireccional de tres terminales. Permite el paso de corriente del terminal A1 al A2 y viceversa, y puede ser disparado con tensiones de puerta de ambos signos. Cuando se trabaja con corriente alterna, es interesante poder controlar los dos sentidos de circulación de la corriente. Evidentemente, con un SCR, sólo podemos controlar el paso de corriente en un sentido. Por tanto uno de los motivos por el cual los fabricantes de semiconductores han diseñado el TRIAC ha sido para evitar este inconveniente (ver Anexo D).



negativas), lo más usual es inyectar corriente por la puerta en un sentido para provocar la puesta en conducción.

La figura 13 muestra la característica estática I-V del TRIAC. Se puede observar que presenta estado de conducción tanto para  $i_A$  positiva como negativa, y puede ser disparada desde el estado de corte al de conducción tanto para  $v_{A1A2}$  positiva como negativa. Además, la corriente de puerta que fuerza la transición del estado de corte al de conducción puede ser tanto positiva como negativa. En general, las tensiones y corrientes necesarias para producir la transición del TRIAC son diferentes según las polaridades de las tensiones aplicadas.

Figura 13. Características I-V del TRIAC

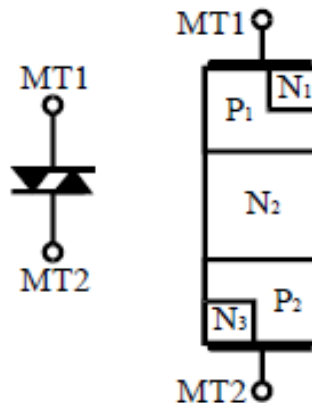


Fuente : [wilmerelectronicadep.blogspot.com](http://wilmerelectronicadep.blogspot.com)

Una de las ventajas de este dispositivo es que es muy compacto, requiriendo únicamente un único circuito de control, dado que sólo dispone de un terminal de puerta. Sin embargo, tal y como está fabricado, es un dispositivo con una capacidad de control de potencia muy reducida. En general está pensado para aplicaciones de pequeña potencia, con tensiones que no superan los 1000V y corrientes máximas de 15A. Es usual el empleo de TRIACs en la fabricación de electrodomésticos con control electrónico de velocidad de motores y aplicaciones de iluminación, con potencias que no superan los 15kW. La frecuencia máxima a la que pueden trabajar es también reducida, normalmente los 50-60Hz de la red monofásica.

**2.2.5 Diac (Diode Alternative Current).** [6] Es un dispositivo bidireccional simétrico (sin polaridad) con dos electrodos principales: MT1 y MT2, y ninguno de control. Es un componente electrónico que está preparado para conducir en los dos sentidos de sus terminales, por ello se le denomina bidireccional, siempre que se llegue a su tensión de cebado o de disparo. En la figura 14 se muestra su símbolo y estructura.

Figura 14. Símbolo y estructura del Diac



Fuente : [www.inele.ufro.cl](http://www.inele.ufro.cl)

Este es un dispositivo controlado por voltaje, el cual se comporta como dos diodos Zener puestos en contra paralelo, cuando el voltaje de cualquier polaridad entre sus dos terminales excede el valor especificado, entra en avalancha y disminuye su resistencia interna a un valor muy bajo. Esto significa que, si es colocado en paralelo con la salida de una fuente de corriente alterna podrá recortar todos los picos positivos y negativos que pasen del voltaje del umbral del Diac (ver Anexo E).

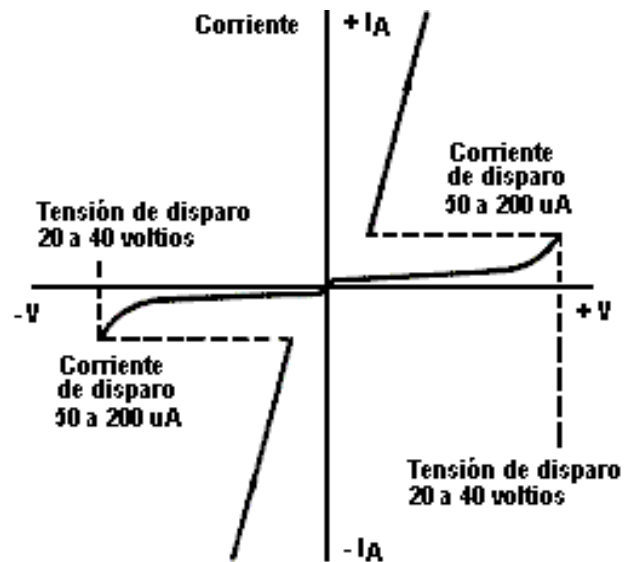
Si es puesto en serie, solamente dejará pasar corriente cuando lleve más tensión que la del gatillado para Triacs en circuitos de corriente alterna. El dispositivo tiene un rango simétrico de conmutación (en ambos sentidos) de 20 a 40 voltios, tensión que usualmente excede el punto de umbral del gate de los Triacs, de tal forma que estos trabajan siempre en un nivel seguro.

Si bien es cierto que el SCR se puede acondicionar para el manejo de cargas alimentadas con corriente alterna, es un hecho que tal cosa no es del todo práctica ni económica. Si se colocan 2 SCR en contraparalelo se necesitan dos circuitos de control independientes para el manejo de sus compuertas, lo cual le resta precisión al diseño y



por ende, aumenta los riesgos de fallas. La curva característica del Diac se muestra en la siguiente figura 15.

Figura 15. Curva característica del Diac



Fuente :[www.unicrom.com](http://www.unicrom.com)

En la curva característica se observa que cuando

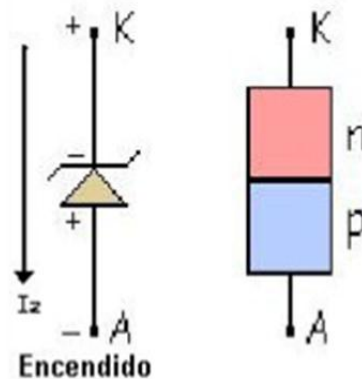
- $+V$  o  $-V$  es menor que la tensión de disparo, el **DIAC** se comporta como un circuito abierto
- $+V$  o  $-V$  es mayor que la tensión de disparo, el **DIAC** se comporta como un cortocircuito

Sus principales características son:

- Tensión de disparo
- Corriente de disparo
- Tensión de simetría
- Tensión de recuperación
- Disipación de potencia (Los **DIACs** se fabrican con capacidad de disipar potencia de 0.5 a 1 watt.)

**2.2.6 Diodo Zener.** [7] Un diodo Zener es básicamente un diodo de unión, pero construido especialmente para trabajar en la zona de ruptura de la tensión de polarización inversa, por eso algunas veces se le conoce con el nombre de diodo de avalancha. En la figura 16 se observa su símbolo y estructura.

Figura 16. Símbolo y estructura del diodo Zener



Fuente : [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

Su principal aplicación es como regulador de tensión; es decir, como circuito que mantiene la tensión de salida casi constante, independientemente de las variaciones que se presenten en la línea de entrada o del consumo de corriente de las cargas conectadas en la salida del circuito.

El diodo Zener tiene la propiedad de mantener constante la tensión aplicada, aun cuando la corriente sufra cambios. Para que el diodo Zener pueda realizar esta función, debe polarizarse de manera inversa. Generalmente, la tensión de polarización del diodo es mayor que la tensión de ruptura; además, se coloca una resistencia limitadora en serie con él; de no ser así, conduciría de manera descontrolada hasta llegar al punto de su destrucción.

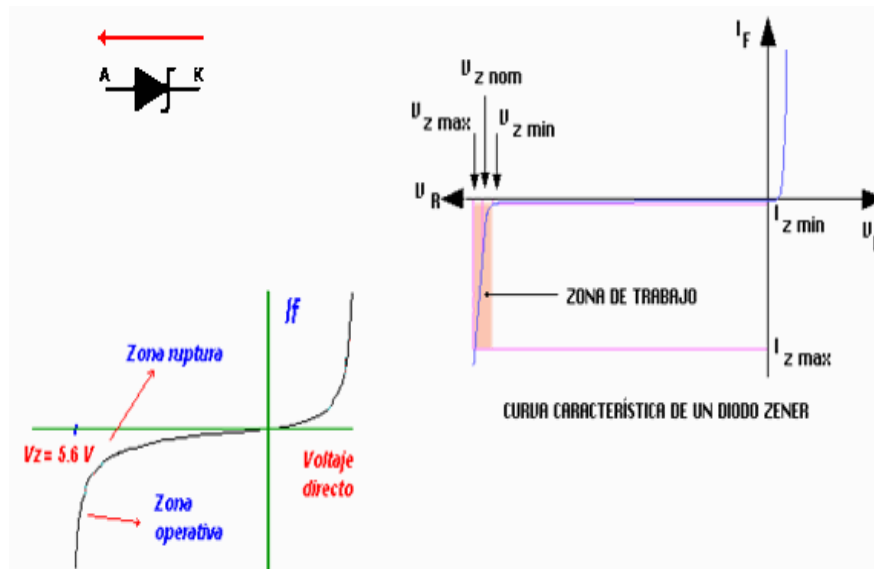
**2.2.6.1 Curva característica del diodo Zener.** Si el diodo Zener se polariza en sentido directo se comporta como un diodo rectificador común. Cuando el diodo Zener funciona polarizado inversamente mantiene entre sus terminales una tensión de valor constante. En el gráfico de la izquierda se ve el símbolo de diodo Zener (A - ánodo, K - cátodo) y el sentido de la corriente para que funcione en la zona operativa. Su polarización es siempre en inversa, es decir:

Tres son las características que diferencian a los diversos diodos Zener entre sí:

- Tensiones de polarización inversa, conocida como tensión Zener.* Es la tensión que el Zener va a mantener constante.
- Corriente mínima de funcionamiento.* Si la corriente a través del Zener es menor, no hay seguridad en que el Zener mantenga constante la tensión en sus bornes.
- Potencia máxima de disipación.* Puesto que la tensión es constante, nos indica el máximo valor de la corriente que puede soportar el Zener.

Por tanto el Zener es un diodo que al polarizarlo inversamente mantiene constante la tensión en sus bornes a un valor llamado tensión de Zener, pudiendo variar la corriente que lo atraviesa entre el margen de valores comprendidos entre el valor mínimo de funcionamiento y el correspondiente a la potencia de Zener máxima que puede disipar. Si superamos el valor de esta corriente el Zener se destruye.

**Figura 17.** Símbolo y curva característica de un diodo Zener

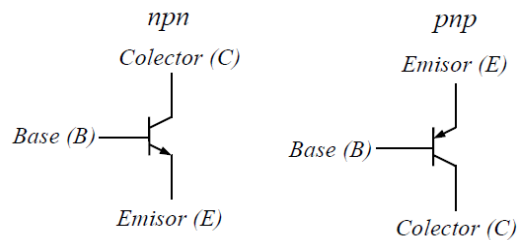


Fuente: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

**2.2.7 Transistor Bipolar (BJT).** [8] El transistor bipolar es un dispositivo de tres terminales emisor, colector y base, que, atendiendo a su fabricación, puede ser de dos tipos: NPN y PNP. En la figura 18 se encuentran los símbolos de circuito y

nomenclatura de sus terminales. La forma de distinguir un transistor de tipo NPN de un PNP es observando la flecha del terminal de emisor. En un NPN esta flecha apunta hacia fuera del transistor; en un PNP la flecha apunta hacia dentro. Además, en funcionamiento normal, dicha flecha indica el sentido de la corriente que circula por el emisor del transistor (ver Anexo F).

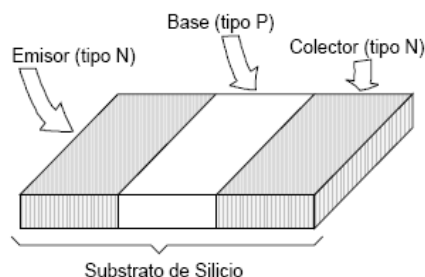
Figura 18. Símbolos de los transistores bipolares NPN y PNP



Fuente : [temporizadoressebastian.blogspot.com](http://temporizadoressebastian.blogspot.com)

**2.2.7.1 Estructura física del transistor.** El transistor bipolar es un dispositivo formado por tres regiones semiconductoras, entre las cuales se forman unas uniones (uniones PN). En la figura 19 observamos el aspecto útil para análisis de un transistor bipolar. Siempre se ha de cumplir que el dopaje de las regiones sea alterno, es decir, si el emisor es tipo P, entonces la base será tipo N y el colector tipo P. Esta estructura da lugar a un transistor bipolar tipo PNP. Si el emisor es tipo N, entonces la base será P y el colector N, dando lugar a un transistor bipolar tipo NPN.

Figura 19. Estructura de un transistor bipolar



Fuente: [webs.uvigo.es/mdgomez/DEI/Guias/tema5.pdf](http://webs.uvigo.es/mdgomez/DEI/Guias/tema5.pdf)

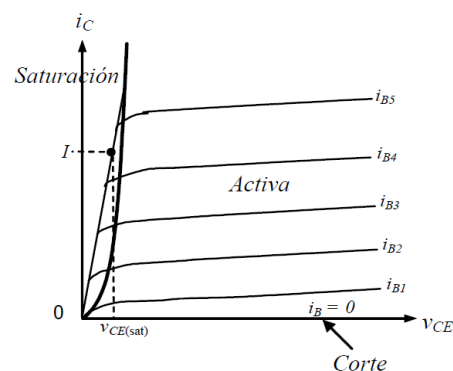
**2.2.7.2 Características estáticas.** Los transistores bipolares son fáciles de controlar por el terminal de base, aunque el circuito de control consume más energía que el de los SCR. Su principal ventaja es la baja caída de tensión en saturación. Como

inconvenientes destacaremos su poca ganancia con  $v/i$  grandes, el tiempo de almacenamiento y el fenómeno de avalancha secundaria.

El transistor, fundamentalmente, puede trabajar en tres zonas de funcionamiento bien diferenciadas, en función de la tensión que soporta y la corriente de base inyectada:

- *Corte:* no se inyecta corriente a la base del transistor. Éste se comporta como un interruptor abierto, que no permite la circulación de corriente entre colector y emisor. Por tanto, en ésta zona de funcionamiento el transistor está desactivado o la corriente de base no es suficiente para activarlo teniendo ambas uniones en polarización inversa.
- *Activa:* se inyecta corriente a la base del transistor, y éste soporta una determinada tensión entre colector y emisor. La corriente de colector es proporcional a la corriente de base, con una constante de proporcionalidad denominada ganancia del transistor, típicamente representada por las siglas  $F \beta$  o  $F h$ . Por tanto, en la región activa, el transistor actúa como un amplificador, donde la corriente del colector queda amplificada mediante la ganancia y el voltaje VCE disminuye con la corriente de base: la unión CB tiene polarización inversa y la BE directa.
- *Saturación:* se inyecta suficiente corriente a la base para disminuir la VCE y conseguir que el transistor se comporte como un interruptor cuasi ideal. La tensión que soporta entre sus terminales es muy pequeña y depende del transistor. En éste caso ambas uniones están polarizadas directamente. Se suele hablar de la tensión colector-emisor en saturación.

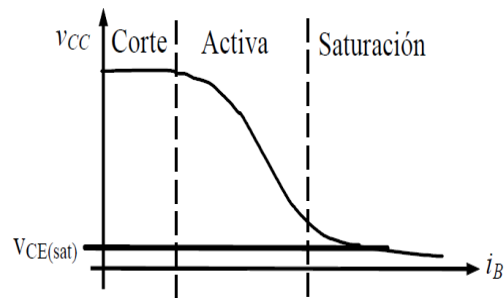
Figura 20. Características V-I de los transistores bipolares



Fuente : [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

La figura 20 muestra la característica estática de un transistor bipolar NPN. Tal como se muestra en su característica V-I, una corriente de base suficientemente grande  $I_B > I_C/\beta$  (dependiendo de la I de colector) llevará al componente a la plena conducción. En el estado de conducción (saturación) la tensión VCE (sat) está normalmente entre 1-2 V. La característica de transferencia se muestra en la figura 21.

Figura 21. Características de transferencia en un transistor bipolar



Fuente: rabfis15.uco.es

En Electrónica de Potencia, obviamente, interesa trabajar en la zona de corte y en la zona de saturación, dado que en la zona activa se disipa mucha potencia y en consecuencia el rendimiento del sistema puede llegar a ser muy pequeño. Además téngase en cuenta que dado que en Electrónica de Potencia se trabaja con tensiones y corrientes elevadas, esa disipación de potencia debe evacuarse de algún modo, o de lo contrario podemos llegar a destruir el semiconductor por una excesiva temperatura en su interior (ver Anexo G).

Las diferencias básicas entre los transistores bipolares de señal y los de potencia son bastante significativas. En primer lugar, la tensión colector-emisor en saturación suele estar entre 1 y 2 Volts, a diferencia de los 0,2-0,3 Volts de caída en un transistor de señal.

**2.2.7.3 Configuraciones del transistor.** Dependiendo de cuál sea el terminal común a la entrada y a la salida del transistor, se distinguen tres tipos de configuraciones, que se muestra en la figura 22:

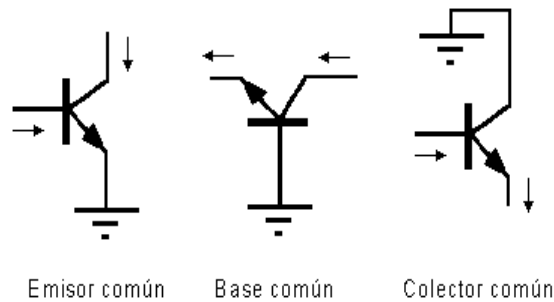
*Configuración en base común.* La base constituye el terminal común a la entrada y a la salida, se encuentra unida a masa. La ganancia en corriente de este circuito es la unidad, pero sin embargo la ganancia en tensión puede ser muy alta y, por lo tanto, también la

ganancia en potencia. Esta configuración presenta muy poca realimentación entre la entrada y la salida, por lo que se emplea especialmente en circuitos de frecuencias altas o muy altas.

*Configuración en emisor común.* El emisor está unido a tierra. La ganancia en corriente es alta (la Beta del transistor), la ganancia en tensión y en potencia (dependiente de la carga de colector) es igualmente alta. Es la configuración más utilizada.

*Configuración en colector común.* En este caso, el terminal que está conectado a masa es el colector. La entrada se aplica a la base, como en las configuraciones anteriores y la carga entre el emisor y masa. Esta configuración tiene una ganancia en corriente de la beta del transistor, la ganancia en tensión es muy parecida, pero inferior a la unidad, y la ganancia en potencia es aproximadamente la beta del transistor. Esta configuración se llama también *seguidor de emisor*; se emplea para aislar o adaptar impedancias, ya que el circuito de base ofrece a la señal una impedancia beta veces inferior a la que se encuentra en el emisor. Se conoce como seguidor de emisor porque la tensión en el emisor "sigue" a la de base.

Figura 22. Configuraciones básicas de empleo de un transistor



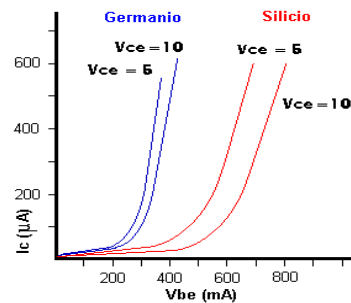
Fuente: [www.kalipedia.com](http://www.kalipedia.com)

**2.2.7.4 Curvas características del transistor.** Un transistor en régimen estático se encuentra, solamente, bajo la acción de las tensiones continuas que se le aplican para polarizarlo. Una forma de resumir este funcionamiento es utilizar las curvas características del transistor, que relacionan las tensiones y las corrientes. Las tensiones y corrientes que se utilizan dependen de la configuración del transistor, pero independientemente de ésta, se distinguen dos tipos de curvas: la característica de entrada y la característica de salida.

a) *Características de entrada.* La característica de entrada relaciona dos magnitudes de entrada con una de salida. En el caso de la configuración en emisor común se tiene la corriente de base en función de la tensión base-emisor, para distintos valores de tensión colector- emisor. La corriente de base y la tensión base-emisor son variables de entrada, mientras que la tensión colector-emisor es una magnitud de salida.

La figura 23 muestra las diferentes características de entrada de dos transistores NPN de germanio y silicio respectivamente en función del voltaje base-emisor para dos valores del voltaje colector-emisor.

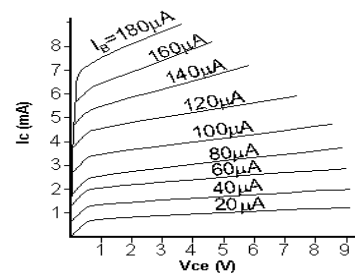
Figura 23. Características típicas de transistores



Fuente: jarriako.es

b) *Características de salida.* La característica de salida tiene dos de las tres magnitudes pertenecientes al circuito de salida. Las curvas que relacionan la corriente de colector, la de base y la tensión emisor-colector son características de salida en configuración emisor-común, mientras que las que relacionan la corriente de emisor, la de colector y la tensión colector-base son las curvas correspondientes a una configuración en base común (ver figura 24).

Figura 24. Familia de curvas de corriente colector



Fuente: rabfis15.uco.es

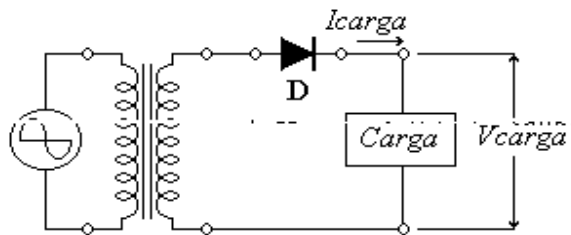


## 2.3 Curvas características de circuitos electrónicos

**2.3.1 Circuitos rectificadores.** [9] Como circuito rectificador se conoce aquel que tiene la función de convertir o rectificar la corriente alterna (C.A) en corriente continua (C.C). Dependiendo del número de diodos que utilicemos y cómo los conectemos se pueden construir rectificadores de media onda y de onda completa. Por lo general, los circuitos de rectificación suelen ser una parte importante de las fuentes de alimentación. Estas fuentes suelen disponer de un transformador con el objeto de reducir la tensión de la red eléctrica a valores más adecuados para los equipos que se va a alimentar.

**2.3.1.1 Curvas del circuito rectificador de media onda.** En esta configuración el diodo solo permite el paso de medio ciclo de la señal de alimentación y dado que solo se puede rectificar medio ciclo u onda se le denomina rectificador de media onda (ver figura 25).

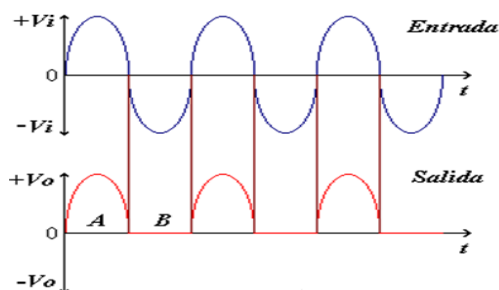
Figura 25. Circuito rectificador de media onda



Fuente: [www.frba.utn.edu.ar](http://www.frba.utn.edu.ar)

Para este circuito la onda de salida será de la siguiente forma (ver figura 26):

Figura 26. Forma de onda de un rectificador de media onda

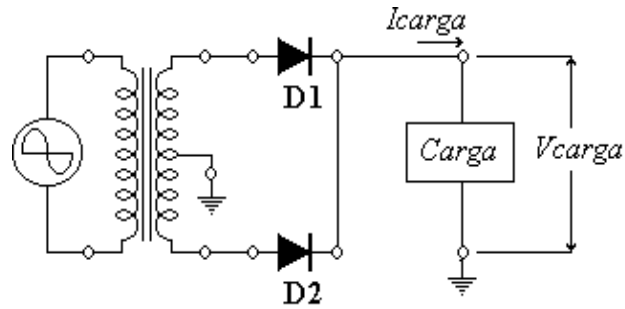


Fuente: [www.frba.utn.edu.ar](http://www.frba.utn.edu.ar)

- A.-El diodo se polariza en directa
- b.-El diodo se polariza en inversa

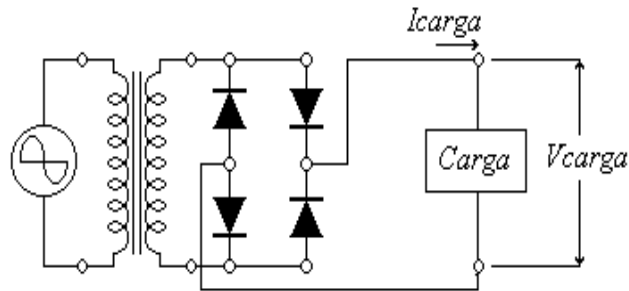
**2.3.1.2 Curvas del circuito rectificador de onda completa.**-En esta configuración se aprovechan los dos semiciclos de la señal y de esta manera la eficiencia de conversión se aumenta (ver figura 27).

Figura 27. Rectificador de onda completa con un transformador con tap central



Fuente: [www.frba.utn.edu.ar](http://www.frba.utn.edu.ar)

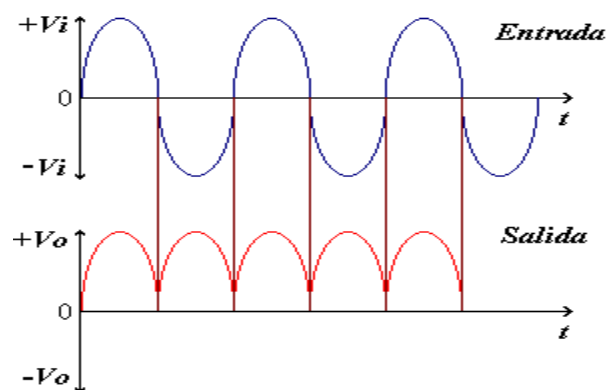
Figura 28. Rectificador de onda completa con un transformador sin tap central



Fuente: [www.frba.utn.edu.ar](http://www.frba.utn.edu.ar)

En ambos casos se obtiene la siguiente forma de onda a su salida:

Figura 29. Forma de onda de un rectificador de onda completa



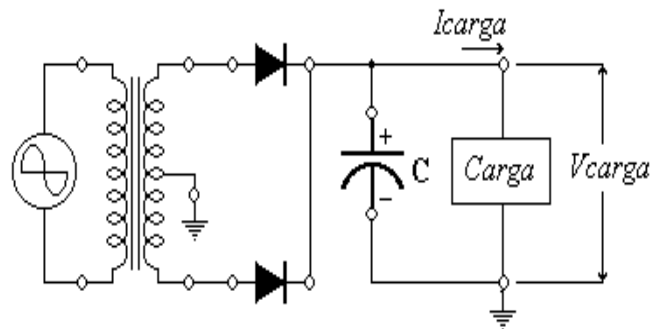
Fuente: [www.frba.utn.edu.ar](http://www.frba.utn.edu.ar)

**2.3.1.3 Curvas del circuito de filtrado.** La forma de onda del rectificador de media onda o de onda completa, también llamada onda pulsatoria, posee un valor medio o de corriente continua bajo. Con esta etapa de filtrado por condensador se elevará el valor medio de la tensión obtenida con el rectificador, disminuyendo consecuentemente el valor de la tensión eficaz de la onda. A la señal eficaz resultante se le conoce como rizado.

Con etapas posteriores se tratará de disminuir más aún este valor. Idealmente debería desaparecer por completo, y conseguir de este modo una señal continua perfecta. Por diferentes motivos, preponderantemente económicos, esto no es viable en la práctica.

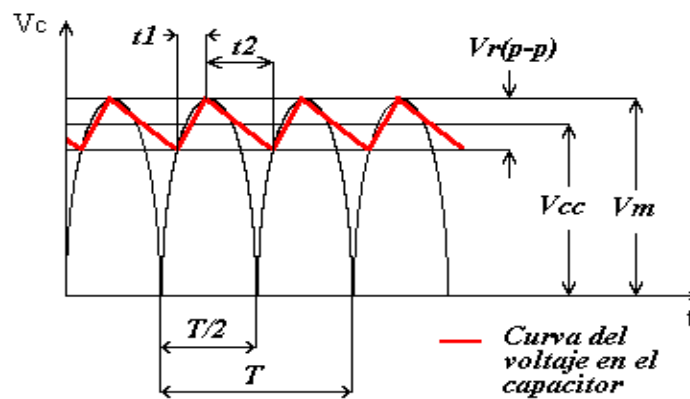
La sección de filtrado tiene como fin “suavizar” la onda que sale de la sección de rectificación, dando así un voltaje de corriente continua (ver figura 30).

Figura 30. Circuito de Filtrado



Fuente: [www.frba.utn.edu.ar](http://www.frba.utn.edu.ar)

Figura 31. Curva del voltaje capacitor



Fuente: [www.frba.utn.edu.ar](http://www.frba.utn.edu.ar)

En  $t_1$  el capacitor se carga cuando el diodo rectificador conduce, en  $t_2$  el capacitor se descarga por la carga. Si se tiene una carga liviana a la salida el voltaje del capacitor se aproxima a su valor óptimo de  $V_m$  y el valor del voltaje de rizado se minimiza:

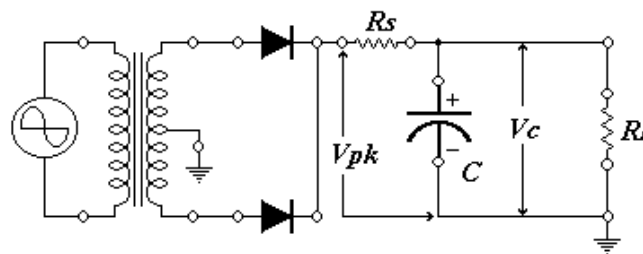
$$V_r(rms) = \frac{2.4V_{cc}}{R/C} \quad (1)$$

O bien:

Por otra parte:

$$V_{cc} = V_m - \frac{4.17I_{cc}}{C} \quad (2)$$

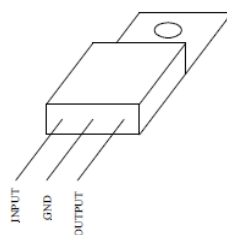
Figura 32. Circuito de Filtrado con carga



fuelle: [www.frba.utn.edu.ar](http://www.frba.utn.edu.ar)

**2.3.1.4 Circuito de regulación.** La etapa de regulación tiene por objeto eliminar el rizado, o de forma más general, a partir de una señal de continua con un cierto rizado generar una tensión continua sin (prácticamente) nada de rizado. Para que el regulador funcione adecuadamente el rizado de entrada no debe ser enormemente grande. Este es el motivo por el que no se puede colocar el regulador inmediatamente después del rectificador. Por otra parte, dado que el regulador se va a encargar de la eliminación final del rizado, el condensador de filtro sólo lo tiene que reducir la fluctuación de la tensión a unos valores que le resulten manejables al regulador.

Figura 33. Regulador



Fuente: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)

El terminal GND se conecta al punto de tierra del circuito. El terminal IN se conecta a la señal de entrada sin regular (con rizado) y en el terminal de salida OUT obtenemos la señal de salida regulada.

El principal dato a tener en cuenta con estos reguladores es la “tensión de dropout” que es la tensión mínima que debe haber en todo momento entre el terminal de entrada y el de salida.

## **2.4 LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) [10]**

LabVIEW es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación, simulación y control. LabVIEW permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactiva basada en *software*. Podemos diseñar especificando un sistema funcional, un diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería. LabVIEW es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación.

LabVIEW está optimizado para el desarrollo de las aplicaciones de medida y automatización más exigentes. Debido a que la instrumentación virtual está basada en la tecnología informática estándar, se puede disfrutar de un aumento exponencial en el rendimiento con un costo mucho más bajo que el de un nuevo instrumento de medida dedicado.

**2.4.1 Características de LabVIEW.** Su principal característica es la facilidad de uso, válido para programadores profesionales como para personas con pocos conocimientos en programación pueden hacer (programas) relativamente complejos imposibles para ellos de hacer con lenguajes tradicionales. También es muy rápido hacer programas con LabVIEW y cualquier programador por experimentado que sea puede beneficiarse de él.

LabVIEW tiene su mayor aplicación en sistemas de medición como monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de esto pueden ser sistemas de monitoreo en transportación, Laboratorios para clases en universidades, procesos de control. LabVIEW es muy utilizado en procesamiento digital de señales (wavelets, FFT, Total Distortion Harmonic TDH), procesamiento en tiempo real de aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización, diseño de filtros digitales, generación de señales, entre otras, etc. Ingenieros, científicos y técnicos de

todo el mundo utilizan LabVIEW para desarrollar soluciones que respondan a sus exigentes aplicaciones. LabVIEW es un revolucionario entorno gráfico de desarrollo para adquisición de datos, control de instrumentos, análisis de medidas y presentación de datos. LabVIEW le da la flexibilidad de un potente lenguaje de programación sin la complejidad típicamente asociada a estos lenguajes.

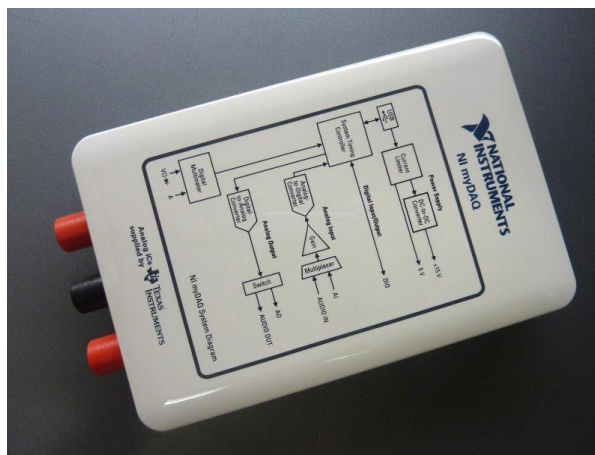
**2.4.2 Requerimientos de LabVIEW.** Las computadoras son lo más usado actualmente, en términos de los mismos, lo mínimo para correr LabVIEW, es: Un microprocesador 386 con coprocesador. Se requieren muchas operaciones de punto flotante, es indispensable el coprocesador.

LabVIEW se puede conectar de manera transparente con virtualmente todo tipo de *hardware* incluyendo instrumentos de escritorio, tarjetas insertables, controladores de movimiento y controladores lógicos programables (PLCs).

## 2.5 Tarjeta de Adquisición de Datos NI myDAQ [11]

NI myDAQ es un dispositivo de adquisición de datos cuyo software está basado en LabVIEW permitiendo a los estudiantes manejar señales del mundo real. NI myDAQ es ideal para la medición y obtención de datos, combinado con NI LabVIEW sobre una computadora, los estudiantes pueden analizar y procesar señales adquiridas y realizar procesos de controles simples y complejos.

Figura 34. Tarjeta NI myDAQ

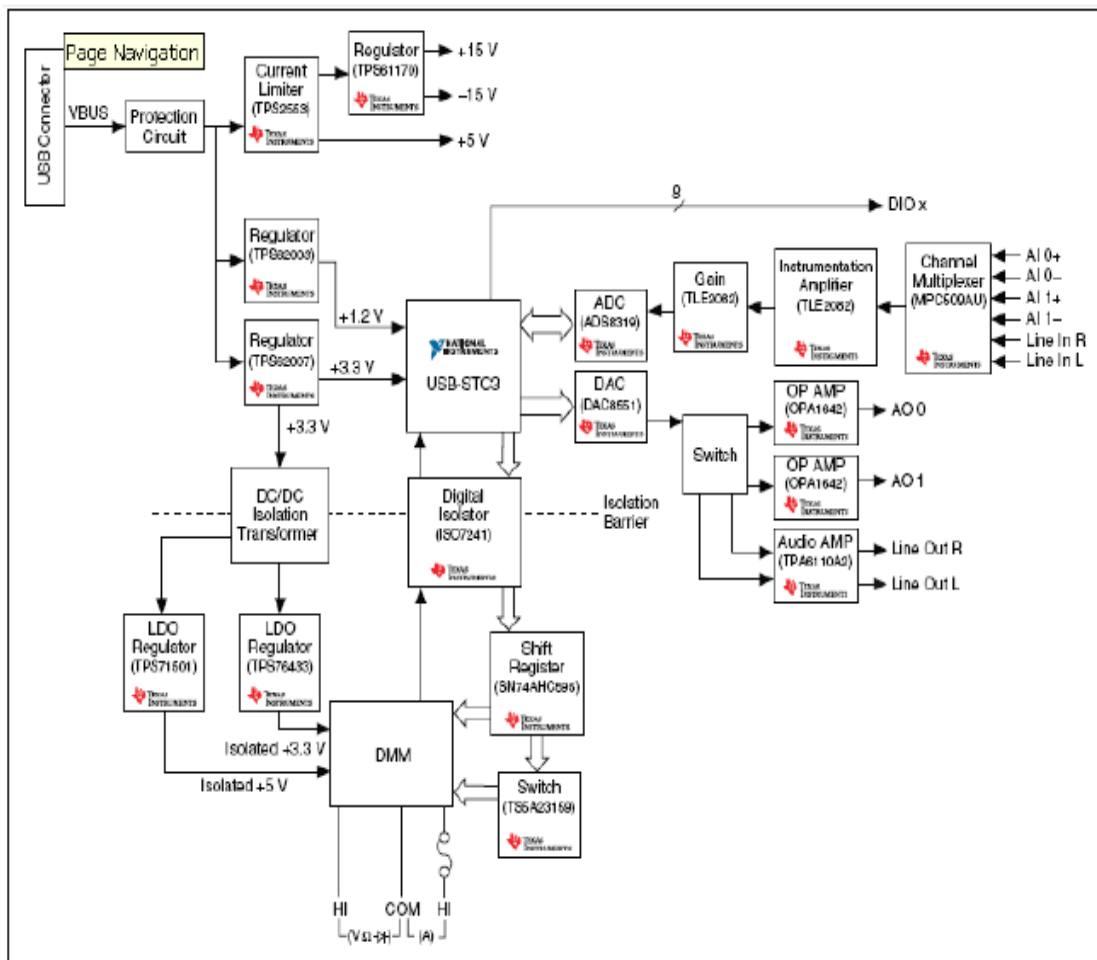


Fuente: National Instruments

La tarjeta NI myDAQ es una tarjeta de adquisición de datos multifuncional para Windows 2000/XP/Vista, MAC OS X, LINUX; posee alto rendimiento y alta velocidad de muestreo.

Las especificaciones de la tarjeta y el soporte de proveedores externos hacen ideal su uso para un amplio rango de aplicaciones en nuestro caso el de la adquisición de datos, para la industria, laboratorios, control de procesos y automatización de sistemas en las fábricas (ver Anexo A).

Figura 35. Composición interna de la NI myDAQ



Fuente: National Instruments

**2.5.1 Entradas y elementos de la NI myDAQ.** NI myDAQ provee entradas analógicas (AI), salidas analógicas (AO), entradas y salidas digitales (DIO), fuentes de voltaje, y las funciones de un milímetro digital (DMM) en un dispositivo compacto USB.

**2.5.1.1 Entrada analógicas (AI).** Hay dos canales de entrada analógica en la NI myDAQ, estos canales pueden ser configurados como de tensión diferencial o de entrada de audio. Las entradas analógicas son multiplexados, es decir, un solo convertidor analógico o digital (ADC) se utiliza para probar los dos canales, en modo de uso general, puede llegar a medir señales hasta  $\pm 10$  V a 16 bits.

**2.5.1.2 La salida analógica (AO).** Hay dos canales de salidas analógicas en la NI myDAQ, estos canales pueden configurarse como salida de tensión o de salida de audio. Ambos canales tienen un convertidor digital a analógico (DAC), por lo que puede actualizar de forma simultánea. Con la salida analógica se puede generar una señal e hasta  $\pm 10$  Voltios.

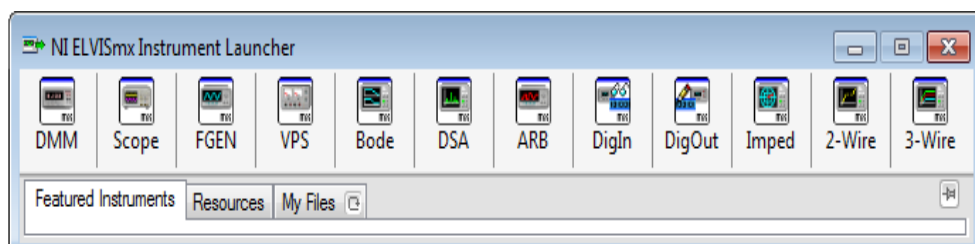
**2.5.1.3 Entrada / salida digital (DIO).** Hay ocho líneas para entrada y salidas digitales (DIO), cada línea puede ser configura y programada para funcionar como salida o entrada digital, las cuales además pueden trabajar como un contador o temporizador.

**2.5.1.4 Fuentes de alimentación.** Hay tres fuentes de alimentación disponibles en la NI myDAQ, donde dos fuentes de +15 y -15 V pueden ser usados para alimentar componentes analógicos de potencia, tales como amplificadores operacionales y reguladores lineales, además presenta una fuente de 5 V que puede ser utilizada para alimentar dispositivos digitales.

## 2.6 NI ELVIS [12]

Es el software de controlador compatible con NI myDAQ. NI ELVISmx utiliza instrumentos de software basado en LabVIEW para controlar el dispositivo NI myDAQ, proporcionando la funcionalidad de un conjunto común de instrumentos de laboratorio.

Figura 36. Instrumentos de inicio NI ELVISmx



Fuente: National Instruments



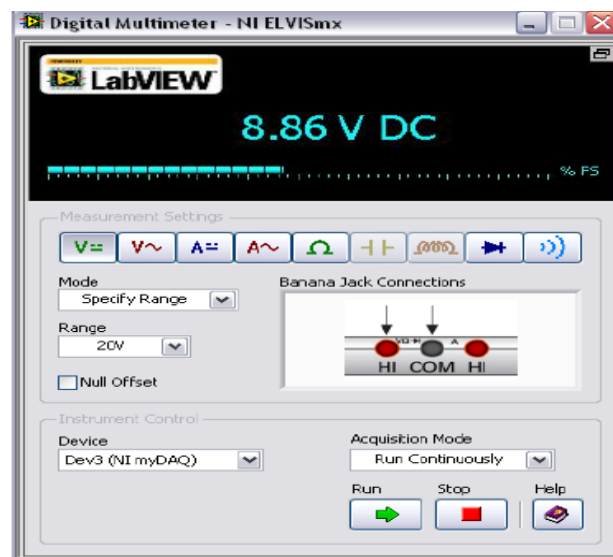
**2.6.1** *Multímetro digital (DMM* El multímetro digital NI ELVISmx (DMM).- Es un instrumento independiente que controla la base de las capacidades del DMM NI MyDAQ. Este instrumento de uso común puede realizar los siguientes tipos de medidas:

- Tensión (DC y AC)
- Corriente (DC y AC)
- Resistencia
- Prueba de diodos
- Continuidad audible

Haga las conexiones para las mediciones a las tomas de banano en el dispositivo DMM. Este instrumento tiene los siguientes parámetros de medición:

- El voltaje de CC: rangos de 60 V, 20 V, 2 V, y 200 mV
- El voltaje de CA: rangos de 20 V, 2 V, y 200 mV
- La corriente CC: rangos de 1 A, 200 mA, y 20 mA
- La corriente CA: rangos de 1 A, 200 mA, y 20 mA
- Resistencia: rangos de 20 m $\Omega$ , 2 m $\Omega$ , 200 k $\Omega$ , 20 k $\Omega$ , 2 k $\Omega$ , y 200  $\Omega$
- Diodo: rango de 2 V • Resolución (número de dígitos significativos para la pantalla): 3.5

Figura 37. Digital multimeter



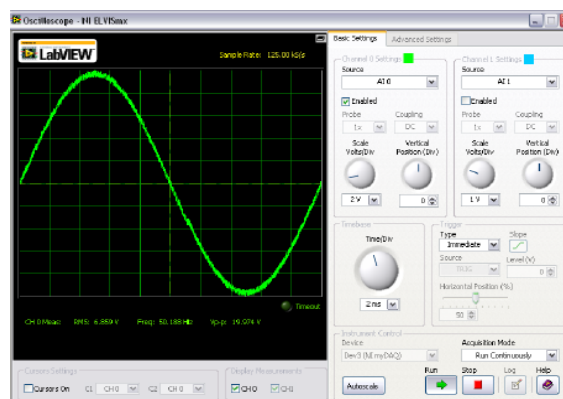
Fuente: National Instruments

**2.6.2 Osciloscopio.** El Osciloscopio NI ELVISmx muestra los datos para el análisis de voltaje. Este instrumento proporciona la funcionalidad del osciloscopio de escritorio estándar que se encuentran en los típicos laboratorios de pregrado. La El Osciloscopio NI ELVISmx tiene dos canales y proporciona la escala y perillas de ajuste de posición junto con una base de tiempo modificable.

La característica auto-escala le permite ajustar la escala de visualización de tensión basado en la tensión de pico a pico de la señal de la CA para la mejor visualización de la señal. La pantalla del osciloscopio basado en computadora tiene la capacidad de utilizar los cursores para mediciones precisas en la pantalla. Este instrumento tiene los siguientes parámetros de medición:

- Fuente del canal: Canales AI 0 y AI 1; Audio Input izquierda y Audio Input Derecho. Usted puede utilizar los canales de AI o canales Audio Input, pero no la combinación de ambos.
- Acoplamiento: Canales AI apoyo de acoplamiento CC solamente. Audio Input Canales de CA apoyo de acoplamiento solamente.
- Escala de Volts / Div: canales de AI: 5 V, 2 V, 1 V, 500 mV, 200 mV, 100 mV, 50 mV, 20 mV, mV 10 y para los canales Audio Input: 1 V, 500 mV, 200 mV, 100 mV, 50 mV, 20 mV, 10 mV.
- Frecuencia de muestreo: El máximo de la muestra disponible Tasa de AI y Audio Input Canales: 200 kS / s, cuando uno o ambos canales están configurados.
- Base de tiempo Tiempo / Div: Los valores disponibles para la IA y Audio Input canales: 200 ms a 5 mS.

Figura 38. Osciloscopio NI ELVISmx

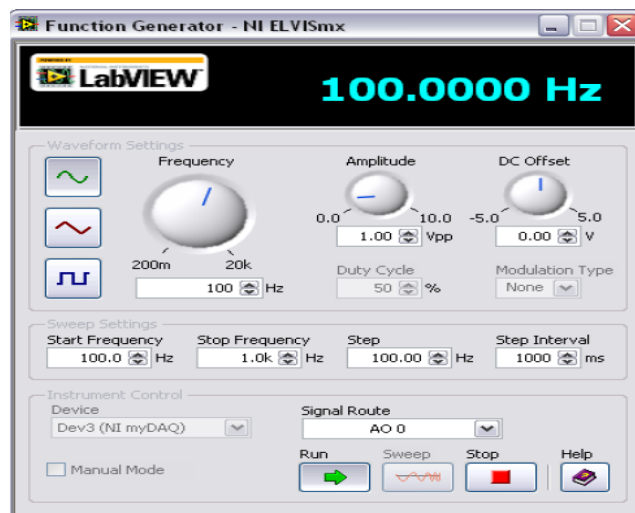


Fuente: National Instruments

**2.6.3** *Generador de Funciones (FGEN).* El Generador de Funciones (FGEN) NI ELVISmx genera formas de onda estándar con opciones para el tipo de forma de onda de salida (seno, cuadrada o triángulo), la selección de amplitud y frecuencia de los ajustes. Además, el instrumento ofrece ajuste de compensación de la CC, la capacidad de frecuencia de barrido, amplitud y frecuencia modulada. El Generador de Funciones (FGEN) NI ELVISmx utiliza AO 0 en el tornillo conectores de terminales. Este instrumento tiene los siguientes parámetros de medición:

- Canal de salida: AO 0
- Rango de frecuencia: 0,2 Hz a 20 kHz

Figura 39. Generador de Funciones NI ELVISmx



Fuente: National Instruments

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELECTRÓNICOS.

#### 3.1 Requerimientos para el diseño.

Para la realización de este proyecto de tesis se necesitan de los siguientes factores que nos ayudaran en la creación de los VI's (Instrumentos Virtuales), para el análisis de las variables electrónicas de elementos y circuitos, reales e implementados, lo que se necesita es lo siguiente:

**3.1.1** *LabVIEW como entorno básico de Instrumentación Virtual.* [10] LabVIEW es una parte integral de la instrumentación virtual dado que proporciona un medio ambiente de desarrollo de aplicaciones, que es fácil de utilizar y está diseñado específicamente teniendo en mente las necesidades de ingenieros y científicos. LabVIEW nos ofrece estas características:

a) *Programación gráfica.* Una de las características más poderosas que LabVIEW ofrece a los ingenieros y científicos es un medio ambiente de programación que es gráfico. Con LabVIEW se puede diseñar instrumentos virtuales a medida creando interfaces gráficas de usuario en la pantalla de la computadora con la cual puede:

- Operar el programa de instrumentación.
- Controlar el hardware seleccionado.
- Analizar datos adquiridos.
- Visualizar los resultados.

Se pueden personalizar paneles frontales con perillas, botones, diales y gráficos a fin de emular paneles de control de instrumentación tradicionales, crear paneles de ensayo personalizados o representar visualmente el control y operación de procesos. La similitud existente entre los diagramas de flujo y los programas gráficos acorta la curva de aprendizaje asociada con lenguajes tradicionales basados en texto.

b) *Conectividad y control de instrumentos.* La productividad del software de instrumentación virtual es tal que ya incluye el conocimiento de la integración del hardware. Diseñado para crear ensayos, mediciones y control de sistemas, el software de instrumentación virtual incluye una extensa funcionalidad para entradas y salidas prácticamente de cualquier tipo.

**3.1.2 Instalación del Software Requerido.** [13] Antes de comenzar con la co-simulación entre LabVIEW y Multisim, debemos instalar el siguiente software en el orden especificado:

1. Se instala LabVIEW 2011 versión Full o Profesional, o posterior.

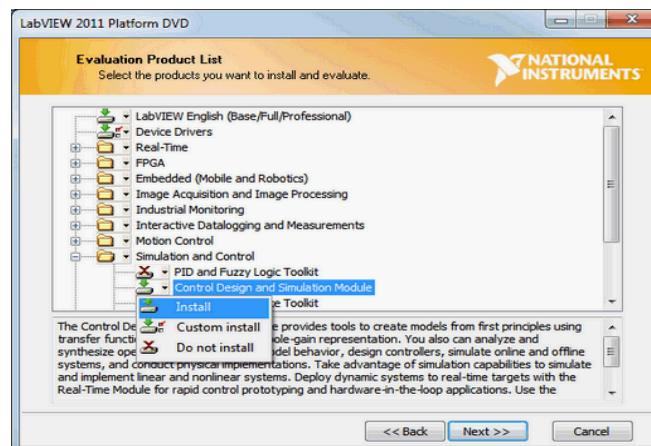
Figura 40. Instale LabVIEW



Fuente: National Instruments

2. Se instala el módulo LabVIEW Control Design and Simulation versión 2012

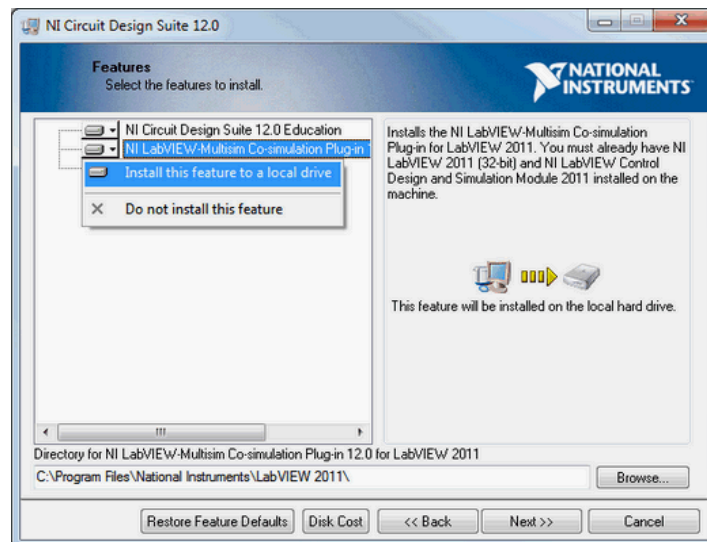
Figura 41. Instale el módulo LabVIEW Control Design and Simulation



Fuente: National Instruments

3. Instalamos Multisim 12.0 o posterior. Seleccionamos Install NI LabVIEW-Multisim Co-Simulation Plug-In para LabVIEW durante la instalación de Multisim.

Figura 42. Instale Multisim 12.0 o posterior



Fuente: National Instruments

4. Y se ha instalado exitosamente los entornos de desarrollo requeridos para co-simulación de LabVIEW y Multisim.

**3.1.3** *Sistemas de Adquisición de Datos.* El sistema de adquisición de datos está basado entre la interfaz de comunicación de PC con la tarjeta NI myDAQ, para poder realizar las medidas de las magnitudes eléctricas reales y simuladas, permitiendo así la obtención de las curvas características de los elementos y circuitos electrónicos.

**3.1.3.1** *Tarjeta de Adquisición de Datos.* En este caso se ha optado por trabajar con una tarjeta de adquisición de datos de la National Instruments. NI myDAQ es un dispositivo de adquisición de datos cuyo software está basado en LabVIEW, permitiendo a los estudiantes manejar señales del mundo real.

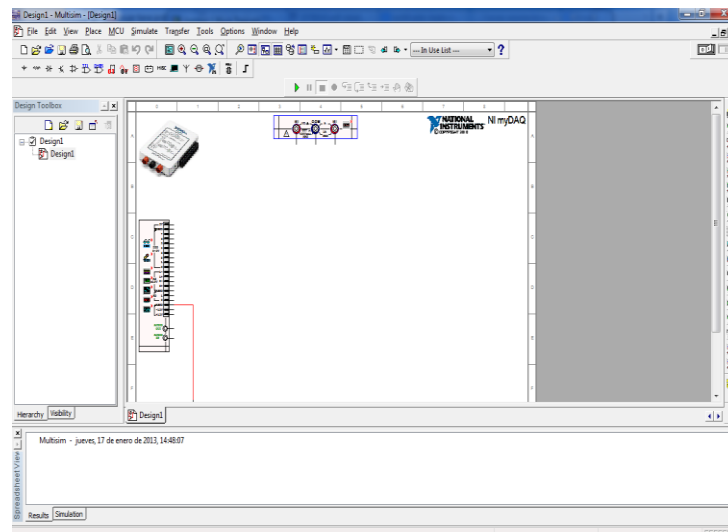
NI myDAQ es ideal para la medición y obtención de datos, combinado con NI LabVIEW sobre una computadora, los estudiantes pueden analizar y procesar señales adquiridas y realizar procesos de controles simples y complejos. Las especificaciones de la tarjeta y el soporte de proveedores externos hacen ideal su uso para un amplio rango de aplicaciones en nuestro caso el de la adquisición de datos, para la industria,

laboratorios, control de procesos y automatización de sistemas en las fábricas.

**3.1.4 Multisim.** [14] Multisim es un entorno de simulación SPICE estándar en la industria. Es el principio básico de la solución para la enseñanza de circuitos para construir experiencia a través de la aplicación práctica del diseño, generación de prototipos y pruebas de circuitos eléctricos. El enfoque de diseño de Multisim le ayuda a reducir las iteraciones de prototipos y a optimizar los diseños de tarjetas de circuito impreso (PCB) al inicio del proceso. NI Multisim (antes conocido como Electronic Workbench) es el entorno por excelencia para diseñar circuitos electrónicos y realizar simulaciones.

Con NI Multisim podrás diseñar un circuito electrónico desde cero. Permite crear un circuito utilizando todo tipo de componentes, simular su funcionamiento y analizar cada una de sus secciones. En definitiva, NI Multisim es un excelente entorno para diseñar, analizar y crear circuitos electrónicos. Una potente herramienta esencial para ingenieros o técnicos electrónicos.

Figura 43. Software Multisim

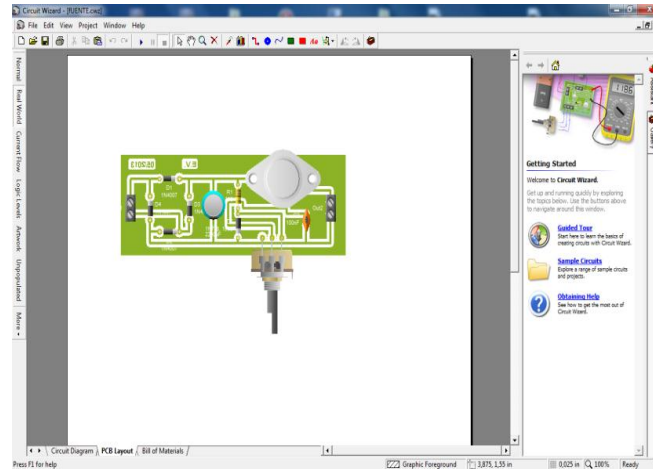


Fuente: National Instruments

**3.1.5 Circuit Wizard.** [15] Circuit Wizard, este Software es una nuevo sistema de manera revolucionaria de combinar diseños de circuitos eléctricos, diseños PCB, simulaciones y CAD/CAM creadas en un completo paquete. Entrando en el proceso de diseño del mismo, Circuit Wizard les posibilita todas las herramientas necesarias para

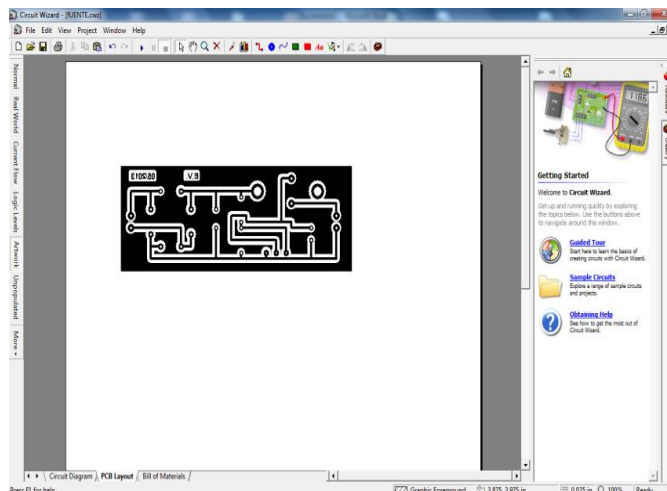
producir un proyecto eléctrico desde principio a fin (incluyendo un testeo en pantalla del PCB antes de construirlo ver figuras 44 y 45).

Figura 44. Vista superior de los elementos sobre la baquelita



Fuente: Circuit Wizard.

Figura. 45 Vista de las pistas del circuito



Fuente: Circuit Wizard.

### 3.2 Creación de instrumentos virtuales

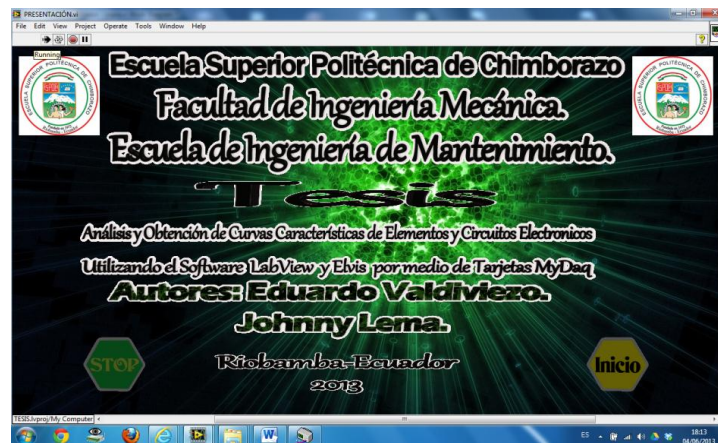
Para la creación de instrumentos virtuales VI's se debe crear interfaces de comunicación entre los diferentes programas necesarios para la realización de este, como tenemos LabVIEW, Tarjetas de adquisición de datos NI myDAQ, Multisim y Elvis que son muy importantes en la realización de este proyecto de tesis.



**3.2.1 Interfaces desarrolladas en LabVIEW.** Mediante LabVIEW se desarrolló la interfaces para los análisis y las obtenciones de variables electrónicas desde la PC a través de la tarjeta de adquisición de datos NI myDAQ, la interfaz consta de las siguientes pantallas:

**3.2.1.1 Panel frontal de la pantalla principal.** El Panel Frontal es la cara que el usuario del sistema está viendo cuando se está monitoreando o controlando el sistema, o sea, el interfaz del usuario. Este contiene controles e indicadores y existe una gran variedad de ellos, pero además incluso se pueden diseñar controles e indicadores personalizados, lo cual permite tener una amplia gama de dichos controles e indicadores.

Figura 46. Pantalla principal de la interfaz que es la de presentación al usuario



Fuente: Autores

Figura 47. Pantalla principal de los elementos y circuitos que analiza

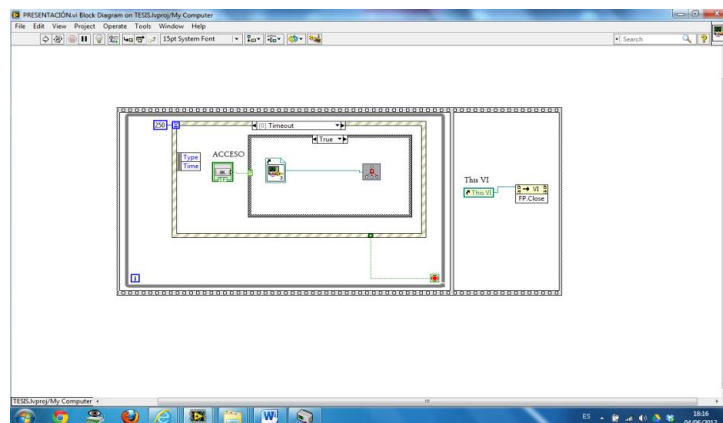


Fuente: Autores

Un control puede tomar muchas formas, y muchas de estas formas el dibujo real usado en instrumentos reales. Otros son estrictamente conceptos digitales o analógicos. Pero todos los controles tienen una forma visual que indican al usuario cual es el estado de dicho control en el instrumento real.

**3.2.1.2 Pantalla del proceso.** El diagrama de bloques del VI sería la cara oculta del Panel Frontal, una cara que el usuario del sistema no puede ver. En ella están todos los controles e indicadores interconectados, pareciéndose mucho a un diagrama de esquema eléctrico. Esta cara es mucho menos conceptual que el Panel Frontal y para el usuario sería muy difícil entenderla.

Figura 48. Muestra el diseño en bloques de la cara principal



Fuentes: Autores

Todos los módulos están interconectados, mediante líneas de conexión, por donde circulan los diferentes datos o valores del VI., de esta manera se logra que el VI funcione como un conjunto de elementos, módulos y sub-módulos.

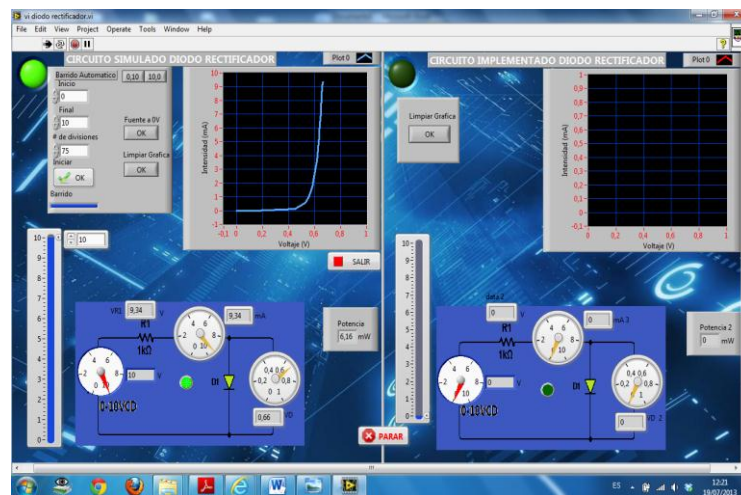
**3.2.2 Circuito del diodo rectificador.** En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del diodo rectificador, en forma real y simulado, se analizará su curva característica, su disparo y las de más variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.2.1 Panel frontal del circuito del diodo rectificador.** En este panel frontal se puede observar un diodo rectificador y una resistencia que actuará como carga (RL) conectados en serie, una fuente de alimentación variable, un voltímetro y amperímetro

conectados en paralelo y en serie respectivamente, los dos diagramas, de simulación e implementado tendrán dos Graph Indicators, que mostrará las curvas características del elemento, con lo que se procederá a realizar la medición y comparación de datos, para su posterior análisis.

También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito en forma rápida y constante para la obtención de una mejor curva del elemento.

Figura 49. Panel frontal del análisis del diodo rectificador



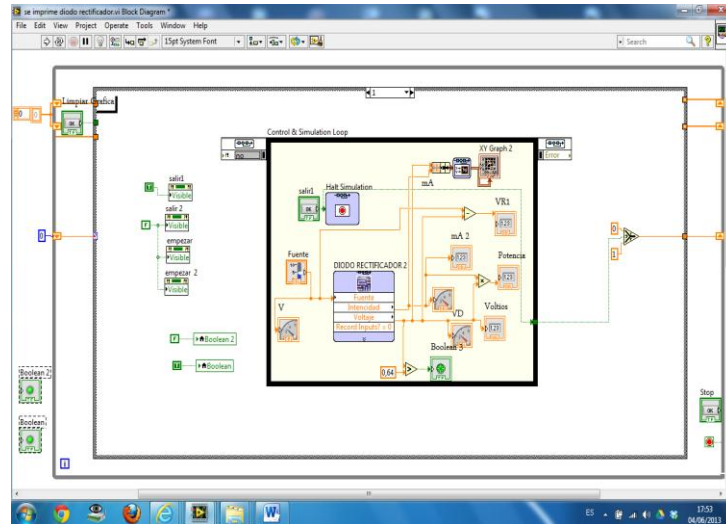
Fuente: Autores

**3.2.2.2 Funcionamiento del circuito del diodo.** El diodo rectificador es un elemento semiconductor que al ser energizado con voltaje VCD, supera su potencial de barrer y entra en conducción su voltaje se mantiene constante pero su intensidad se eleva, una vez disparado el diodo que es a 0.7VCD el resto de voltaje se disipa en la resistencia de carga.

*El circuito de simulación.* En el diagrama de simulación también consta de un diodo rectificador 1N4007 y una resistencia de 1kΩ, en el cual se analizará, sus parámetros de voltaje e intensidad. Para obtener su curva característica  $I=f(V)$ , variamos el voltaje desde 0 hasta los 10VCD a través de un barrido automático que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla, que proporciona el voltaje de simulación de forma automática, para obtener así la curva del diodo rectificador de la manera más adecuada,

el voltaje de la resistencia y el diodo se muestran en los indicadores principales del instrumento virtual.

Figura 50. Diagrama de bloques de circuito simulado del diodo rectificador



Fuente: Autores

Entonces se puede decir que, cuando la tensión externa supera la tensión umbral, la barrera de potencial desaparece, de forma que para pequeños incrementos de tensión se producen grandes variaciones de la intensidad de corriente, por eso se ha procedido a conectar una resistencia en serie que provocará una caída de tensión alta, que evitará la destrucción del diodo.

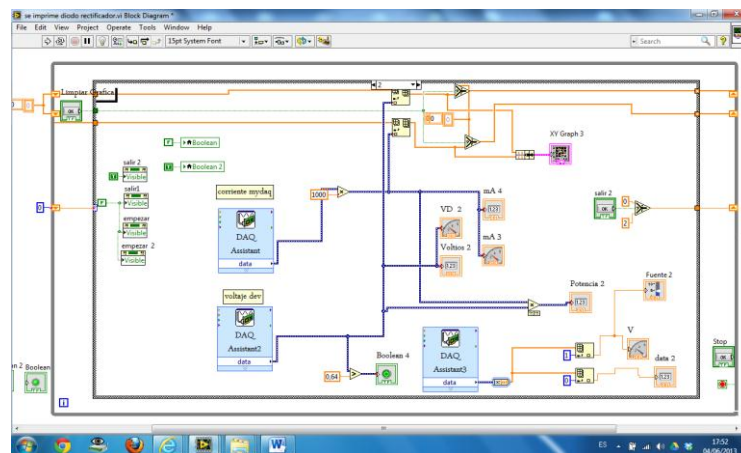
Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

*El circuito de implementado* Al igual que en el circuito simulado consta de un diodo rectificador 1N4007 de las mismas características para ser analizado en este también se conectara una resistencia en serie que provocará una caída de tensión alta que impedirá que el diodo rectificador se destruya, una fuente de alimentación externa variable que es controlada mediante un potenciómetro el cual regulará el voltaje de entrega al circuito desde 0 a 10VCD, este voltaje es medido a través de las terminales de entrada analógica AI0.

La caída de tensión de en la resistencia es tomada a través de las entradas de las terminales analógicas AI1.

El voltaje del diodo es analizado a través de la entrada analógica del voltímetro de la tarjeta NI myDAQ.

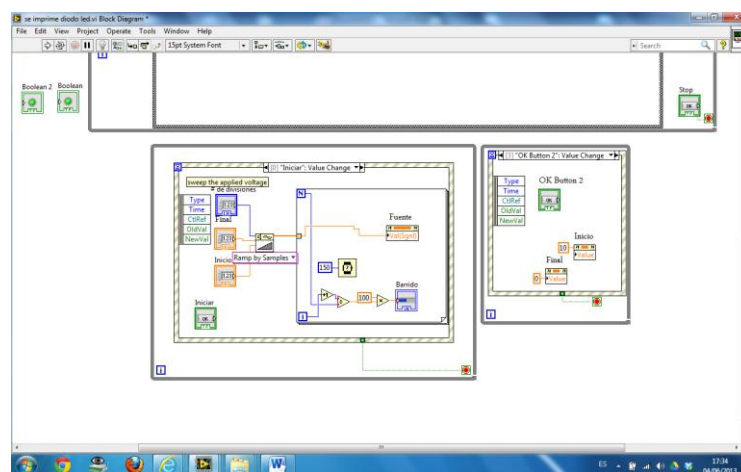
Figura 51. Diagrama de bloques de circuito implementado del diodo rectificador



Fuente: Autores.

*Barrido automático.* Es la parte automática de la fuente de alimentación del circuito del Led, realiza de forma automática un barrido de voltaje, es decir aumenta o disminuye el voltaje de la fuente de alimentación constantemente, permitiendo así de manera uniforme y precisa la obtención de la curva característica del elemento.

Figura 52. Diagrama de bloques del barrido automático diodo rectificador



Fuente: Autores

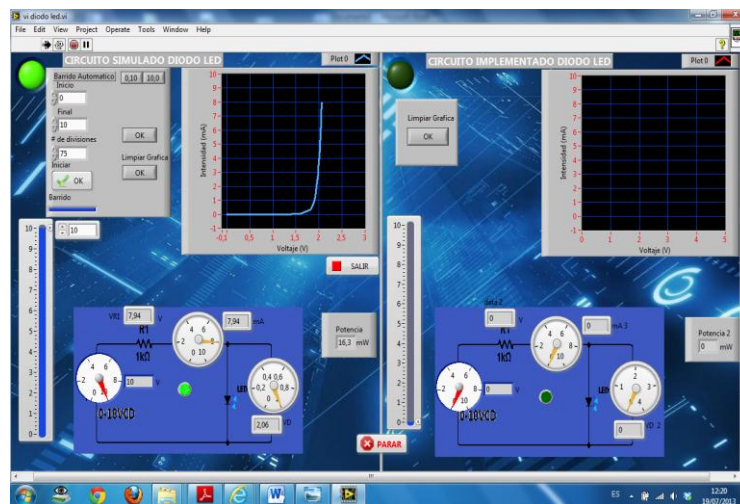


Cabe mencionar que este barrido automático, es el que se utilizará para todos los elementos, debido a que su programación es la misma para todos estos, se entiende así entonces que no hace falta poner la información en cada uno de estos elementos y circuitos electrónicos debido a que su función es la misma y ocasionaría confusiones que no permitieran el entendimiento del mismo

**3.2.3** *Circuito del Led.* En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del Led, en forma real y simulado, se analiza su curva característica, su disparo y las de más variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.3.1** *Panel frontal del circuito del Led.* En este panel frontal se puede observar un diodo y una resistencia que actuará como carga (RL) conectados en serie, una fuente de alimentación variable, un voltímetro y amperímetro conectados en paralelo y en serie respectivamente, los dos diagramas, de simulación e implementado, tendrán Graph Indicators, que mostrará las curvas características del elemento, con lo que se procederá a realizar la medición y comparación de datos, para su posterior análisis.

Figura 53. Panel frontal del análisis del Led



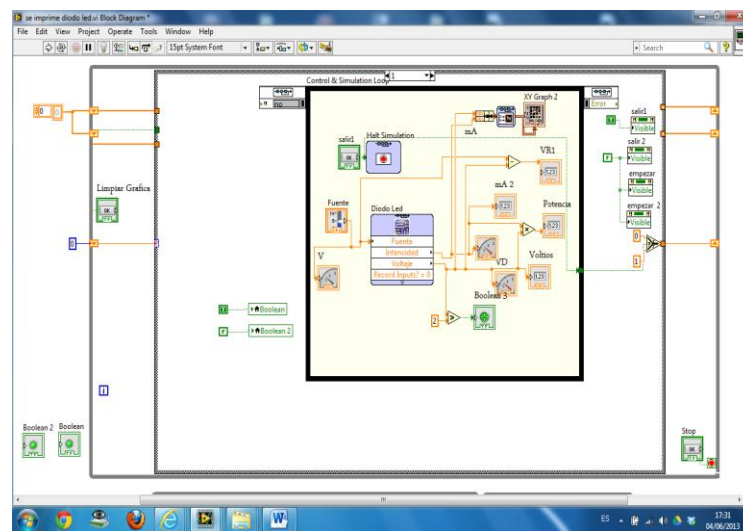
Fuente: Autores

**3.2.3.2** *Funcionamiento del circuito del Led.* El Led es un elemento semiconductor que al ser energizado a cierto voltaje se dispara y se mantiene constante, una vez activado elemento, su corriente aumenta generando así un brillo de luminosidad mucho más fuerte, a continuación se explica los dos diagramas del Led.

*El circuito de simulación.* La parte de la simulación consta de un Led y una resistencia conectados en serie a la fuente de alimentación, en el cual se analiza, sus parámetros de voltaje e intensidad y su curva característica  $I=f(V)$ , variamos el voltaje desde 0 hasta los 10 voltios a través de un barrido automático que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla, que proporciona el voltaje de simulación de forma automática, para obtener así gráfica del Led de forma uniforme, el voltaje de la resistencia y el Led se muestran en los indicadores principales del instrumento virtual, quedando así que una vez disparado el Led voltaje se descarga en la resistencia.

Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

Figura 54. Diagrama de bloques de circuito simulado del Led



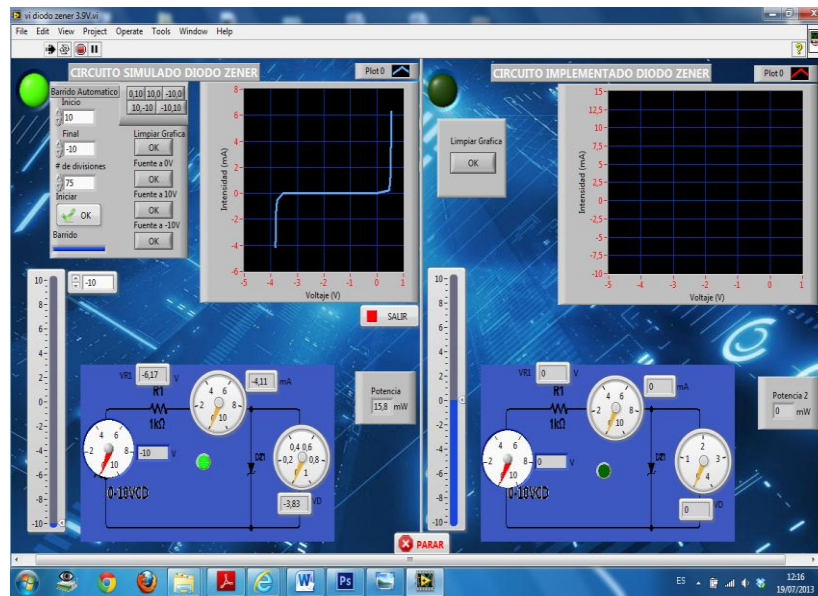
Fuente: Autores

*El circuito de implementado.* Al igual que en el circuito simulado consta de un Led de las mismas características para ser analizado en este también se conectara una resistencia en serie que provocará una caída de tensión alta que impedirá que el Led sobrepase el potencial de barrera, una fuente de alimentación externa variable que es controlada mediante un potenciómetro el cual regulará el voltaje de entrega al circuito desde 0 a 10 VCD, este voltaje es medido a través de las terminales de entrada analógica AI0.





Figura 56. Panel frontal del análisis del diodo Zener



Fuente: Autores

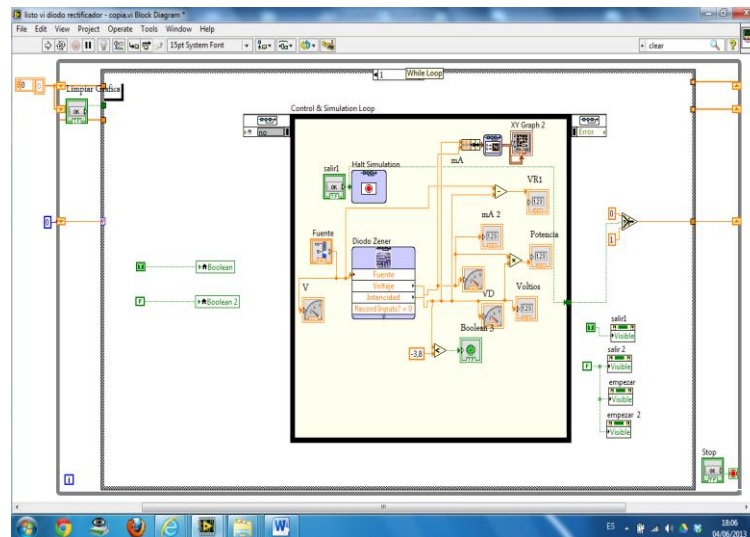
También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perrillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito en forma rápida y constante para la obtención de una mejor curva del elemento.

**3.2.4.2 Funcionamiento del circuito del diodo Zener.** Este tipo de diodo es un elemento semiconductor que funciona en forma inversa comúnmente, pero en este caso analizaremos el comportamiento en polarización directa como inversa, este tipo de diodo Zener utilizará una resistencia limitadora de corriente para evitar la destrucción del mismo, el Zener al ser energizado su voltaje se incrementa hasta llegar a su punto de conducción entrando en funcionamiento, una vez activado el dispositivo, la corriente del Zener tiende a elevarse provocando así una caída de alta en la resistencia sea en polarización directa como inversa.

*El circuito de simulación.* Consta de un diodo Zener en el cual se analizará, sus parámetros de voltaje e intensidad. Para obtener su curva característica  $I=f(V)$ , variamos el voltaje desde 0 a 10VCD y de 0 a -10VCD a través de un barrido automático que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla, que proporciona los voltajes de simulación de forma automática, para obtener así gráfica del diodo Zener en polarización directa y polarización inversa, la caída de voltaje de la resistencia y el

Zener se muestran en los indicadores principales, quedando así que una vez entrado en conducción el diodo Zener, el voltaje restante se descarga en la resistencia en polarización directa como inversa.

Figura 57. Diagrama de bloques del circuito de simulación del diodo Zener



Fuente: Autores.

Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

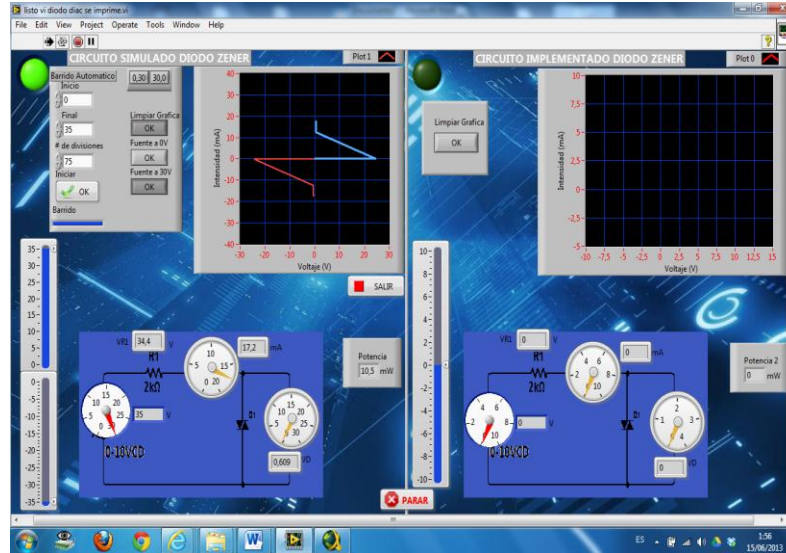
*El circuito de implementado* al igual que el anterior consta de un diodo Zener de las mismas características para ser analizado, una resistencia en serie que provocará una caída de tensión alta en la resistencia que impedirá que el Zener sobrepase el potencial de barrera y se mantendrá en funcionamiento para ser analizado.

También consta de una fuente de alimentación variable que es controlada mediante un potenciómetro el cual regula el voltaje de entrega al circuito del diodo Zener desde 0 a 10VCD, y se utiliza un conmutador de seis pines para poder cambiar la polaridad de la fuente y así poder regular la fuente de forma inversa desde 0 a -10VCD, este voltaje es medido a través de las terminales de entrada analógica AI0 y se muestra en los graph indicators.



que tendrán Graph Indicators para la visualización, con lo que se procederá a realizar la medición y comparación de datos real y simulado, para su posterior análisis.

Figura 59. Panel frontal del análisis del Diac



Fuente: Autores

También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perrillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito en forma rápida y constante para la obtención de una mejor curva del elemento.

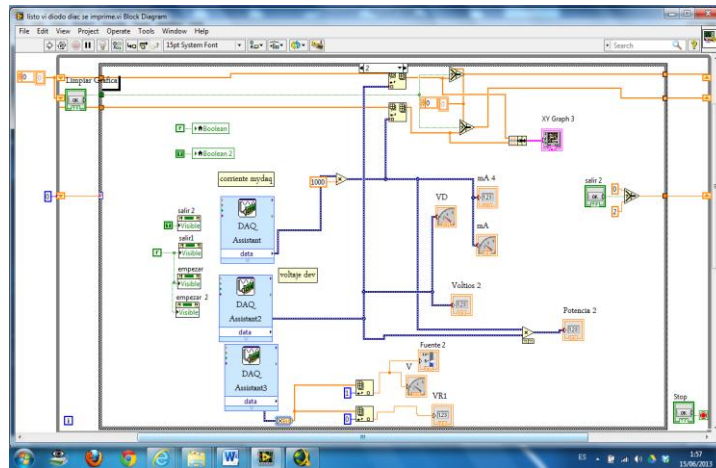
**3.2.5.2 Funcionamiento del circuito del Diac.** El Diac es un elemento semiconductor bidireccional es decir que funciona en ambos sentidos, este elemento se dispara a un voltaje comprendido entre 20 y 40 voltios, este es un elemento de potencia comúnmente sirve para disparar al Triac, su corriente está en rango de los microamperios, sus diagramas de simulación e implementado se explican a continuación.

*El circuito de simulación.* Consta de un Diac y una resistencia conectados en serie a la fuente de alimentación, en el cual se analizará, sus parámetros de voltaje e intensidad y su curva característica  $I=f(V)$ , variamos el voltaje desde 0 hasta -35VCD y de 0 a 35 VCD en forma simultanea para obtener las dos curvas tanto positiva como negativa del Diac a través de un barrido automático que se encuentra en la parte superior izquierda de la pantalla, que proporciona el voltaje de simulación de forma automática, para obtener así la gráfica del Diac de manera adecuada, el voltaje de la resistencia y el Diac.





Figura 61. Diagrama de bloques de circuito implementado del Diac

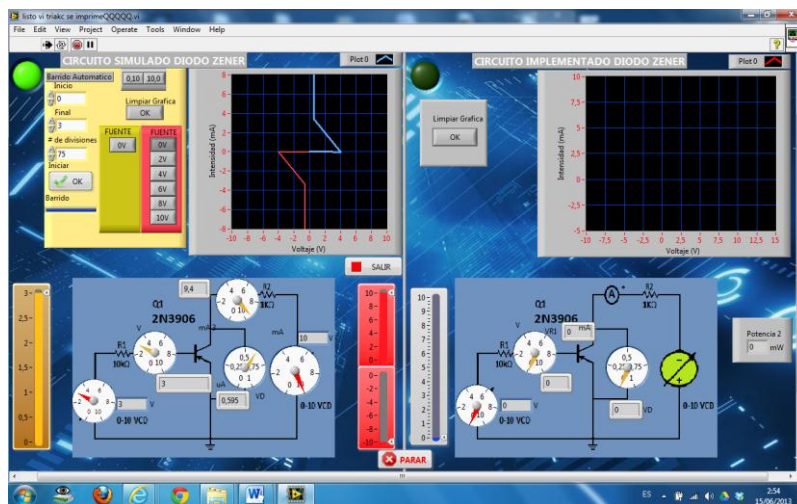


Fuente: Autores.

**3.2.6 Circuito del Triac.** En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del Triac, en forma real y simulado, se analizará su curva característica, su disparo y las de más variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.6.1 Panel frontal del circuito del Triac.** En este panel frontal se observa un Triac y una resistencia que actuará como carga (RL) conectado en serie, dos fuentes de alimentación variable de -10 a +10 Volt, un voltímetro y amperímetro conectados en paralelo y en serie respectivamente.

Figura 62. Panel frontal del análisis del Triac



Fuente: Autores.

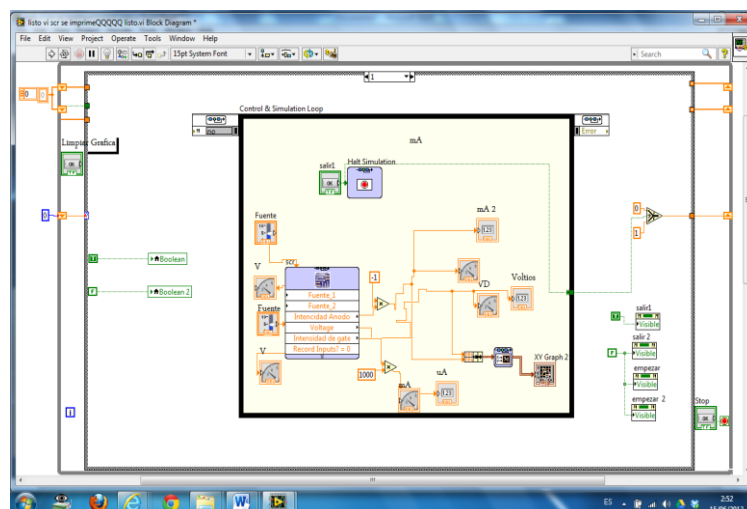
Se muestra también dos diagramas, de simulación del circuito e implementado, los que tendrán Graph Indicators para la visualización de la curva característica, con lo que se procederá a realizar la medición y comparación de datos, tanto en lo real como en lo simulado.

También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito en forma rápida y constante para la obtención de una mejor curva del elemento.

**3.2.6.2 Funcionamiento del circuito del Triac.** El Triac es un tiristor bidireccional de tres terminales. Permite el paso de corriente del terminal A1 al A2 y viceversa es decir es bidireccional, y puede ser disparado con tensiones de puerta de ambos signos., sus diagramas de simulación e implementado se explican a continuación.

*El circuito de simulación.* Consta de un Triac y una resistencia conectados en serie a la fuente de alimentación, en el cual se analizará, sus parámetros de voltaje e intensidad y su curva característica  $I=f(V)$ , variamos el voltaje desde 0 hasta -10VCD y de 0 a 10 VCD en forma simultanea para obtener las dos curvas tanto positiva como negativa del Triac en forma manual para obtener así gráfica del Triac de la manera más adecuada, el voltaje de la resistencia y el Triac se muestran en los indicadores principales.

Figura 63. Diagrama de bloques de circuito simulado del Triac



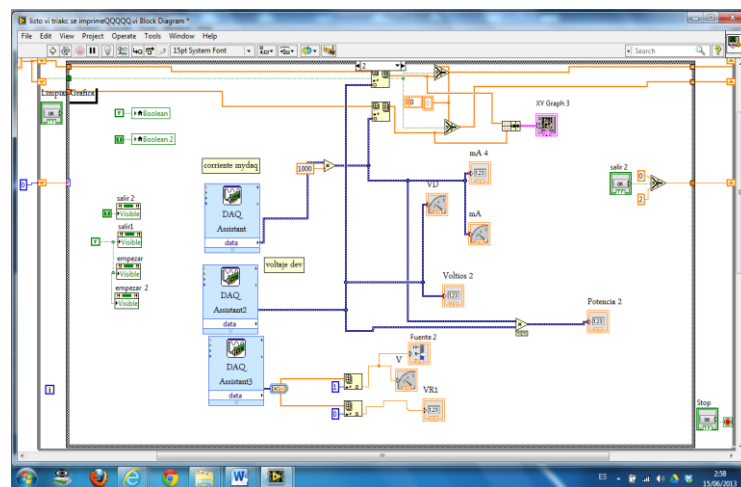
Fuente: Autores

Antes de dispararse el Triac la intensidad es muy baja y su voltaje es elevado, una vez entrado en funcionamiento este elemento el voltaje de este se reduce a 0.6 voltios que es el de trabajo y se mantiene constante así nosotros subamos más la tensión de la fuente, pero la intensidad del elemento tiende a subir, en polarización directa como inversa como se observa en el gráfica del circuito.

Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

*El circuito de implementado.* Al igual que en el circuito simulado tenemos un Triac de las mismas características para ser analizado en este también se conectara una resistencia en serie que provocará una caída de tensión alta que impedirá que el Triac sobrepase el potencial de barrera.

Figura 64. Diagrama de bloques de circuito implementado del Triac



Fuente: Autores.

Consta de dos fuente de alimentación variables que son controladas mediante unos potenciómetros, el cual regulará el voltaje de entrega al circuito del Triac desde 0 a 10VCD, y se utiliza un conmutador de seis pines para poder cambiar la polaridad de la fuente y así poder regular el voltaje de entrega de forma inversa desde 0 a -10VCD, se utilizará para el análisis las dos fuentes si bien el polarización directa o en inversa, la fuente 2 subimos a un voltaje mayor a 0.7VCD entre los terminales MT2 y MT1, y por



medio de la fuente 1 subimos el voltaje de la compuerta hasta que se dispare el Triac. Si el voltaje de compuerta es igual o superior al voltaje de activación, los valores de los circuitos se comportan como si se tratara de un diodo rectificador normal.

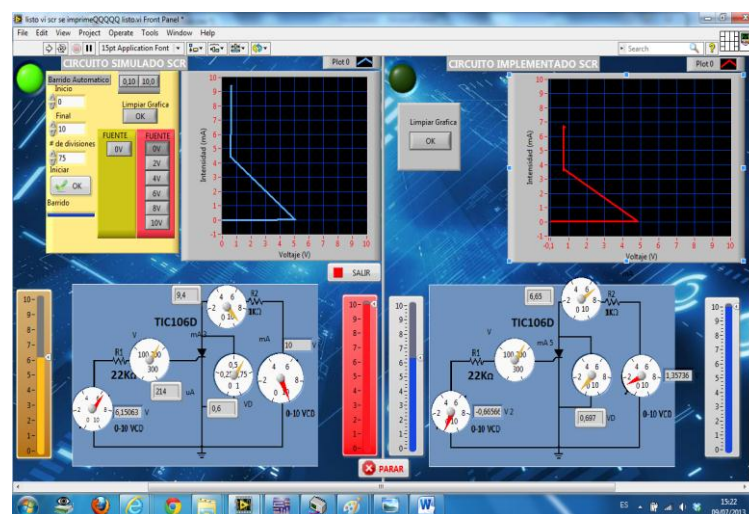
La caída de tensión de en la resistencia es tomada a través de las entradas de las terminales analógicas A11. El voltaje del diodo es analizado a través de la entrada analógica del voltímetro de la tarjeta NI myDAQ. Las entradas analógicas pueden medir de -10 a 10VDC y las entradas del voltímetro pueden medir desde -60 a 60 VCD.

Se podrá observar su curva característica  $I=f(V)$  en el graph indicators, la medición de voltajes y corrientes se las realizará por medio de las entradas analógicas de la tarjeta NI myDAQ y serán mostradas en los indicadores principales del panel frontal.

**3.2.7 Circuito del SCR.** En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del SCR, en forma real y simulado, se analizará su curva característica, su disparo y las de más variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.7.1 Panel frontal del circuito del SCR.** Este panel frontal consta de un SCR y una resistencia que actuará como carga (RL) conectados en serie, dos fuentes de alimentación variable de -10 a +10VCD, un voltímetro y amperímetro conectados en paralelo y en serie respectivamente.

Figura 65. Panel frontal del análisis del SCR



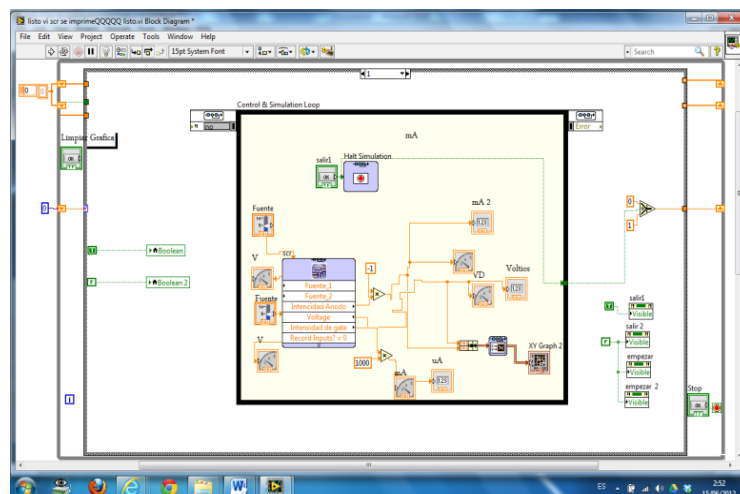
Fuente: Autores

Se muestra también los diagramas, de simulación e implementado, los que tendrán Graph Indicators para la visualización, con lo que se procederá a realizar la medición y comparación de datos, real y simulado, para su posterior análisis.

**3.2.7.2 Funcionamiento del circuito del SCR.** El SCR es un dispositivo electrónico semiconductor de silicio, pertenece a la familia de los diodos PNPN, se comporta como un interruptor o conmutador biestable y es el miembro más conocido de la familia de los tiristores. El tiristor rectificador controlado de silicio está formado por tres uniones P-N dispuestas de forma alternativa. Se diferencia de un diodo PNPN normal por el hecho de tener aplicado un electrodo denominado compuerta (G) en una de las zonas intermedias, en este caso en la zona P, sus diagramas de simulación e implementado se explican a continuación.

*El circuito de simulación.* Este circuito tiene un SCR y una resistencia conectados en serie a la fuente de alimentación, en el cual se analizará sus parámetros de voltaje e intensidad y su curva característica  $I=f(V)$ , variamos el voltaje desde 0 hasta -10VCD y de 0 a 10 VCD en forma simultanea para obtener las dos curvas tanto positiva como negativa del SCR en forma manual de la manera más adecuada, el voltaje de la resistencia y el SCR se muestran en los indicadores principales del VI.

Figura 66. Diagrama de bloques del circuito simulado SCR



Fuente: Autores

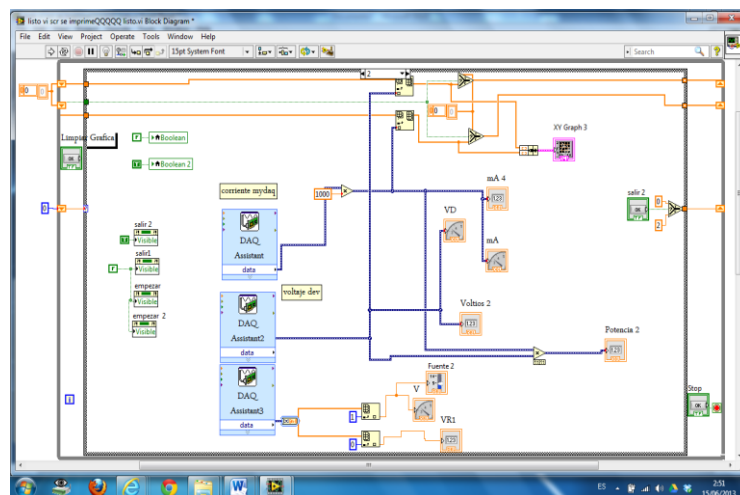
Antes de dispararse el SCR la intensidad es muy baja y su voltaje es elevado, una vez disparado este elemento el voltaje de este se reduce a 0.6 voltios que es el de trabajo y se

mantiene constante así nosotros subamos más la tensión, pero la intensidad del elemento en cambio tiende a subir, en polarización directa como se observa en la gráfica anterior.

Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

*El circuito de implementado.* Al igual que en el circuito simulado tenemos un SCR de las mismas características para ser analizado en este también se conectara una resistencia en serie que provocará una caída de tensión alta que impedirá que el SCR sobrepase el potencial de barrera, dos fuente de alimentación variables que es controlada mediante un potenciómetro el cual regulará el voltaje de entrega al circuito del SCR desde 0 a 10 VCD, y se utiliza un conmutador de seis pines para poder cambiar la polaridad de la fuente y así poder regular el voltaje de forma inversa desde 0 a -10VCD, se utiliza para el análisis las dos fuentes en polarización directa o en inversa.

Figura 67. Diagrama de bloques de circuito implementado del SCR



Fuente: Autores.

La fuente 2 subimos a un voltaje mayor a 0.7VCD entre los terminales ánodo y cátodo, y por medio de la fuente 1 subimos el voltaje de la compuerta hasta que se dispare el SCR. Si el voltaje de compuerta es igual o superior al voltaje de activación, los valores del circuito se comportan como si se tratara de un diodo rectificador. Este voltaje es medido a través de las terminales de entrada analógica AI0.

La caída de tensión de en la resistencia es tomada a través de las entradas de las terminales analógicas AI1.

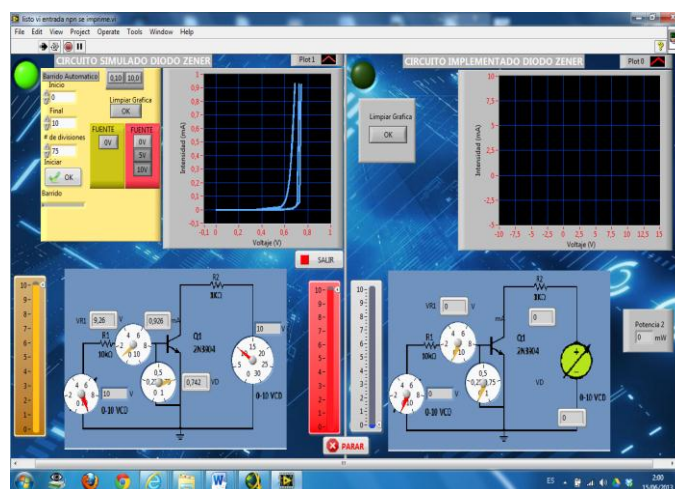
El voltaje del diodo es analizado a través de la entrada analógica del voltímetro de la tarjeta NI myDAQ.

Se podrá observar su curva característica  $I=f(V)$  en el graph indicators del VI, la medición de voltajes y corrientes se las realizará por medio de las entradas analógicas de la tarjeta NI myDAQ y serán mostradas en los indicadores principales del panel frontal del VI.

**3.2.8** *Circuito curvas de entrada del transistor NPN.* En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del Transistor, real y simulado, se analiza su curva característica, su disparo y las de más variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.8.1** *Panel frontal del circuito transistor NPN.* Este panel frontal consta de un transistor NPN y dos resistencias de  $10k\Omega$  y  $1k\Omega$  conectados en serie con el colector y en serie con la base, dos fuentes de alimentación variable de  $0$  a  $+10$  VCD para el NPN. La fuente 1 de circuito esta conecta el positivo de esta con la resistencia en serie a la base del transistor y el negativo a tierra, la fuente 2 en cambio esta conecta en serie con la resistencia de colector.

Figura 68. Panel frontal curvas de entrada circuito simulado del Transistor NPN



Fuente: Autores

Un voltímetro y amperímetro conectados en paralelo y en serie respectivamente, se muestra también los diagramas, de simulación e implementado, los mismos que tendrán Graph Indicators para la visualización de sus curvas características, con lo que se procederá a realizar la medición y comparación de datos, real y simulado, para su posterior análisis.

También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perrillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito en forma rápida y constante para la obtención de una mejor curva del elemento.

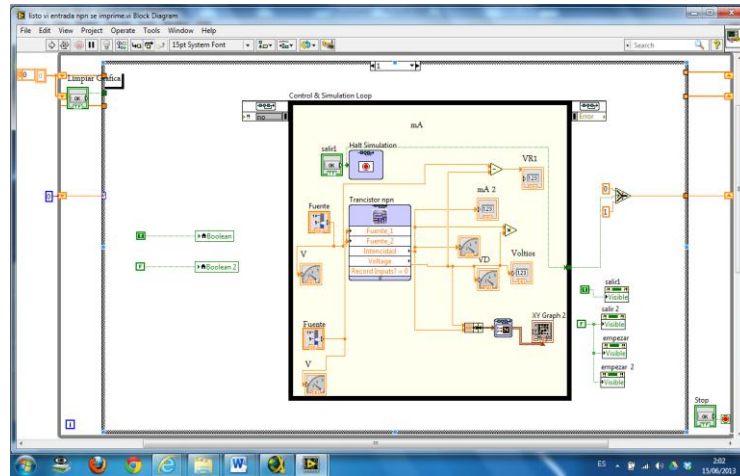
**3.2.8.2** *Funcionamiento del circuito de entrada del transistor NPN.* Un transistor NPN puede ser considerado como dos diodos con la región del ánodo compartida. En una configuración normal, la unión emisor-base se polariza en directa y la unión base-colector en inversa. Debido a la agitación térmica los portadores de carga del emisor pueden atravesar la barrera de potencial emisor-base y llegar a la base. A su vez, prácticamente todos los portadores que llegaron son impulsados por el campo eléctrico que existe entre la base y el colector.

*El circuito de simulación.* Consta de un transistor NPN 3904, una resistencias de  $10\text{k}\Omega$  conectada en serie a la base y una resistencia de  $1\text{k}\Omega$  conectada en serie con el colector, dos fuentes de alimentación, la fuente 1 para realizar el barrido de voltaje automático conectada entre la resistencia de base y tierra, la fuente 2 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V 10V se conecta entre la resistencia de colector y tierra para así poder obtener las curvas de entrada del transistor este Procedimiento se realiza través de barrido automático, para obtener una forma de curvas bien formadas.

Las curvas obtenidas en este circuito está en función del voltaje base-emisor fuente 1 para los valores del voltaje colector-emisor 0V 5V 10V fuente .2 como se observa en la gráfica del panel frontal de VI (ver fig 68).

Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

Figura 69. Diagrama de bloques curvas de entrada circuito simulado del Transistor NPN.



Fuente: Autores

*El circuito de implementado.* Al igual que en el circuito simulado tenemos transistor NPN 3904, una resistencias de  $10k\Omega$  conectada en serie a la base y una resistencia de  $1k\Omega$  conectada en serie con el colector, dos fuentes de alimentación, la fuente 1 para realizar el barrido de voltaje automático conectada entre la resistencia de base y tierra, la fuente 2 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V 10V se conecta entre la resistencia de colector y tierra para así poder obtener las curvas de entrada del transistor este Procedimiento se realiza de forma manual, subiendo los voltajes de la fuente 2 del circuito real a 2V 5V 10V y realizando un barrido de voltaje para 2V 5 V y 10V de forma manual pero con un movimiento uniforme para obtener así las curvas de entrada del transistor bien realizadas, estas serán observadas en el graph indicators del panel frontal del VI.

Este voltaje base-emisor es medido a través de las terminales de entrada analógica AIO.

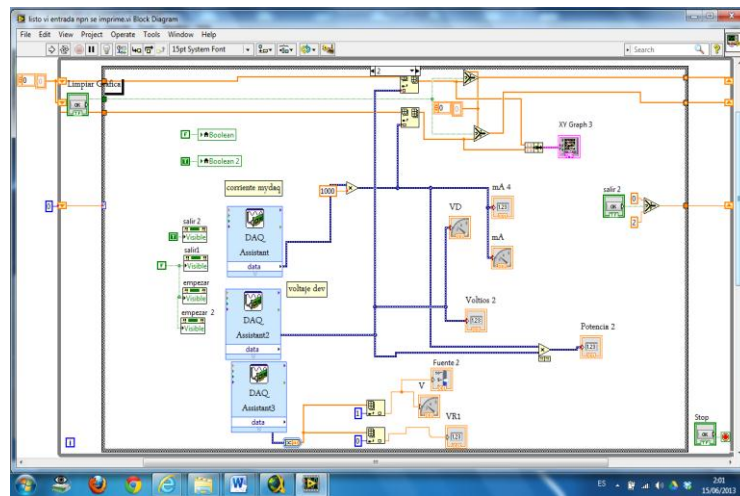
La caída de tensión de en la resistencia es tomada a través de las entradas de las terminales analógicas AI1.

La intensidad es medida a través de la entrada analógica del voltímetro de la tarjeta NI myDAQ.

Las entradas analógicas pueden medir de -10 a 10VDC y las entradas del voltímetro pueden medir desde -60 a 60 VCD.



Figura 70. Diagrama de bloques curvas de entrada del transistor NPN implementado

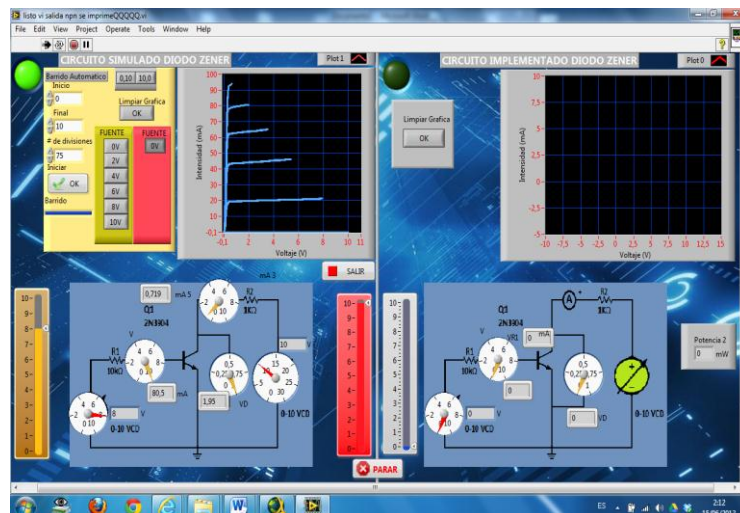


Fuente: Autores.

**3.2.9** *Circuito curvas de salida del transistor NPN.* En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del Transistor, real y simulado, se analiza su curva característica, su disparo y las de más variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.9.1** *Panel frontal del circuito transistor NPN.* Este panel frontal consta de un transistor NPN y dos resistencias de  $10k\Omega$  y  $1k\Omega$  conectados en serie con el colector y en serie con la base, dos fuentes de alimentación variable de 0 a +10 VCD para el NPN.

Figura 71. Panel frontal curvas de salida circuito simulado del Transistor NPN



Fuente: Autores

La fuente 2 de circuito esta conecta el positivo de esta con la resistencia en serie a la base del transistor y el negativo a tierra, La fuente 1 en cambio esta conecta en serie con la resistencia de colector.

Un voltímetro y amperímetro conectados en paralelo y en serie respectivamente, se muestra también los diagramas, de simulación e implementado, los mismos que tendrán Graph Indicators para la visualización de sus curvas características, con lo que se procederá a realizar la medición y comparación de datos, real y simulado, para su posterior análisis.

También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perrillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito en forma rápida y constante para la obtención de una mejor curva del elemento.

**3.2.9.2** *Funcionamiento del circuito de salida del transistor NPN.* Un transistor NPN puede ser considerado como dos diodos con la región del ánodo compartida. En una configuración normal, la unión emisor-base se polariza en directa y la unión base-colector en inversa. Debido a la agitación térmica los portadores de carga del emisor pueden atravesar la barrera de potencial emisor-base y llegar a la base.

*El circuito de simulación.* Consta de un transistor NPN 3904, una resistencias de  $10\text{k}\Omega$  conectada en serie a la base y una resistencia de  $1\text{k}\Omega$  conectada en serie con el colector, dos fuentes de alimentación, es lo contrario del circuito anterior en este caso se invierten las fuentes ,la fuente 2 para realizar el barrido de voltaje automático conectada en serie entre la resistencia de colector y tierra, la fuente 1 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V 10V se conecta entre la resistencia de base y tierra para así poder obtener las curvas de salida del transistor este procedimiento se realiza través de barrido automático, para obtener una forma de curvas bien formadas.

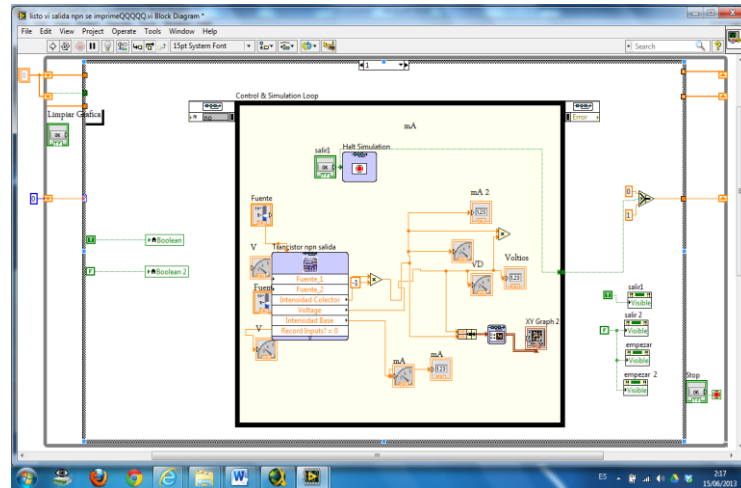
Las curvas obtenidas en este circuito está en función del voltaje base-emisor fuente 1 para los valores del voltaje colector-emisor 0V 5V 10V fuente .2 como se observa en la gráfica del panel frontal de VI (ver fig 71).

Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción



LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

Figura 72. Diagrama de bloques curvas de salida circuito simulado del Transistor NPN



Fuente: Autores

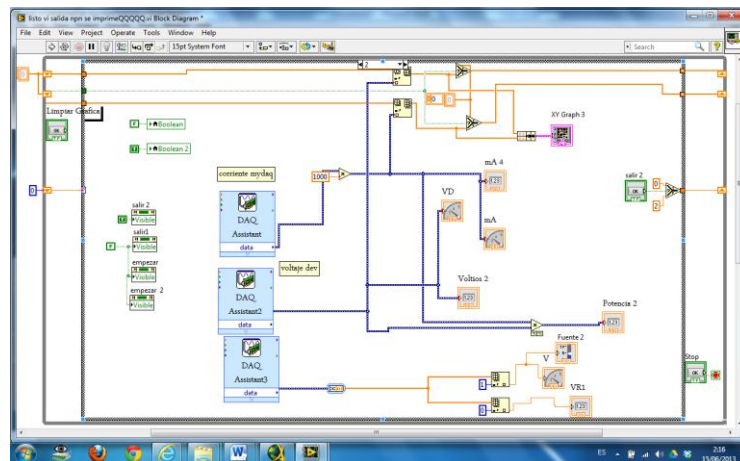
*El circuito de implementado.* Al igual que en el circuito simulado tenemos transistor NPN 3904, una resistencias de 10kΩ conectada en serie a la base y una resistencia de 1kΩ conectada en serie con el colector, dos fuentes de alimentación, la fuente 2 para realizar el barrido de voltaje automático conectada entre la resistencia de colector y tierra, la fuente 1 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V 10V se conecta entre la resistencia de base y tierra para así poder obtener las curvas de entrada del transistor este *Procedimiento* se realiza de forma manual, subiendo los voltajes de la fuente 1 del circuito real a 2V 5V 10V y realizando un barrido de voltaje con la fuente 1 para valores de 2V 5 V y 10V de forma manual pero con una movimiento uniforme para obtener así las curvas de salida del transistor bien realizadas, estas serán observadas en el graph indicators del panel frontal del VI.

Este voltaje base-emisor es medido a través de las terminales de entrada analógica AIO.

La caída de tensión de en la resistencia es tomada a través de las entradas de las terminales analógicas AI1.

La intensidad es medida a través de la entrada analógica del voltímetro de la tarjeta NI myDAQ.

Figura 73. Diagrama de bloques curvas de salida del transistor NPN implementado



Fuente: Autores.

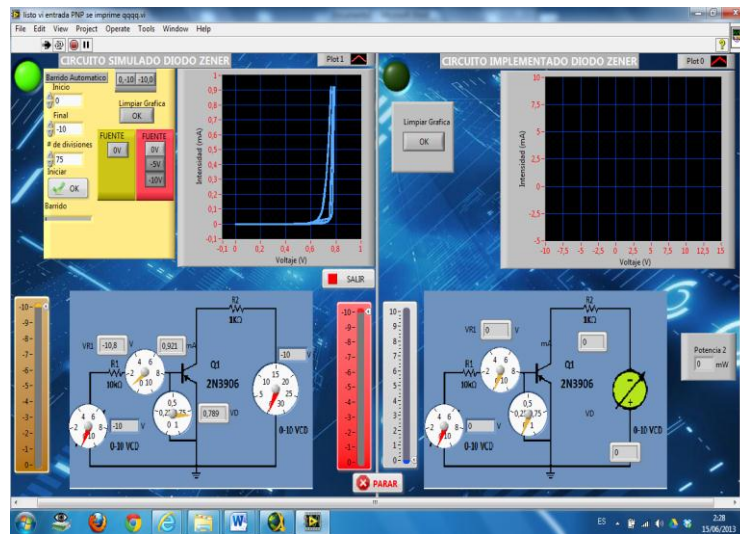
**3.2.10** *Circuito curvas de entrada del transistor PNP.* En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del Transistor, real y simulado, se analiza su curva característica, su disparo y las de más variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.10.1** *Panel frontal del circuito transistor PNP.* Este panel frontal consta de un transistor PNP y dos resistencias de 10k $\Omega$  y 1k $\Omega$  conectados en serie con el colector y en serie con la base, dos fuentes de alimentación variable de 0 a +10 VCD para el PNP.

La fuente 1 de circuito esta conecta el positivo de esta con la resistencia en serie a la base del transistor y el negativo a tierra, La fuente 2 en cambio esta conecta en serie con la resistencia de colector

Un voltímetro y amperímetro conectados en paralelo y en serie respectivamente, se muestra también los diagramas, de simulación e implementado, los mismos que tendrán Graph Indicators para la visualización de sus curvas características, con lo que se procederá a realizar la medición y comparación de datos, real y simulado, para su posterior análisis. También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perrillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito en forma rápida y constante para la obtención de una mejor curva del elemento.

Figura 74. Panel frontal curvas de entrada circuito simulado del Transistor PNP



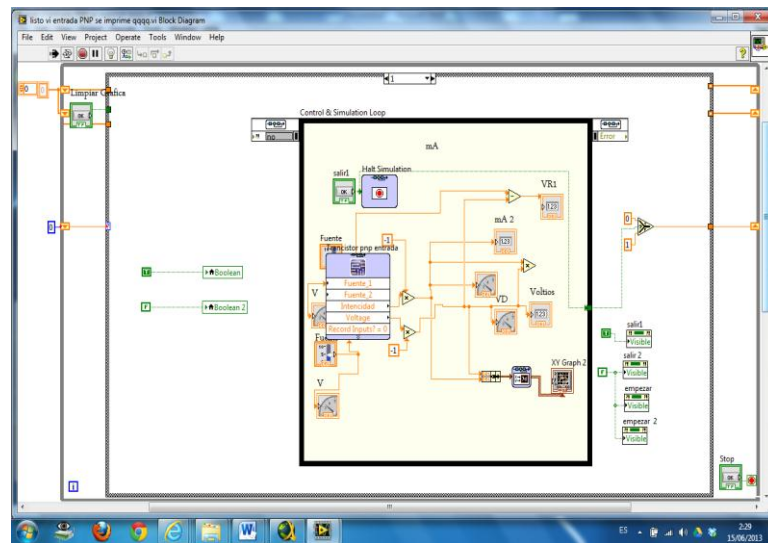
Fuente: Autores

**3.2.10.2 Funcionamiento del circuito de entrada del transistor PNP.** Los transistores PNP consisten en una capa de material semiconductor dopado N entre dos capas de material dopado P. Los transistores PNP son comúnmente operados con el colector a masa y el emisor conectado al terminal positivo de la fuente de alimentación a través de una carga eléctrica externa. Una pequeña corriente circulando desde la base permite que una corriente mucho mayor circule desde el emisor hacia el colector. La flecha en el transistor PNP está en el terminal del emisor y apunta en la dirección en la que la corriente convencional circula cuando el dispositivo está en funcionamiento activo.

*El circuito de simulación.* Consta de un transistor PNP 3906, una resistencias de 10kΩ conectada en serie a la base y una resistencia de 1kΩ conectada en serie con el colector, dos fuentes de alimentación, la fuente 1 para realizar el barrido de voltaje automático conectada entre la resistencia de base y tierra, la fuente 2 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V 10V se conecta entre la resistencia de colector y tierra para así poder obtener las curvas de entrada del transistor este procedimiento se realiza través de barrido automático, para obtener una forma de curvas bien formadas.

Las curvas obtenidas en este circuito está en función del voltaje base-emisor fuente 1 para los valores del voltaje colector-emisor 0v 5v 10v fuente .2 como se observa en la gráfica del panel frontal de VI (ver fig 74).

Figura 75. Diagrama de bloques curvas de entrada circuito simulado del Transistor PNP



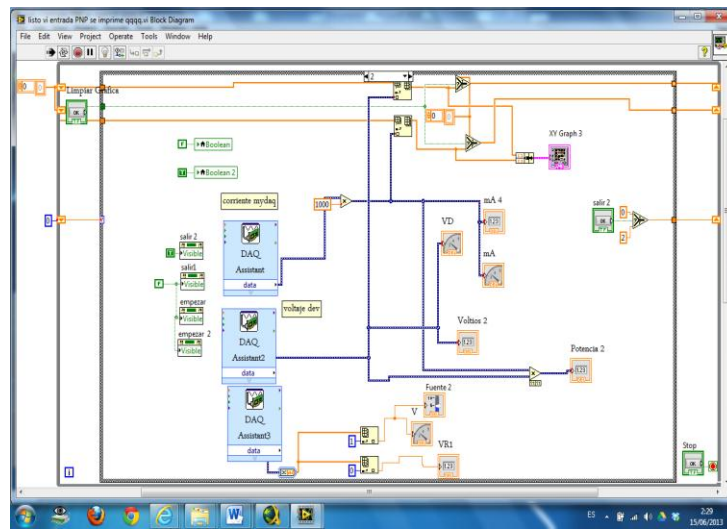
Fuente: Autores

Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

*El circuito de implementado.* Al igual que en el circuito simulado tenemos transistor PNP 3906, una resistencias de  $10k\Omega$  conectada en serie a la base y una resistencia de  $1k\Omega$  conectada en serie con el colector, dos fuentes de alimentación, la fuente 1 para realizar el barrido de voltaje automático conectada entre la resistencia de base y tierra, la fuente 2 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V 10V se conecta entre la resistencia de colector y tierra para así poder obtener las curvas de entrada del transistor.

Este *Procedimiento* se realiza de forma manual, subiendo los voltajes de la fuente 2 del circuito real a 2V 5V 10V y realizando un barrido de voltaje para 2V 5 V y 10V de forma manual pero con una movimiento uniforme para obtener así las curvas de entrada del transistor bien realizadas, estas serán observadas en el graph indicators del panel frontal del VI. Este voltaje base-emisor es medido a través de las terminales de entrada analógica AI0, la caída de tensión de en la resistencia es tomada a través de las entradas de las terminales analógicas AI1, la intensidad es medida a través de la entrada analógica del voltímetro de la tarjeta NI myDAQ.

Figura 76. Diagrama de bloques curvas de entrada de transistor PNP implementado



Fuente: Autores.

Las entradas analógicas pueden medir de -10 a 10VDC y las entradas del voltímetro pueden medir desde -60 a 60 VCD.

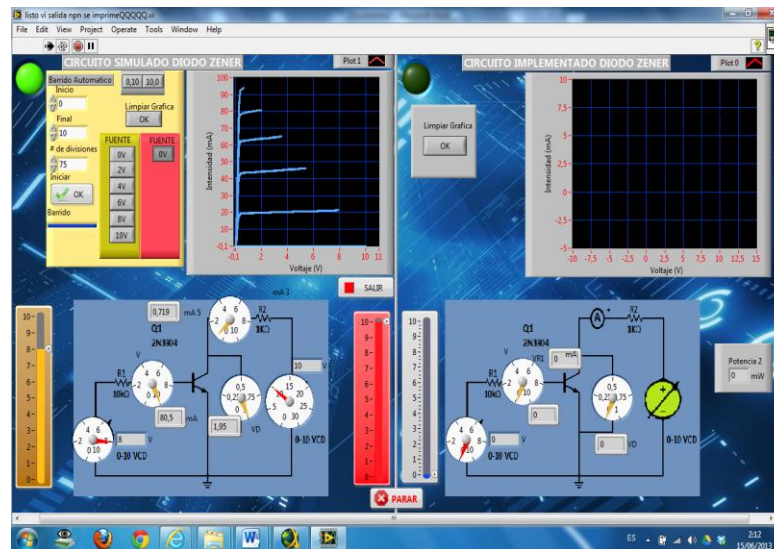
**3.2.11** *Circuito curvas de salida del transistor PNP.* En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del Transistor, real y simulado, se analiza su curva característica, su disparo y las de más variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.11.1** *Panel frontal del circuito transistor PNP.* Este panel frontal consta de un transistor NPN y dos resistencias de 10k $\Omega$  y 1k $\Omega$  conectados en serie con el colector y en serie con la base, dos fuentes de alimentación variable de 0 a +10 VCD para el PNP.

La fuente 2 de circuito esta conecta el positivo de esta con la resistencia en serie a la base del transistor y el negativo a tierra, La fuente 1 en cambio esta conecta en serie con la resistencia de colector.

Un voltímetro y amperímetro conectados en paralelo y en serie respectivamente, se muestra también los diagramas, de simulación e implementado, los mismos que tendrán Graph Indicators para la visualización de sus curvas características, con lo que se procederá a realizar la medición y comparación de datos, real y simulado, para su posterior análisis.

Figura 77. Panel frontal curvas de salida circuito simulado del Transistor PNP



Fuente: Autores

También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perrillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito en forma rápida y constante para la obtención de una mejor curva del elemento.

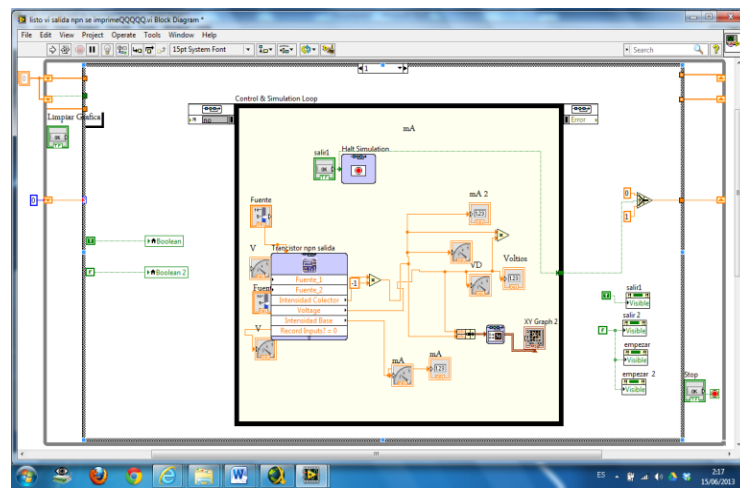
**3.2.11.2 Funcionamiento del circuito de salida del transistor PNP.** Los transistores PNP consisten en una capa de material semiconductor dopado N entre dos capas de material dopado P. Los transistores PNP son comúnmente operados con el colector a masa y el emisor conectado al terminal positivo de la fuente de alimentación a través de una carga eléctrica externa. Una pequeña corriente circulando desde la base permite que una corriente mucho mayor circule desde el emisor hacia el colector.

*El circuito de simulación.* Consta de un transistor PNP 3906, una resistencias de  $10\text{k}\Omega$  conectada en serie a la base y una resistencia de  $1\text{k}\Omega$  conectada en serie con el colector, dos fuentes de alimentación, es lo contrario del circuito anterior en este caso se invierten las fuentes ,la fuente 2 para realizar el barrido de voltaje automático conectada en serie entre la resistencia de colector y tierra, la fuente 1 alimentará al circuito voltajes constantes de  $0\text{V}$   $5\text{V}$   $10\text{V}$  se conecta entre la resistencia de base y tierra para así poder obtener las curvas de salida del transistor este Procedimiento se realiza través de barrido automático, para obtener una forma de curvas bien formadas.



Las curvas obtenidas en este circuito está en función del voltaje base-emisor fuente 1 para los valores del voltaje colector-emisor 0V 5V 10V fuente .2 como se observa en la gráfica del panel frontal de VI (ver fig 77). Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

Figura 78. Diagrama de bloques curvas de salida circuito simulado del Transistor PNP



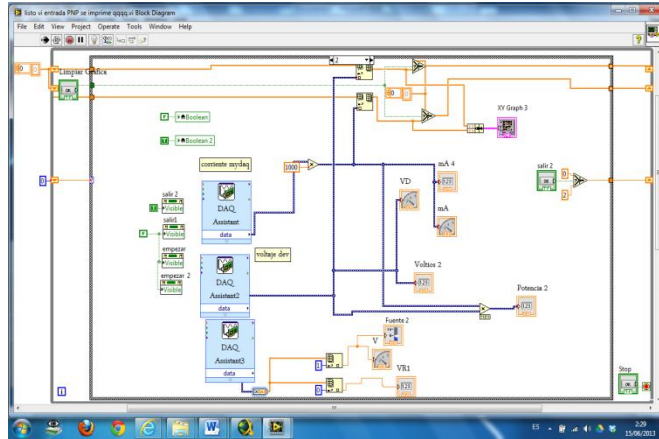
Fuente: Autores

*El circuito de implementado.* Al igual que en el circuito simulado tenemos transistor PNP 3906, una resistencias de 10kΩ conectada en serie a la base y una resistencia de 1kΩ conectada en serie con el colector, dos fuentes de alimentación, la fuente 2 para realizar el barrido de voltaje automático conectada entre la resistencia de colector y tierra, la fuente 1 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V 10V se conecta entre la resistencia de base y tierra para así poder obtener las curvas de entrada del transistor este procedimiento se realiza de forma manual, subiendo los voltajes de la fuente 1 del circuito real a 2V 5V 10V y realizando un barrido de voltaje con la fuente 1 para valores de 2V 5 V y 10V de forma manual pero con una movimiento uniforme para obtener así las curvas de salida del transistor bien realizadas, estas serán observadas el graph indicators del VI. Este voltaje base-emisor es medido a través de las terminales de entrada analógica AIO.

La caída de tensión en la resistencia es tomada a través de las entradas de las AI que son terminales analógicas, la intensidad es medida a través de la entrada analógica del

voltímetro de la tarjeta NI myDAQ, las entradas analógicas pueden medir de -10 a 10VDC y las entradas del voltímetro pueden medir desde -60 a 60 VCD.

Figura 79. Diagrama de bloques curvas de salida del transistor PNP implementado

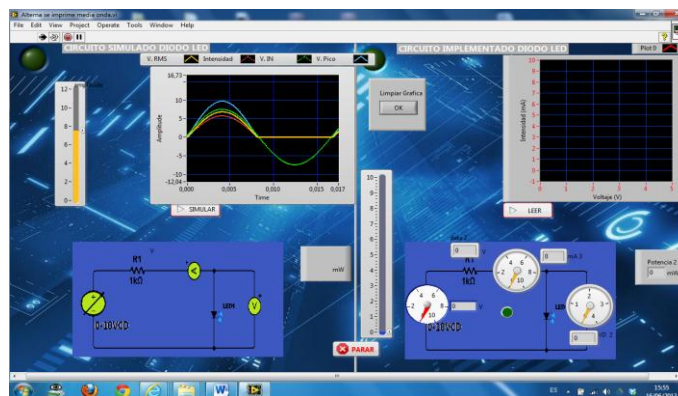


Fuente: Autores.

**3.2.12 Circuito rectificador de media onda.** En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del circuito rectificador de media onda, real y simulado, se analiza su curvas característica, y las demás variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.12.1 Panel frontal del rectificador de media onda.** En este panel frontal consta de una fuente, un diodo 1N4007 conectado a la fuente de alimentación y una resistencia que actuará como carga. El diagrama simulado e implementado tiene su graph indicators para la visualización de las ondas de este tipo de circuito.

Figura 80. Panel frontal circuito rectificador de media onda



Fuente: Autores

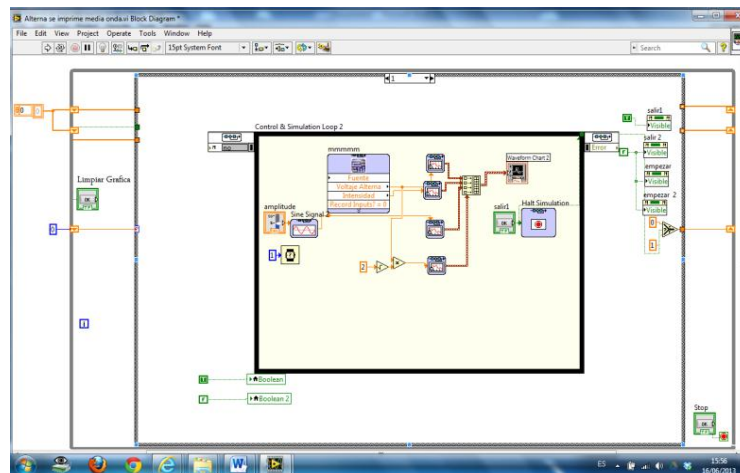


**3.2.12.2 Funcionamiento del circuito rectificador de media onda.** La función de este circuito rectificador de media onda es eliminar uno de los dos semiperiodos de una señal alterna senoidal, proveniente del secundario del transformador. El componente electrónico que se usa para este fin es el diodo, que tiene la propiedad de conducir en un solo sentido.

*El circuito de simulación.* Consta de un diodo 1N4007, una resistencias de  $10k\Omega$ , la fuente de CA conectado en serie, el voltaje de entrega de la fuente de CA se hará mediante los botones del barrido automático de 0 10 VCA para obtener una forma de curvas adecuadas al voltaje que se manipule, con estos valores obtenidos se realizarán los cálculos respectivos y se mostrará en los indicadores respectivos de cada variable.

Las curvas obtenidas en este circuito son tomadas en la resistencia de carga respectiva después del diodo rectificador. Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

Figura 81. Diagrama de bloques simulado del circuito rectificador de media onda

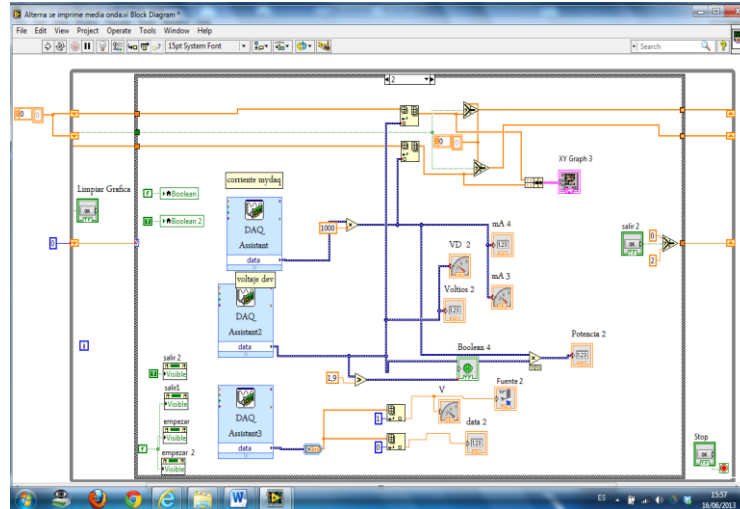


Fuente: Autores

*El circuito de implementado.* Al igual que el circuito simulado consta de un diodo 1N4007, una resistencias de  $10k\Omega$ , la salida del transformador CA conectado en serie, el voltaje de entrega de la fuente de CA se hará de forma manual a través de un potenciómetro de 0 a 10VCA, para obtener una forma de curvas adecuadas al voltaje

que se manipule, con estos valores obtenidos se realizarán los cálculos respectivos y se mostrará en los indicadores respectivos de cada variable.

Figura 82. Diagrama de bloques circuito rectificador de media onda implementado



Fuente: Autores.

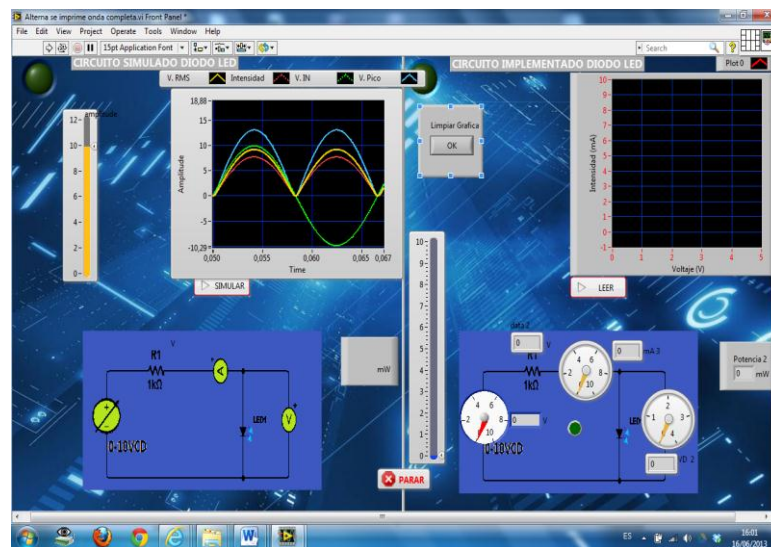
Este voltaje es medido a través de las terminales de entrada analógica AI0, la caída de tensión de en la resistencia es tomada a través de las entradas de las terminales analógicas AI1, la intensidad es medida a través de la entrada analógica del voltímetro de la tarjeta NI myDAQ.

Las entradas analógicas pueden medir de -10 a 10VDC y las entradas del voltímetro pueden medir desde -60 a 60VCD.

**3.2.13** *Circuito rectificador de onda completa tipo puente.* En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del circuito rectificador de onda completa tipo puente, real y simulado, se analiza su curvas característica, y las demás variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.13.1** *Panel frontal del rectificador de onda completa tipo puente.* En este panel frontal consta de cuatro diodos 1N4007 conectado a la fuente y una resistencia que actuará como carga. El diagrama simulado e implementado tiene su graph indicators para la visualización de las ondas de este tipo de circuito. Como se puede observar en la figura 83 también consta de unos cuadritos en la parte superior de graphs que nos indicará que tipo de medición es cada gráfica.

Figura 83. Panel frontal circuito rectificador de onda completa tipo puente



Fuente: Autores

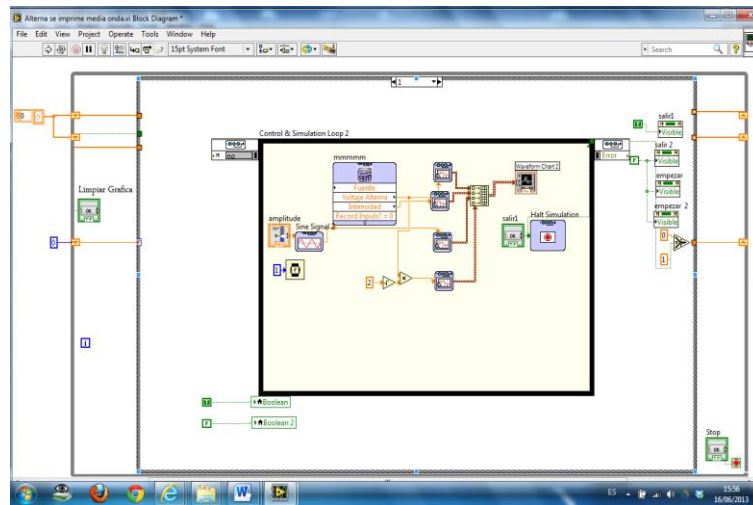
También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito, en este también se encuentra los indicadores principales de voltaje e intensidad obtenidos de las curvas.

**3.2.13.2 Funcionamiento del circuito rectificador de onda completa tipo puente.** En este caso se emplean cuatro diodos con la disposición de la figura anterior. Al igual que el circuito de onda completa sólo son posibles dos estados de conducción, o bien los diodos 1 y 3 están en directa y conducen (tensión positiva) o por el contrario son los diodos 2 y 4 los que se encuentran en inversa y conducen (tensión negativa).

*El circuito de simulación.* Consta de cuatro diodos 1N4007, una resistencias de  $10k\Omega$ , conectados a la fuente de CA, el voltaje de entrega de la fuente de CA se hará mediante los botones del barrido automático de 0 10VCA para obtener una forma de curvas adecuadas al voltaje que se manipule, con estos valores obtenidos se realizarán los cálculos respectivos y se mostrará en los indicadores respectivos de cada variable.

A diferencia del caso anterior, ahora la tensión máxima de salida es la del secundario del transformador (el doble de la del caso anterior), la misma que han de soportar los diodos en inversa, al igual que en el rectificador con dos diodos. Esta es la configuración usualmente empleada para la obtención de onda continua.

Figura 84. Diagrama de bloques circuito rectificador de onda completa tipo puente simulado



Fuente: Autores

Las curvas obtenidas en este circuito son tomadas en la resistencia de carga respectiva después de que los diodos rectifican la señal el VCA en VCC.

Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

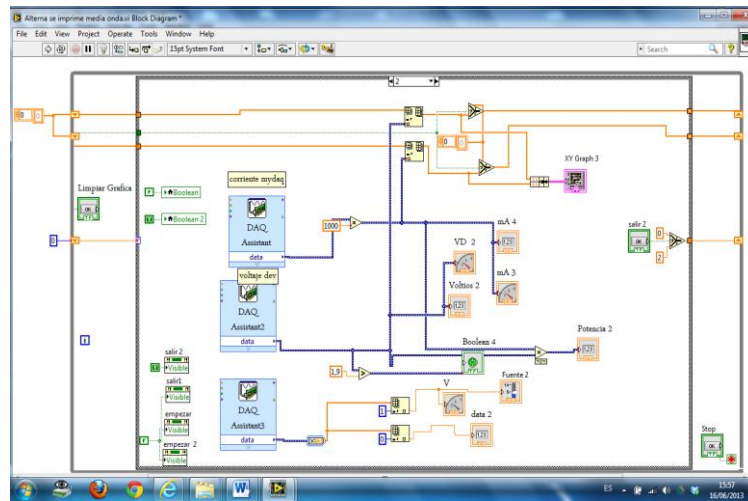
*El circuito de implementado.* Al igual que el circuito simulado consta de cuatro diodos 1N4007, una resistencias de 10k $\Omega$ , Al igual que el circuito de onda completa sólo son posibles dos estados de conducción, o bien los diodos 1 y 3 están en directa y conducen (tensión positiva) o por el contrario son los diodos 2 y 4 los que se encuentran en inversa y conducen (tensión negativa).

El voltaje de entrega de la fuente de CA se hará de forma manual a través de un potenciómetro, de 0 a 10VCA, para obtener una forma de curvas adecuadas al voltaje que se manipule, con estos valores obtenidos se realizarán los cálculos respectivos y se mostrará en los indicadores respectivos de cada variable.

Al igual que el circuito de onda completa sólo son posibles dos estados de conducción, o bien los diodos 1 y 3 están en directa y conducen (tensión positiva) o por el contrario

son los diodos 2 y 4 los que se encuentran en inversa y conducen (tensión negativa) en el circuito real. Este voltaje es medido a través de las terminales de entrada analógica AI0.

Figura 85. Diagrama de bloques circuito rectificador de onda completa tipo puente implementado



Fuente: Autores.

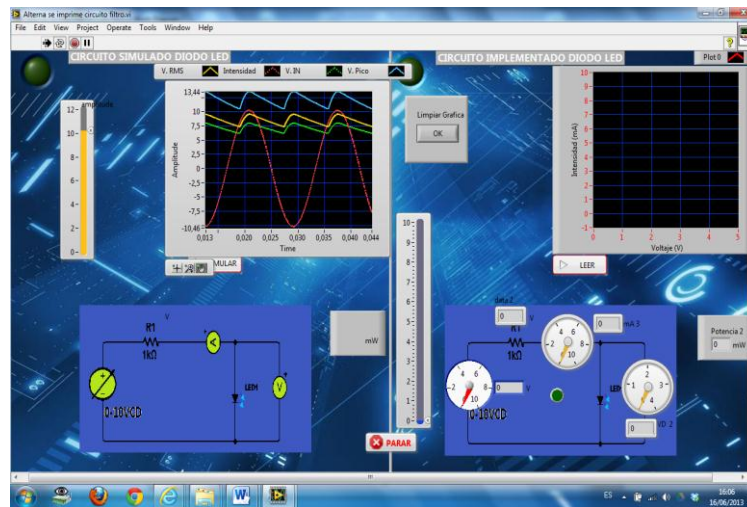
La caída de tensión de en la resistencia es tomada a través de las entradas de las terminales analógicas AI1, la intensidad es medida a través de la entrada analógica del voltímetro de la tarjeta NI myDAQ.

Las entradas analógicas pueden medir de -10 a 10VDC y las entradas del voltímetro pueden medir desde -60 a 60 VCD.

**3.2.14** *Circuito filtro.* En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del circuito filtro, real y simulado, se analiza su curvas característica, y las demás variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.14.1** *Panel frontal del circuito filtro.* En este panel frontal consta de una fuente, un diodo 1N4007, un condensador y una resistencia que actuará como carga alimentado por la fuente de VCA. El diagrama simulado e implementado tiene su graph indicators para la visualización de las ondas de este tipo de circuito.

Figura 86. Panel frontal circuito filtro



Fuente: Autores

También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito, en este también se encuentra los indicadores principales de voltaje e intensidad obtenidos de la curvas.

**3.2.14.2 Funcionamiento del circuito filtro.** Un circuito RC sirve como filtro para hacer que el voltaje alterno se vuelva directo casi como el de una batería, esto es gracias a las pequeñas oscilaciones que tiene la salida del voltaje, las cuales son prácticamente nulas.

La primera parte del circuito consta de una fuente de voltaje alterna, seguido de un diodo que en esta ocasión será ideal (simplemente para facilitar la comprensión del funcionamiento) y finalmente el filtro RC.

*El circuito de simulación.* Consta de un diodos 1N4007, un condensador, una resistencias de  $10k\Omega$ , conectados a la fuente de CA, el voltaje de entrega de la fuente de CA se hará mediante los botones del barrido automático de 0 10 VCA para obtener una forma de curvas adecuadas al voltaje que se manipule, con estos valores obtenidos se realizarán los cálculos respectivos y se mostrará en los indicadores respectivos de cada variable.

Las curvas obtenidas en este circuito son tomadas en la resistencia de carga respectiva después de que el diodo rectifica.

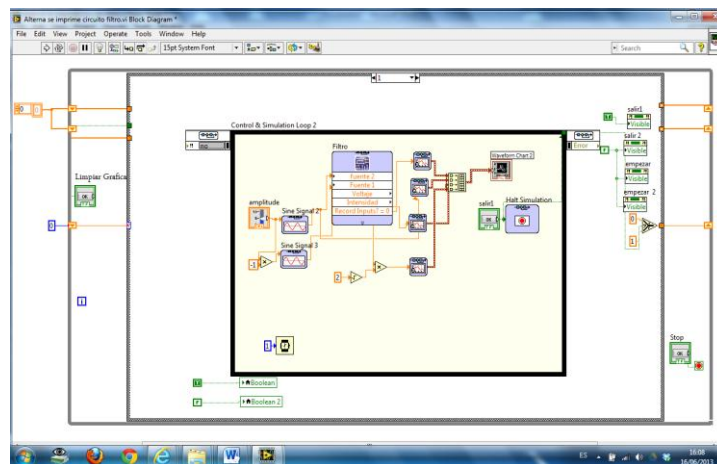


El circuito funciona de la siguiente manera:

1. Entra la señal alterna al circuito, la cual se rectifica con el diodo. (Solo permite pasar un semi-ciclo de la señal, que en este caso es el semi-ciclo positivo)
2. En el momento que el voltaje sale del diodo el condensador se empieza a cargar y la caída de voltaje se recibe en la resistencia.
3. En el semi-ciclo negativo no hay voltaje porque el diodo no permite que fluya ésta, entonces el condensador se empieza a descargar (la velocidad con la que se descarga depende de la capacitancia).
4. El condensador no se descarga por completo, entonces en el momento que otra vez empieza el semi-ciclo positivo el condensador se vuelve a cargar. A esta diferencia que existe se le conoce como voltaje de rizo ( $V_r$ ) y la idea es que sea muy pequeña.

Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

Figura 87. Diagrama de bloques circuito filtro simulado

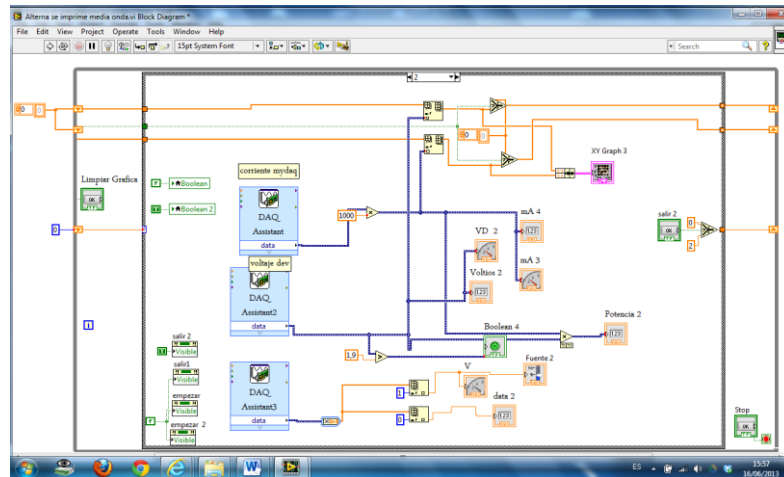


Fuente: Autores

*El circuito de implementado.* Al igual que el circuito simulado consta de un diodo 1N4007, un condensador, una resistencias de  $10k\Omega$ , conectado a la salida el secundario del transformador, el voltaje de entrega de la fuente de CA se hará de forma manual a

través de un potenciómetro, de 0 a 10VCA, para obtener una forma de curvas adecuadas al voltaje que se manipule, con estos valores obtenidos se realizarán los cálculos respectivos y se mostrará en los indicadores respectivos de cada variable.

Figura 88. Diagrama de bloques circuito filtro implementado



Fuente: Autores.

Al igual que el circuito simulado su funcionamiento será el mismo pero de forma real:

1. Entra la señal alterna al circuito, la cual se rectifica con el diodo. (Solo permite pasar un semi-ciclo de la señal, que en este caso es el semi-ciclo positivo)
2. En el momento que el voltaje sale del diodo el condensador se empieza a cargar y la caída de voltaje se recibe en la resistencia.
3. En el semi-ciclo negativo no hay voltaje porque el diodo no permite que fluya ésta, entonces el condensador se empieza a descargar (la velocidad con la que se descarga depende de la capacitancia).
4. El condensador no se descarga por completo, entonces en el momento que otra vez empieza el semi-ciclo positivo el condensador se vuelve a cargar. A esta diferencia que existe se le conoce como voltaje de rizo ( $V_r$ ) y la idea es que sea muy pequeña.

Este voltaje es medido a través de las terminales de entrada analógica AI0, la caída de tensión de en la resistencia es tomada a través de las entradas de las terminales analógicas AI1, la intensidad es medida a través de la entrada analógica del voltímetro de la tarjeta NI myDAQ.

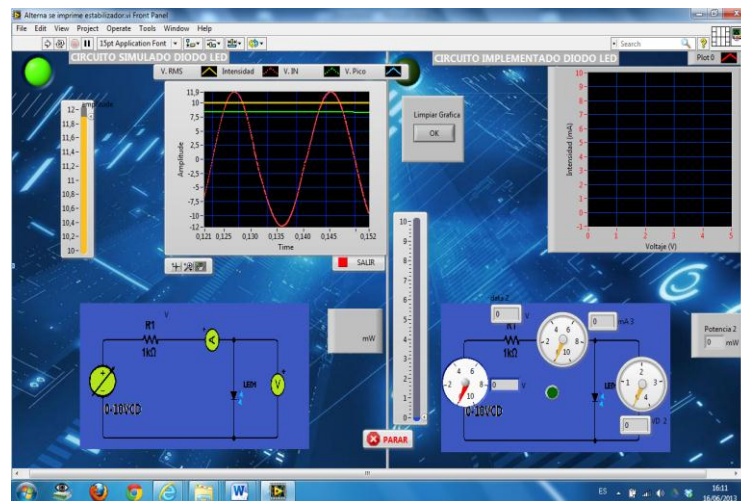


Las entradas analógicas pueden medir de -10 a 10VDC y las entradas del voltímetro pueden medir desde -60 a 60 VCD.

**3.2.15 Circuito estabilizador.** En este tipo de VI se procederá a analizar el comportamiento del circuito estabilizador, real y simulado, se analiza su curvas característica, y las demás variables electrónicas, se detalla a continuación sus dos paneles principales de funcionamiento.

**3.2.15.1 Panel frontal del circuito estabilizador.** En este panel consta de un diodo 1N4007, un condensador, un diodo Zener, conectados a la fuente de alimentación de VCA. También consta en el panel frontal un recuadro con todas las perrillas necesarias para realizar el barrido automático, que se encargará de subir y bajar el voltaje de la fuente de alimentación del circuito, en este también se encuentra los indicadores principales de voltaje e intensidad obtenidos de la curvas.

Figura 89. Panel frontal circuito estabilizador

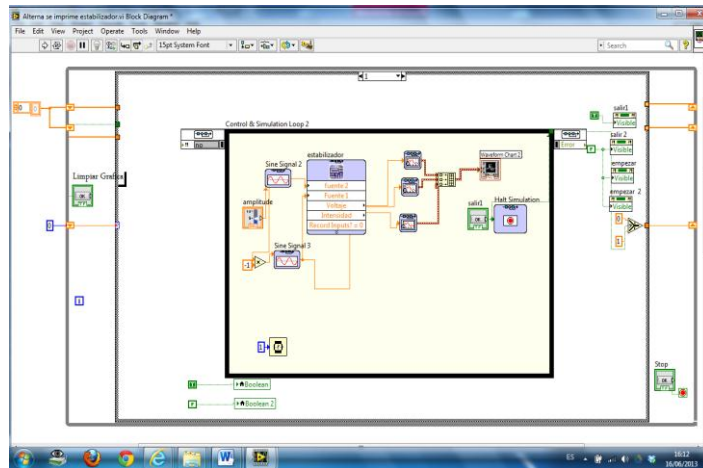


Fuente: Autores

**3.2.15.2 Funcionamiento del circuito estabilizador.** En este caso se emplean La etapa de regulación o estabilización tiene por objeto eliminar el rizado, o de forma más general, a partir de una señal de continua con un cierto rizado generar una tensión continua sin (prácticamente) nada de rizado. Para que el regulador funcione adecuadamente el rizado de entrada no debe ser enormemente grande. Este es el motivo por el que no se puede colocar el regulador inmediatamente después del rectificador. Por otra parte, dado que

el regulador se va a encargar de la eliminación final del rizado, el condensador de filtro sólo lo tiene que reducir la fluctuación de la tensión a unos valores que le resulten manejables al regulador.

Figura 90. Diagrama de bloques circuito estabilizador simulado



Fuente: Autores

Las curvas obtenidas en este circuito son tomadas en la resistencia de carga respectiva después de que los diodos rectifican la señal el VCA en VCC.

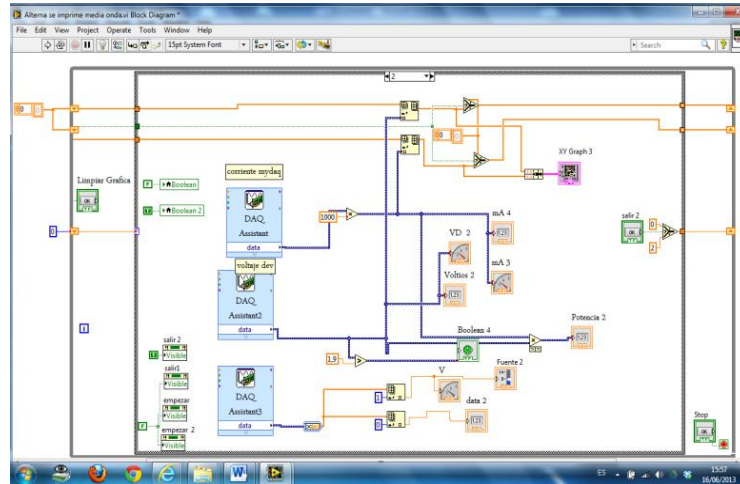
Para poder simular en LabVIEW se necesita configurar los terminales de hierarchical connector como entradas (input) y salidas (output) en el Multisim a través de la opción LabVIEW Co-simulation Terminals para ser llevadas al diagrama de bloques como un subVI.

*El circuito de implementado.* Al igual que el circuito simulado consta de un diodo 1N4007, un condensador, un diodo Zener, conectados a la salida del transformador de VCA. Al igual que el simulado la etapa de regulación o estabilización tiene por objeto eliminar el rizado, o de forma más general, a partir de una señal de continua con un cierto rizado generar una tensión continua sin (prácticamente) nada de rizado.

Para que el estabilizador funcione adecuadamente el rizado de entrada no debe ser enormemente grande. Este es el motivo por el que no se puede colocar el regulador inmediatamente después del rectificador. Por otra parte, dado que el regulador se va a encargar de la eliminación final del rizado, el condensador de filtro sólo lo tiene que

reducir la fluctuación de la tensión a unos valores que le resulten manejables al regulador.

Figura 91. Diagrama de bloques circuito estabilizador implementado



Fuente: Autores.

Al igual que el circuito de onda completa sólo son posibles dos estados de conducción, o bien los diodos 1 y 3 están en directa y conducen (tensión positiva) o por el contrario son los diodos 2 y 4 los que se encuentran en inversa y conducen (tensión negativa) en el circuito real. Este voltaje es medido a través de las terminales de entrada analógica AI0, la caída de tensión de en la resistencia es tomada a través de las entradas de las terminales analógicas AI1, la intensidad es medida a través de la entrada analógica del voltímetro de la tarjeta NI myDAQ.

Las entradas analógicas pueden medir de -10 a 10VDC y las entradas del voltímetro pueden medir desde -60 a 60 VCD.

### 3.3 Comunicación industrial

La comunicación industrial que utilizaremos en la creación del programa en LabVIEW para el análisis de elementos y circuitos electrónicos se realizará mediante la PC y la tarjeta NI myDAQ a través del cable USB de la tarjeta, lo que significa que se pueden realizar fácilmente la lectura de datos reales, que a la vez nos ayudara la comunicación con la plataforma LabVIEW para poder ser mostrados los datos a través de las curvas características de los elementos y circuitos electrónicos en el panel frontal del VI.

**3.3.1** *USB (Universal Serial Bus)*. [16] El Bus Serial Universal USB, es un nuevo estándar de entrada/salida para periféricos de PC que aporta a los usuarios, conexiones simples, fáciles, y funciones de conectar y funcionar (plug and play). Con un único conector USB en la parte posterior de los PC reemplaza a los usuales puertos series y paralelos.

Figura 92. Conexión tarjeta NI myDAQ y PC a través del cable USB



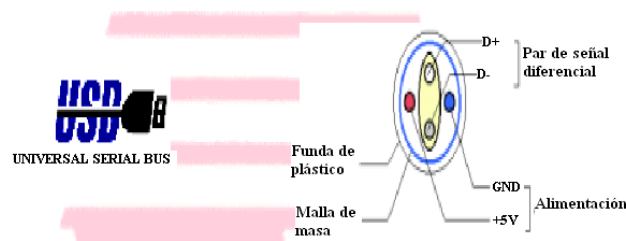
Fuente: National Instruments

Con el USB, el usuario puede conectar simplemente el periférico al Bus USB incluso con el PC conectado- y el trabajo queda terminado. El periférico será detectado, caracterizado, configurado y listo para su uso, automáticamente, sin interacción del usuario. También se está utilizando para aplicaciones industriales.

Las transacciones USB, generalmente son isócronas, con dos velocidades de transmisión: un rango de baja velocidad hasta 1.5 Mbps, y un rango de media velocidad hasta 12.5 Mbps. El USB está centrado en aplicaciones de bajo costo y alto volumen.

El cable para USB, como se muestra en la figura 93, es un simple cable con doble par de hilos, con una señal a un nivel CMOS de 3.3 V, y un par de hilos que llevan la alimentación de 5 V (los periféricos se pueden alimentar del mismo).

Figura 93. Corte transversal del cable para USB



Fuente: [www.comunicacionesindustriales.com](http://www.comunicacionesindustriales.com)

### 3.4 Pasos para la elaboración de los módulos

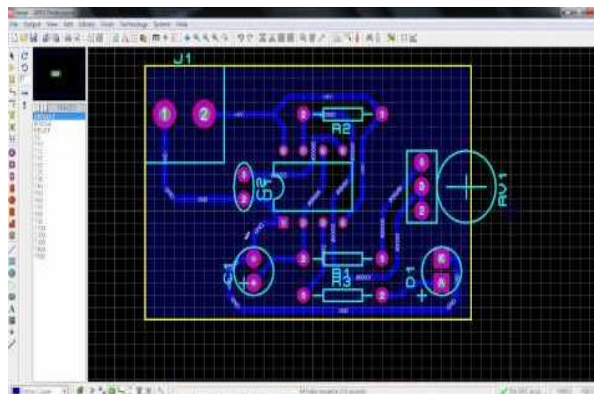
Para la elaboración de los módulos electrónicos de las tarjetas NI myDAQ y de los circuitos eléctricos se tuvo que realizar varios procedimientos adecuados para la realización de estos, a continuación se detalla los pasos o etapas que se realizó para la elaboración de este material didáctico.

**3.4.1 Elaboración y preparación de circuitos impresos.** En electrónica, un circuito impreso, tarjeta de circuito impreso o PCB (del inglés printed circuit board), es una superficie constituida por caminos o pistas de material conductor laminadas sobre un sustrato no conductor. El circuito impreso se utiliza para conectar eléctricamente a través de los caminos conductores, y sostener mecánicamente por medio del sustrato, un conjunto de componentes electrónicos. Los caminos son generalmente de cobre mientras que el sustrato se fabrica de resinas de fibra de vidrio reforzada (la más conocida es la FR4), cerámica, plástico, teflón o polímeros como la baquelita.

Pasos para la realización de circuitos impresos son:

**3.4.1.1 Diseño del circuito impreso por el software.** Realizamos el diseño de los circuitos impresos por medio del software Circuit Wizard que es un entorno de desarrollo CAD el cual integra diversas herramientas de software para las tareas más comunes en el desarrollo de proyectos de electrónicos tales como: captura de esquemáticos, fabricación de circuitos impresos y simulación basada en PSPICE.

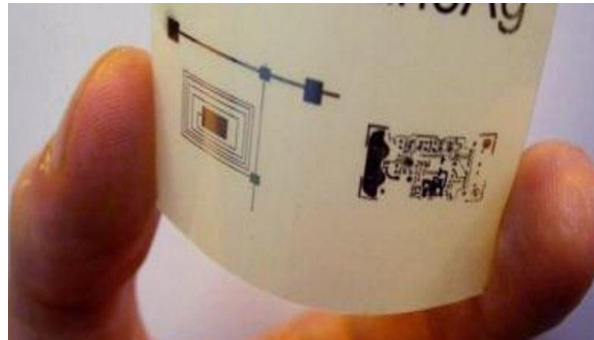
Figura 94. Diseño de los circuitos impresos en el software Circuit Wizard



Fuente: Autores

**3.4.1.2 Impresión de las pistas y el screen de los elementos.** Imprimirlo en una hoja de papel termotransferible, es muy importante que mantenga las dimensiones físicas del diseño como es en longitud y anchura, las impresoras que se debe usar son las Láser. Una fotocopidora láser también sirve pero debes tener cuidado con las escalas del original y la posible deformación que te produce el fotocopiado.

Figura 95. Impresión del circuito en papel termotransferible



Fuente: Autores

**3.4.1.3 Preparación de la baquelita.** Hay que cortar con las dimensiones requeridas la baquelita y lijar los bordes para sacar las rebabas producidas por el corte, luego se procede a pulir la superficie de cobre virgen con lana de acero para remover cualquier mancha, partículas de grasa o cualquier otra cosa que pueda afectar el funcionamiento del ácido, hay que tener cuidado de no tocar la superficie del cobre con las manos ya que esto producirá que el ácido no cumpla su función.

Figura 96. Limpieza de impurezas o grasas en la baquelita



Fuente: Autores



**3.4.1.4** *Transferencia térmica del papel hacia la lámina de cobre.* Pasamos el dibujo impreso a la baquelita, consiste en hacer que el dibujo del impreso que tenemos sobre el papel quede sobre la cara de cobre y de alguna forma indeleble. Adicionalmente tendremos que tener cuidado de no tocar con nuestros dedos el cobre para evitar engrasarlo. Es por ello que en este paso utilizaremos guantes de látex. Con una plancha bien caliente (al máximo) Planchamos con cuidado de la cara de cobre que quedó totalmente cubierta con el papel. Tengan cuidado de no excederse con el tiempo, ya que se podría despegar el cobre del material aislante (tiempo sugerido 15 minutos).

Figura 97. Planchado del diseño de circuito en la baquelita



Fuente: Autores

**3.4.1.5** *Retiro del papel termotransferible.* Una vez que se cumplió con el tiempo establecido, sacamos el papel que cubría al termotransferible sobre el cobre y lo introducimos en una lavacara de agua fría, esperamos un tiempo y lo comenzamos a sacar el papel con mucho cuidado con las yemas de los dedos evitando así el levantamiento del tóner de la impresión en el papel.

Figura 98. Retiro de diseño del papel termotransferible a la baquelita



Fuente: Autores

**3.4.1.6** *Proceso de atacado al cobre.* Preparación de la solución disolvente del cobre se la realiza introduciendo aproximadamente 300g de cloruro férrico concentrado en 500ml de agua tibia, el recipiente donde se realiza la mezcla debe ser de plástico o vidrio.

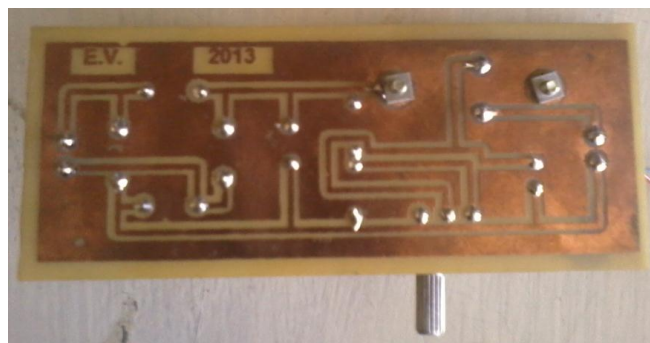
Figura 99. Preparación de la solución disolvente



Fuente: Autores

Introducimos la baquelita en la solución ácida por un tiempo prudente, agitando constantemente, observamos como el cobre se disuelve en las partes que no están estampadas, transcurrido el tiempo tendremos las pistas perfectamente delineadas, la sacamos y lavamos en abundante agua para sacar los excesos existentes.

Figura 100. Atacado del ácido al cobre



Fuente: Autores

**3.4.1.7** *Perforación de la baquelita.* Para agujerear la placa, usaremos el taladro y las brocas, cuidando de que los agujeros queden centrados sobre los pads del PCB, y que el diámetro de los mismos sea el adecuado para los terminales de los componentes que usaremos. Agujeros demasiado grandes o pequeños impedirán que el resultado final sea prolijo.



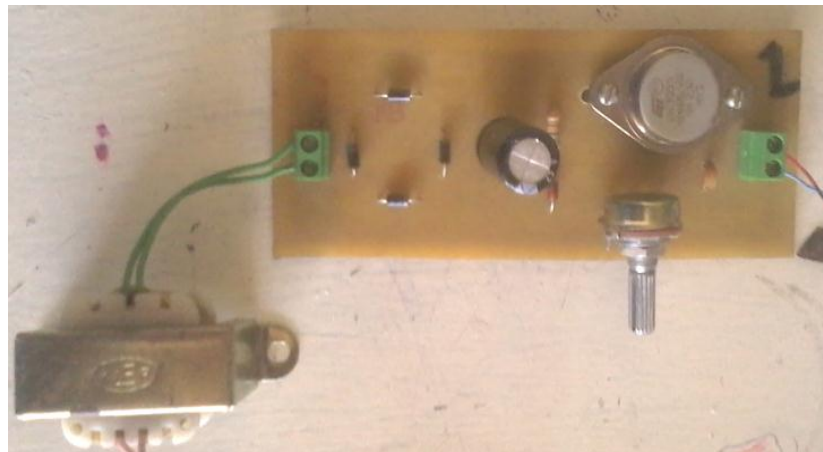
Figura 101. Realización de agujeros en la baquelita



Fuente: Autores

**3.4.1.8 Montaje de elementos en la baquelita.** Paso siguiente, podemos empezar a colocar los componentes. Por regla general, conviene comenzar por los más pequeños y de menor altura. Deben utilizarse estaño de buena calidad, que sea apto para electrónica, ya que no todos sirven. Busque el que tenga el mayor porcentaje de estaño. A medida que vamos soldando los componentes, debemos cortar el excedente de los terminales. Y por último solo queda comprobar el funcionamiento del circuito.

Figura 102. Montaje de los elementos en la baquelita

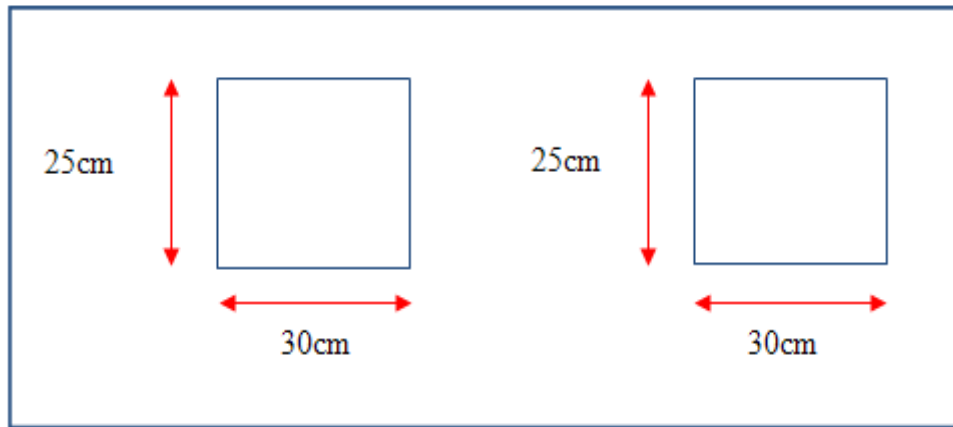


Fuente: Autores

**3.4.2 Creación del módulo de las tarjetas NI myDAQ.** Para la creación del módulo utilizamos como material principal Acrílico, que es un material adecuado para nuestras necesidades lo vamos a realizar de la siguiente manera:

1. Cortamos la plancha de acrílico de 30cm x 30cm dos pedazos, para la cara superior e inferior del módulo.

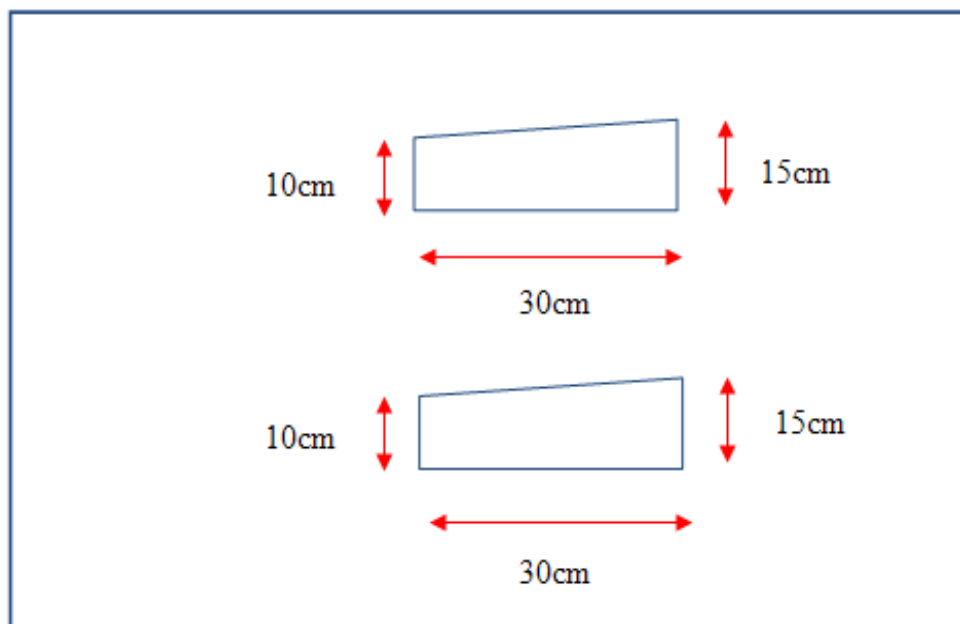
Figura 103. Corte de cara superior e inferior del módulo EM-001



Fuente: Autores

2. Cortamos los lados del módulo de 10cm en un lado y 15cm del otro, de largo los 30cm como se muestra en la figura.

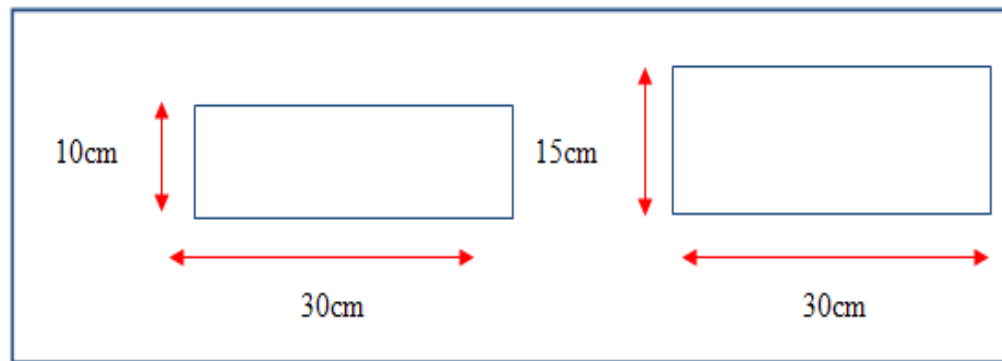
Figura 104. Corte de lados del módulo EM-001



Fuente: Autores

3. Cortamos así mismo el lado frontal y posterior de 10cm x30cm y 15cm x 30cm respectivamente.

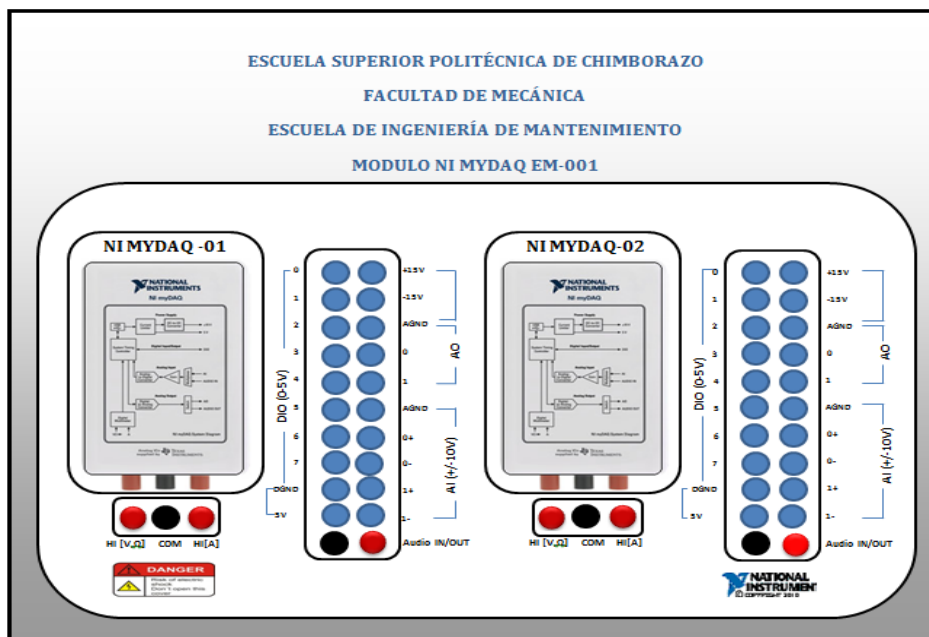
Figura 105. Corte lado frontal y posterior del módulo EM-001



Fuente: Autores

4. Diseñamos el modelo de la cara principal en el programa, con todo lo que va a ir en este módulo, este tipo de material es un adhesivo de color blanco que se pega en cualquiera de los lados de la cara superior o inferior como sea el caso.

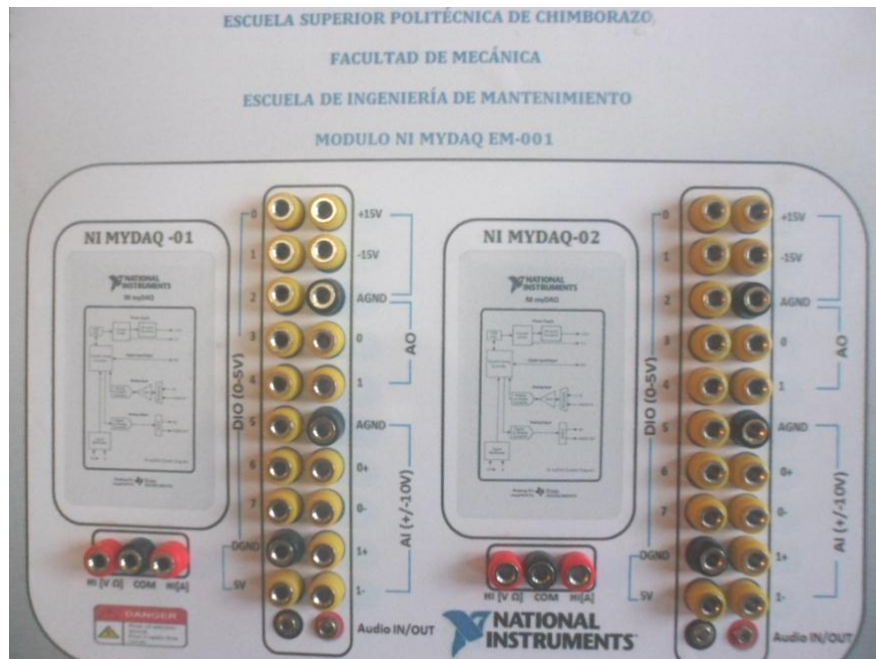
Figura 106. Diseño del adhesivo del módulo EM-001



Fuente: Autores

5. Una vez pegado el adhesivo en el acrílico procedemos a realizar los agujeros propuestos.

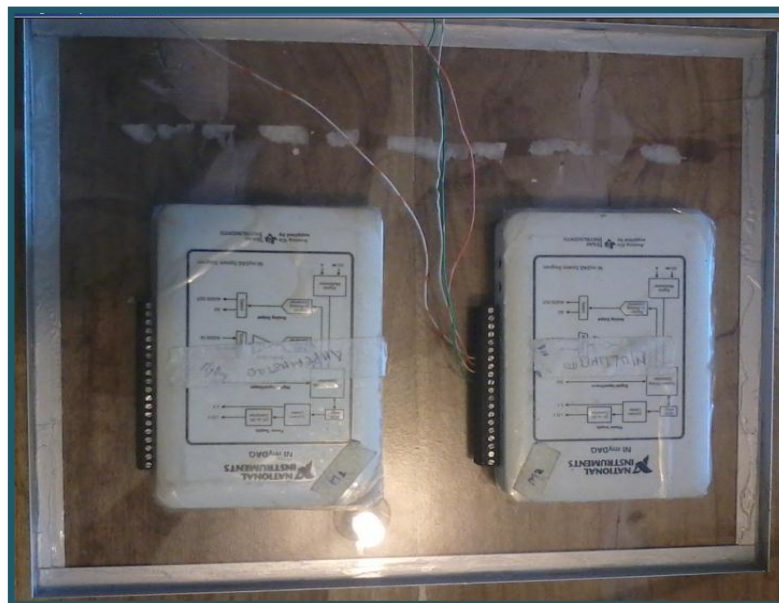
Figura 107. Perforación de agujeros del módulo EM-001



Fuente: Autores

6. Incluimos las tarjetas NI myDAQ en la tapa inferior del módulo sujetado con tornillos.

Figura 108. Montaje de las tarjetas en el módulo EM-001



Fuente: Autores

- Realizamos los cableados respectivos en el interior antes de cerrar las tapas del módulo con silicón.

Figura 109. Cableado interno del módulo EM-001



Fuente: Autores

- Sellamos el módulo con silicón, y lo completamos con baritas de aluminio.

Figura 110. Acabado del módulo EM-001

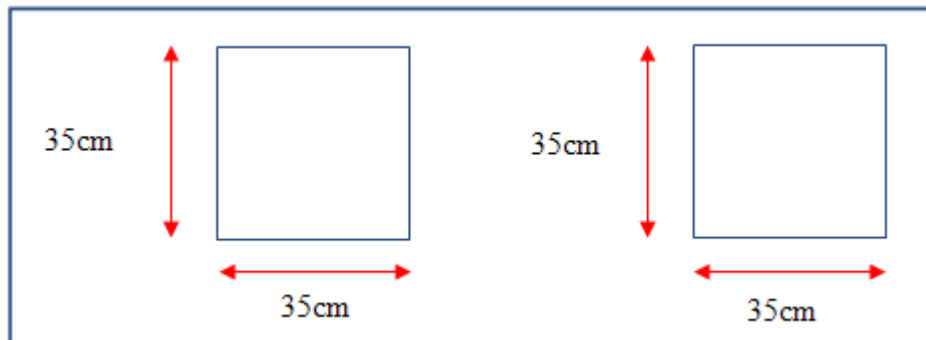


Fuente: Autores

**3.4.3 Creación del módulo electrónico EM-002.** Para la creación de este módulo utilizamos también como material principal acrílico, que es un material adecuado para nuestras necesidades lo vamos a realizar de la siguiente manera:

1. Cortamos la plancha de acrílico de 30cm x 30cm dos pedazos, para la cara superior e inferior del módulo.

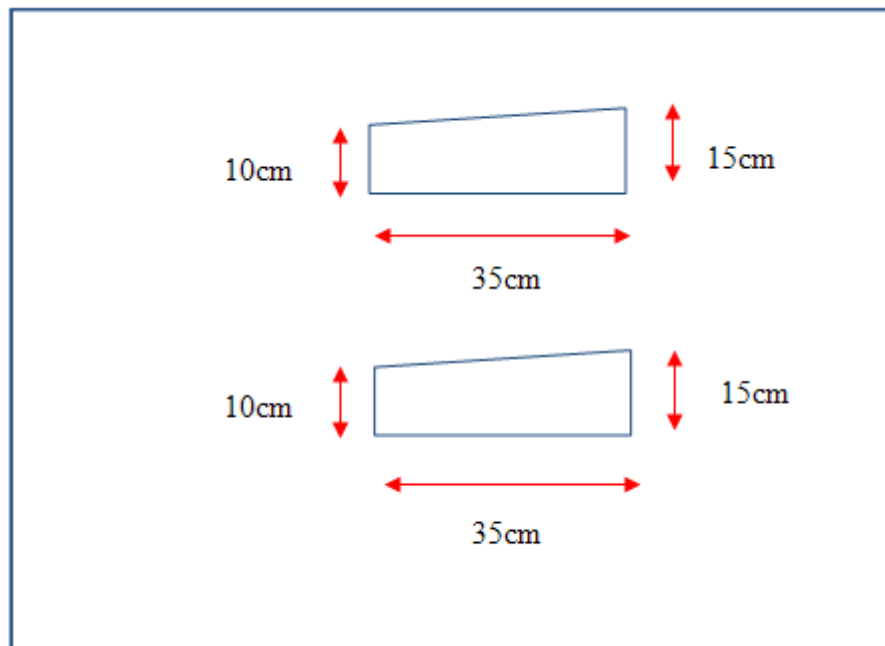
Figura 111. Corte de cara superior e inferior del módulo EM-002



Fuente: Autores

2. Cortamos los lados del módulo de 10cm en un lado y 15cm del otro, de largo los 30cm como se muestra en la figura.

Figura 112. Corte de lados del módulo EM-002

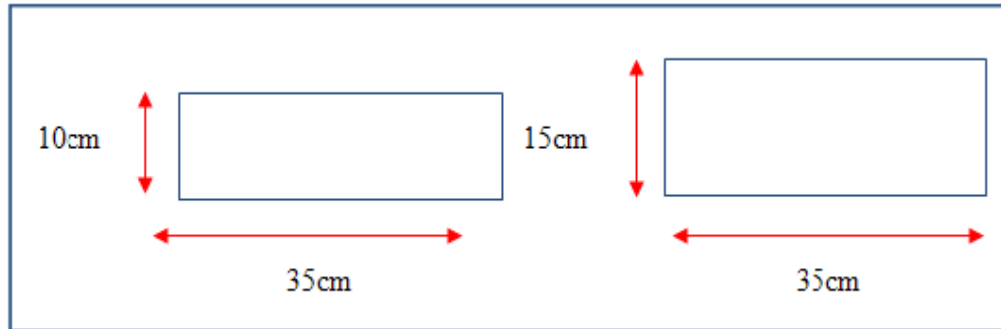


Fuente: Autores



- Cortamos así mismo el lado frontal y posterior de 10cm x30cm y 15cm x 30cm respectivamente.

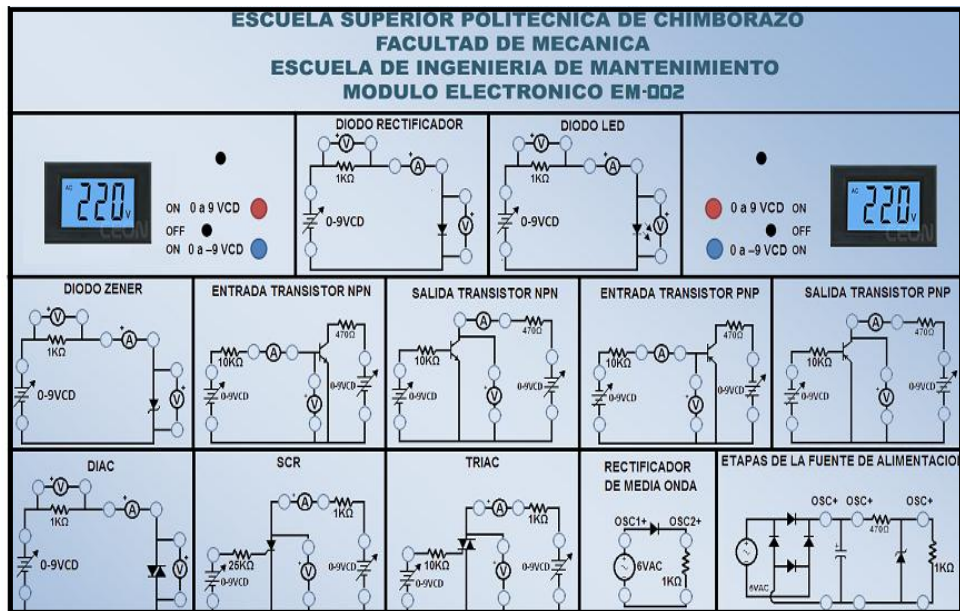
Figura 113. Corte lado frontal y posterior del módulo EM-002



Fuente: Autores

- Diseñamos el modelo de la cara principal en el programa, con todo lo que va a ir en este módulo, este tipo de material es un adhesivo de color blanco que se pega en cualquiera de los lados de la cara superior o inferior como sea el caso.

Figura 114. Diseño del adhesivo del módulo EM-002



Fuente: Autores

- Una vez pegado el adhesivo en el acrílico procedemos a realizar los agujeros propuestos.

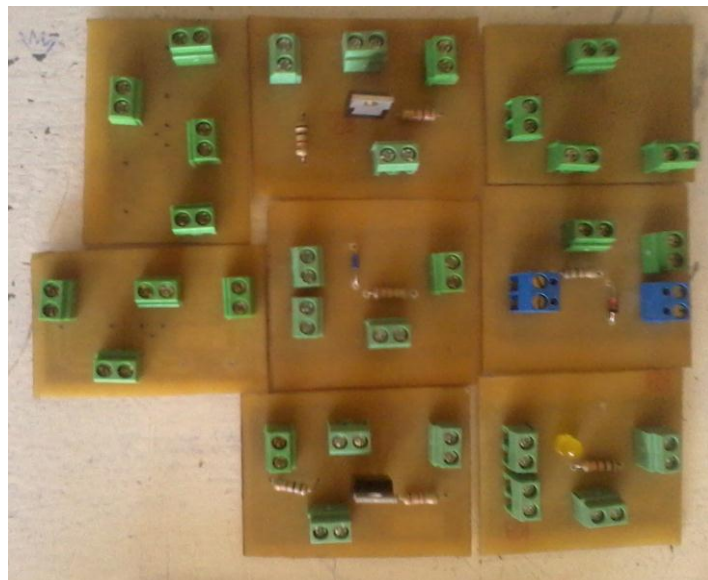
Figura 115. Perforación de agujeros del módulo EM-002



Fuente: Autores

6. Incluimos los circuitos de las baquelitas en la tapa inferior del módulo sujetado con tornillos.

Figura 116. Montaje de los circuitos en el módulo EM-002

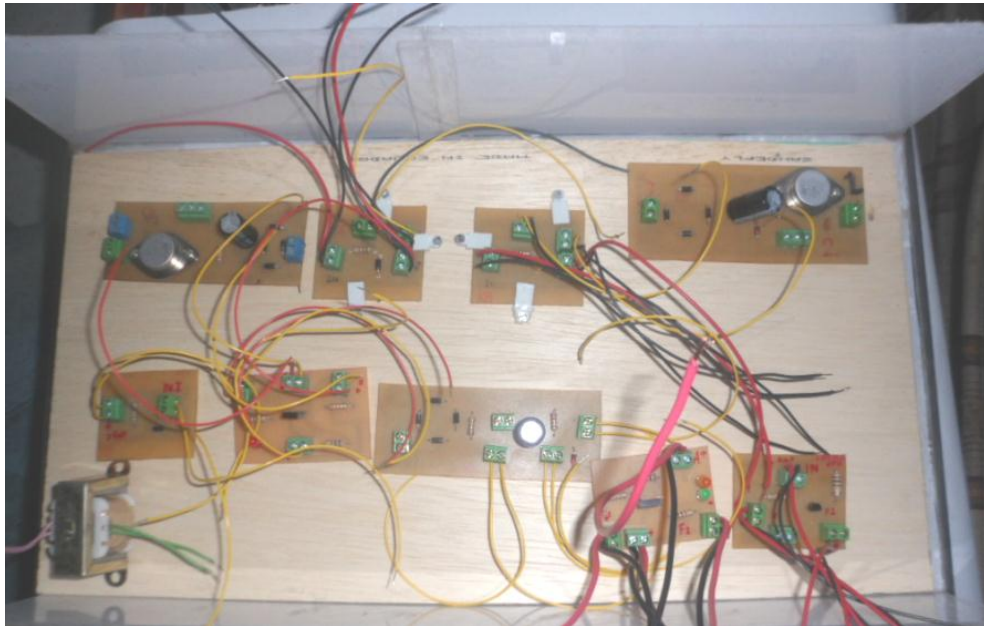


Fuente: Autores

7. Realizamos los cableados respectivos en el interior antes de cerrar las tapas del módulo con silicón.



Figura 117. Cableado interno del módulo EM-002.



Fuente: Autores

8. Sellamos el módulo con silicón. y lo completamos con baritas de aluminio.

Figura 118. Acabado del módulo EM-002



Fuente: Autores

## CAPÍTULO IV

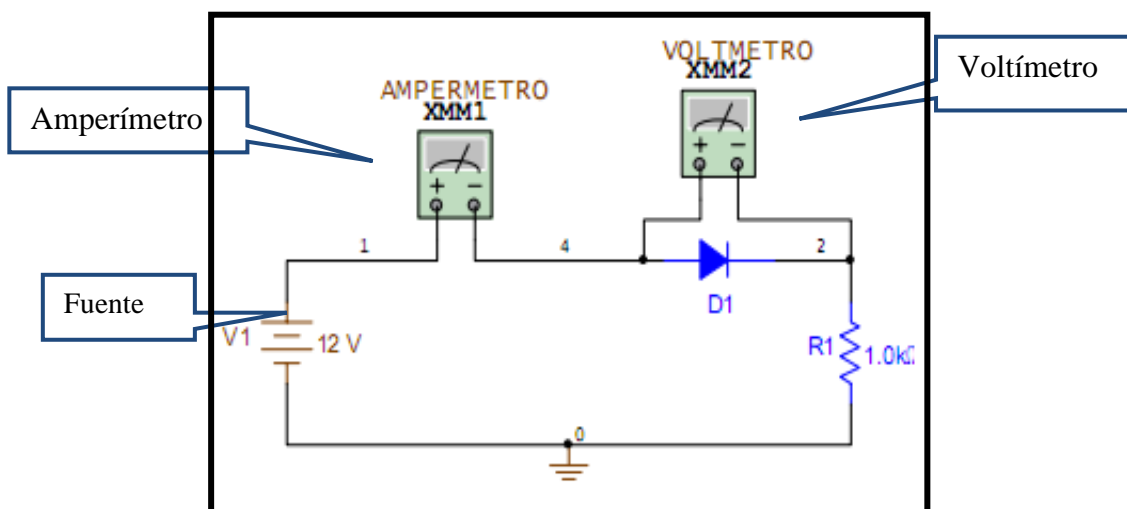
### 4. ANÁLISIS Y OBTENCIÓN DE CURVAS CARACTERÍSTICAS DE ELEMENTOS Y CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

En el presente capítulo se hará hincapié a todos los puntos que se tomaron en cuenta para el análisis respectivo de las variables electrónicas de elementos y circuitos, simulado e implementado en el panel frontal de la plataforma del software LabVIEW, realizados a través del módulo de las tarjetas de adquisición de datos NI myDAQ a el módulo electrónico EM-002, posteriormente se detalla cada uno de los ítems necesarios para el análisis correspondiente.

#### 4.1 Mediciones de elementos y circuitos

Las mediciones se realizaron a través del módulo de las tarjetas de adquisición de datos NI myDAQ, para la toma de lecturas de los elementos y circuitos electrónicos, para luego ser llevadas al panel frontal del VI, por medio de sus indicadores principales serán mostrados los valores medidos de voltaje e intensidad y otras variables, las curvas características obtenidas serán observadas en los graphs indicators de la pantalla principal. Para una correcta manipulación de los instrumentos y para evitar daños al equipo se mostrará la forma adecuada de conexión de éstos.

Figura 119. Diagrama de posición de los instrumentos de medida



Fuente: Autores

**4.1.2 Datos medidos.** Todos los valores de voltaje e intensidad u otras variables obtenidas de los circuitos simulados e implementados, a través de una conexión correcta del módulo de las tarjetas NI myDAQ al módulo de los circuitos electrónicos, se muestra en la siguientes tablas los datos que se obtuvieron del VI de cada elemento y circuito electrónico

**4.1.2.1 Circuito diodo rectificador.** En este circuito del diodo rectificador se prestó mucho atención al valor del voltaje de disparo de este elemento, los valores obtenidos reales y simulados a través del módulo de las tarjetas NI myDAQ para cada valor de voltaje de entrada se registró en la tabla 2, los voltajes e intensidades son muy importante en éstos circuitos por eso la medida de éstos se realizó dos o tres veces para observar la veracidad en la toma de datos del módulo y su posterior análisis.

Tabla 1. Datos Diodo Rectificador simulado e implementado

Valores obtenidos en el diodo rectificador							
Voltaje de Entrada Simulado	$V_D$ (Volt)	$I_D$ (mA)	$V_{R1}$ (Volt)	Voltaje de Entrada Implementado	$V_D$ (Volt)	$I_D$ (mA)	$V_{R1}$ (Volt)
0,2V	0.2	0.0021	0	0,2V	0.2	0.002	0
0,4V	0.38	0.02	0.02	0,4V	0.4	0.04	0.002
0,6V	0.46	0.14	0.14	0,6V	0.5	0.22	0.1
1V	0.52	0.48	0.48	1V	0.55	0.56	0.45
3V	0.59	2.4	2.4	3V	0.63	2.48	2.49
6V	0.63	5.37	5.37	4V	0.67	5.52	5.4

Fuente : Autores

De la tabla de datos obtenidos del diodo rectificador se pudo observar al momento de realizar las mediciones, que el voltaje del diodo se comienza a mantener constante unavez superado el potencial de barrera de éste, pero su intensidad tiende a subir provocando así una caída de tensión alta en la resistencia, ésta a su vez ayuda a evitar que el diodo se destruya o se quemé.

**4.1.2.2 Circuito diodo Led.** En este circuito los valores obtenidos reales y simulados a través del módulo de las tarjetas NI myDAQ para cada voltaje de entrada establecido se registró en la tabla 1, los voltajes e intensidades son muy importante para el análisis en

éstos circuitos por eso la medida se realizó dos o tres veces para comprobar así la veracidad en la toma de datos del módulo.

Tabla 2. Datos diodo Led simulado e implementado

Valores obtenidos en el Diodo Led							
Voltaje de Entrada Simulado	$V_D$ (Volt)	$I_D$ (mA)	$V_{R1}$ (Volt)	Voltaje de Entrada Implementado	$V_D$ (Volt)	$I_D$ (mA)	$V_{R1}$ (Volt)
0.2V	0.2	0	0	0.2V	0.2	0.002	0.001
0.5V	0.5	0	0	0.5V	0.5	0.002	0.006
1V	1	0	0	1V	1	0.002	0.01
2V	1.79	0.24	0.24	2V	1.81	0.34	0.27
5V	1.98	3.02	3.02	5V	1.95	3.16	3.1
7V	2.02	5.01	5.01	7V	1.98	5.07	5.06

Fuente : Autores

Al momento de tomar las mediciones para cada valor de voltaje del circuito del diodo Led se pudo notar que una vez entrado en funcionamiento este elemento, su voltaje se comienza a mantener constante mientras que su intensidad tiende a subir provocando así una caída de tensión alta en la resistencia, se notó también que el Led aumenta más el brillo de luminosidad al mantenerse constante el voltaje debido a que la corriente de éste se eleva.

**4.1.2.3 Circuito diodo Zener.** Este es un elemento que su funcionamiento general es en forma inverza es decir en sentido contrario, las medidas tomadas son a través del módulo de las tarjetas NI myDAQ a diferentes valores de voltaje de entrada, los voltajes e intensidades del Zener son importantes por eso se tomó las lecturas de éstos con toda la precisión posible, los datos medidos son registrados en la tabla 3.

De los datos registrados en la tabla se pudo dar cuenta que cuando el voltaje de entrada aumenta se produce un aumento de la corriente de entrada, como la tensión del diodo Zener es constante, absorbe el exceso de corriente, mientras la resistencia absorbe esta variación de tensión. En el caso contrario, si la tensión de entrada disminuye, se produce una disminución de la corriente de entrada, como la tensión del diodo Zener es constante, la tensión en la resistencia es la que disminuye.

Tabla 3. Datos diodo Zener simulado e implementado

Valores obtenidos en el diodo Zener							
Voltaje de Entrada Simulado	V <sub>Z</sub> (Volt)	I <sub>Z</sub> (mA)	V <sub>R</sub> (Volt)	Voltaje de Entrada Implementado	V <sub>Z</sub> (Volt)	I <sub>Z</sub> (mA)	V <sub>R</sub> (Volt)
-0.2V	-0.2	0	0	-0.2V	-0.2	-0.002	-0.01
-0.5V	-0.5	0	0	-0.5V	-0.5	-0.002	-0.002
-1V	-1	0	0	-1V	-1	-0.006	-0.006
-3V	-3	0	0	-3V	-2.74	-0.22	-0.29
-4V	-3.75	-0.16	-0.25	-4V	-3.05	-0.56	-0.90
-5V	-3.79	-0.81	-1.21	-5V	-3.26	-1.24	-1.75
-7V	-3.81	-2.13	-3.19	-7V	-3.52	-2.36	-3.46

Fuente : Autores

Entonces se deduce que para que el Zener se estabilice correctamente, la tensión mínima a su entrada (voltaje de entrada), debe ser mayor que la tensión de referencia del Zener (V<sub>Z</sub>). También hay un límite de tensión máxima debida a las limitaciones de potencia del dispositivo. Si se cumplen estas premisas, la tensión en la carga será muy aproximada igual a la del Zener.

**4.1.2.4 Circuito Diac.** En este tipo de circuito se prestó mucho atención al valor del voltaje de disparo de este elemento, los valores obtenidos reales y simulados a través del módulo de las tarjetas NI myDAQ para cada valor de voltaje de entrada se registró en la tabla 4, los voltajes e intensidades son muy importante en éstos circuitos por eso la medida de éstos se realizó dos o tres veces para observar la veracidad en la toma de datos del módulo.

De este elemento se notó que cuando el voltaje de cualquier polaridad (bidireccional) entre sus dos terminales excede el valor especificado, entra en avalancha y disminuye su resistencia interna a un valor muy bajo, esto sucede muy rapido debido a que el voltaje del Diac es muy alto pero ya entrando en funcionamiento o disparado el valor de este tiende a bajar de una y la intensidad se comienza a elevar, provocando una caída de tensión alta en la resistencia que a su vez evita que el elemento se destruya.

El Diac tiene un rango simétrico de conmutación (en ambos sentidos) de 20 a 40 voltios, tensión que usualmente excede el punto de umbral del gate de los triacs, de tal forma que éstos trabajan siempre en un nivel seguro.

Tabla 4. Datos Diac simulado e implementado

Valores obtenidos en el Diodo Diac							
Voltaje de Entrada Simulado	V <sub>DIAC</sub> (Volt)	I <sub>DIAC</sub> (mA)	V <sub>R</sub> (Volt)	Voltaje de Entrada Implementado	V <sub>DIAC</sub> (Volt)	I <sub>DIAC</sub> (mA)	V <sub>R</sub> (Volt)
5V	4.97	0.033	0.035	1V	1	0.002	0.015
10V	9.87	0.007	0.014	2V	2	0.002	0.004
15V	14.08	0.01	0.02	4V	4	0.002	0.009
20V	19.9	0.014	0.028	6V	5.98	0.002	0.002
25V	0.6	12.3	24.4	8V	7.98	0.002	0.001
30V	0.605	14.7	29.4	9V	9	0.002	0.001
-5V	-4.99	-0.003	-0.007	-1V	-1	-0.002	-0.015
-10V	-9.99	-0.007	-0.014	-2V	-2	-0.002	-0.004
-15V	-15	-0.01	-0.002	-4V	-4	-0.002	-0.009
-20V	-19.9	-0.014	-0.028	-6V	-5.98	-0.002	-0.002
-25V	-0.6	-12.3	-24.4	-8V	-7.98	-0.002	-0.001
-30V	-0.605	-14.7	-29.4	-9V	-9	-0.002	-0.001

Fuente : Autores

**4.1.2.5 Circuito Triac.** Este es un elemento bidireccional, es decir circula la corriente en ambos sentidos pero es controlado por una compuerta denominada gatillo, este funciona con voltajes en compuerta tanto positivo como negativo, los valores obtenidos reales y simulados a través del módulo de las tarjetas NI myDAQ para cada valor de voltaje de entrada y realizando su respectivo barrido de voltaje se registró en la tabla 5 y 6

Tabla 5. Datos Triac simulado

Valores obtenidos en el Diodo Triac				
Voltaje de Entrada Simulado	V <sub>A1A2</sub>	I <sub>A</sub>	V <sub>R</sub>	Voltaje de Entrada Barrido
-9V	4.97	0.033	0.035	0 a -9V
-6V	9.87	0.007	0.014	0 a -9V
-2V	14.08	0.01	0.02	0 a -9V
-1V	19.9	0.014	0.028	0 a -9V
1V	0.6	12.3	4	0 a 9V
6V	0.65	14.8	4.1	0 a 9V
9V	0.7	15	4.2	0 a 9V

Fuente : Autores

De los datos registrados se puede observar que presenta estado de conducción tanto para  $I_A$  positiva como negativa, y puede ser disparada desde el estado de corte al de conducción tanto para  $V_{A1A2}$  positiva como negativa. Además, la corriente de puerta que fuerza la transición del estado de corte al de conducción puede ser tanto positiva como negativa. En general, las tensiones y corrientes necesarias para producir la transición del TRIAC son diferentes según las polaridades de las tensiones aplicadas. En el circuito implementado es el mismo funcionamiento y se pudo observar los resultados con variaciones mínimas que se mostraron en la tabla 5.

Tabla 6. Datos Triac Implementado

<b>Valores obtenidos en el Diodo Triac</b>				
Voltaje de Entrada Simulado	$V_{A1A2}$	$I_A$	$V_R$	Voltaje de Entrada Barrido
-9V	4.90	0.030	0.033	0 a -9V
-6V	9.82	0.005	0.014	0 a -9V
-2V	13.08	0.01	0.02	0 a -9V
-1V	19.5	0.014	0.025	0 a -9V
1V	0.40	12.3	3.8	0 a 9V
2V	0.55	13.75	3.7	0 a 9V
6V	0.675	14.08	4.10	0 a 9V
9V	0.70	14.5	4.18	0 a 9V

Fuente : Autores

**4.1.2.6 Circuito SCR.** En este circuito del SCR al igual que el del triac funciona con dos fuentes de alimentación variables, una para valores constantes y la otra para realizar el barrido de voltaje, los datos tomados por el módulo de las tarjetas de las NI myDAQ son realizados con la mayor precisión posible y registrados en las tablas 7 y 8.

De las tablas se pudo notar que, si no hay señal aplicada a la puerta, permanecerá en bloqueo independientemente del signo de la tensión  $V_{AK}$ . El SCR debe ser disparado o encendido al estado de conducción (ON) aplicando un pulso de corriente positiva en el terminal de puerta, durante un pequeño intervalo de tiempo, posibilitando que pase al estado de bloqueo directo.

La caída de tensión directa en el estado de conducción (ON) es de pocos voltios (1-3 V). Una vez que el SCR empieza a conducir, éste permanece en conducción (estado ON),

aunque la corriente de puerta desaparezca, no pudiendo ser bloqueado por pulso de puerta. Únicamente cuando la corriente del ánodo tiende a ser negativa, o inferior a un valor umbral, por la influencia del circuito de potencia, el SCR pasará a estado de bloqueo.

Tabla 7. Datos SCR simulado

<b>Valores obtenidos en el SCR</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{AK}$ (Volt)	$I_A$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
2V	2	0.001	1V
2V	2	0.001	2V
2V	2	0.001	3 V
2V	2	0.001	5V
2V	0.54	1.48	6V
3V	0.55	2.3	6 V
4V	0.56	3.4	6V
5V	0.57	4.4	6V
6V	0.58	5.36	6 V
7V	0.58	6.42	6 V

Fuente : Autores

Tabla 8. Datos SCR implemetado

<b>Valores obtenidos en el SCR</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{AK}$ (Volt)	$I_A$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
2V	2	0.0010	1V
2V	2	0.0011	2V
2V	2	0.0011	3 V
2V	2	0.0010	5V
2V	0.54	1.5	6V
3V	0.56	2.4	6 V
4V	0.58	3.2	6V
5V	0.57	4.45	6V
6V	0.59	5.35	6 V
7V	0.59	6.47	6 V

Fuente : Autores



Se observó también que el SCR se comporta como un interruptor cerrado, si una vez ha ocurrido el disparo, por el dispositivo circula una corriente superior a la de enclavamiento. Una vez en conducción, se mantendrá en dicho estado si el valor de la corriente ánodo - cátodo es superior a la corriente de mantenimiento.

**4.1.2.7 Circuito de entrada transistor NPN.** En este tipo de circuito del transistor NPN se procedió a medir los voltajes e intensidades a través del módulo de las tarjetas NI myDaQ y se registró en las tablas 9 y 10, este circuito al igual que el anterior utiliza dos fuentes de alimentación variable, una para valores constantes y la otra para realizar el barrido de voltaje, la toma de datos son realizados con la mayor exactitud posible.

Tabla 9. Datos entrada Transistor NPN simulado

<b>Valores obtenidos en el Transistor NPN</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{BE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V	0.2	0	0.2
	0.4	0	0.4
	0.58	0.04	1
	0.63	0.23	3
	0.66	0.53	6
5V	0.2	0	0.2
	0.4	0	0.4
	0.707	0.029	1
	0.76	0.22	3
	0.79	0.51	6

Fuente : Autores

En la toma de datos se observó que la característica de entrada relaciona dos magnitudes de entrada con una de salida. En el caso de la configuración en emisor común se tiene la corriente de base en función de la tensión base-emisor, para distintos valores de tensión colector- emisor. La corriente de base y la tensión base-emisor son variables de entrada, mientras que la tensión colector-emisor es una magnitud de salida. También se pudo notar que mientras se varía el voltaje base-emisor ( $V_{BE}$ ), la corriente de colector ( $I_C$ ) se mantiene constante pero cuando el voltaje de colector-emisor ( $V_{CE}$ ) supera el voltaje de activación del transistor esta comienza a elevarse, provocando así una caída de tensión

al en la resistencia de base, para cada valor de voltaje establecido a la entrada del circuito.

Tabla 10. Datos entrada Transistor NPN implementado

<b>Valores obtenidos en el Transistor NPN</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{BE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V	0.2	0.0024	0.2V
	0.4	0.0024	0.4V
	0.58	0.11	1 V
	0.69	0.22	3 V
	0.69	0.56	6 V
5V	0.25	0.002	0.2 V
	0.4	0.0024	0.4 V
	0.69	0.11	1 V
	0.81	0.22	3 V
	0.81	0.56	6 V

Fuente : Autores

**4.1.2.8 Circuito salida transistor NPN.** En este circuito al igual que el circuito del transistor NPN se procedió a medir los voltajes e intensidades a través del módulo de las tarjetas NI myDaQ y se registró en las tablas 11 y 12, este circuito al igual que el anterior utiliza dos fuentes de alimentación variable, una para valores constantes y la otra para realizar el barrido de voltaje, pero en este caso para este circuito cambian de posición las fuentes al contrario del circuito de entrada de transistor, la toma de datos son realizados con la mayor exactitud posible.

En este circuito se observó que la característica de salida tiene dos de las tres magnitudes pertenecientes al circuito de salida. Los valores que relacionan la corriente de colector, la de base y la tensión emisor-colector son características de salida en configuración emisor-común. También se pudo notar que mientras se varía el voltaje colector-emisor ( $V_{CE}$ ), la corriente de colector ( $I_C$ ) se mantiene en un nivel casi estable, pero cuando la corriente de base ( $I_B$ ) supera la de activación del transistor esta comienza a elevarse, provocando así una caída de tensión en la resistencia de base, para cada valor de voltaje establecido a la salida del circuito.

Tabla 11. Datos salida transistor NPN simulado

<b>Valores obtenidos en el Transistor NPN</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V	0.23	0.0020	0.2V
	0.45	0.0020	0.4V
	0.56	0.0022	0.6V
	0.56	0.16	1 V
	0.72	0.25	3 V
	0.75	0.54	6 V
5V	0.20	0.0011	0.2 V
	0.44	0.0024	0.4 V
	0.65	0.0025	0.6 V
	0.69	0.11	1 V
	0.81	0.26	3 V
	0.85	0.58	6 V

Fuente : Autores

Tabla 12. Datos salida transistor NPN implementado

<b>Valores obtenidos en el Transistor NPN</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V	0.22	0.0021	0.2V
	0.42	0.0021	0.4V
	0.55	0.0022	0.6V
	0.58	0.16	1 V
	0.76	0.25	3 V
	0.78	0.54	6 V
5V	0.20	0.0011	0.2 V
	0.44	0.0024	0.4 V
	0.65	0.0022	0.6 V
	0.69	0.10	1 V
	0.81	0.25	3 V
	0.87	0.59	6 V

Fuente : Autores

**4.1.2.9** *Circuito de entrada transistor PNP.* En este circuito del transistor PNP es igual que el del transistor NPN, en este se procedió a medir los voltajes e intensidades a través

del módulo de las tarjetas NI myDaQ y se registró en las tablas 13 y 14, este circuito al igual que el anterior utiliza dos fuentes de alimentación variable, una para valores constantes y la otra para realizar el barrido de voltaje, la toma de datos son realizados con la mayor exactitud posible.

Tabla 13. Datos entrada transistor PNP simulado

<b>Valores obtenidos en el Transistor PNP</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V	0.23	0.0020	0.2V
	0.45	0.0020	0.4V
	0.56	0.16	1 V
	0.72	0.25	3 V
	0.75	0.54	6 V
5V	0.20	0.0011	0.2 V
	0.44	0.0024	0.4 V
	0.69	0.11	1 V
	0.72	0.15	2V
	0.81	0.26	3 V
	0.85	0.58	6 V

Fuente : Autores

En este circuito de entrada del transistor PNP en la toma de datos se observó que la característica de entrada relaciona dos magnitudes de entrada con una de salida. En el caso de la configuración en emisor común se tiene la corriente de base en función de la tensión base-emisor, para distintos valores de tensión colector- emisor.

La corriente de base y la tensión base-emisor son variables de entrada, mientras que la tensión colector-emisor es una magnitud de salida.

También se pudo notar que mientras se varía el voltaje base-emisor ( $V_{BE}$ ), la corriente de colector ( $I_C$ ) se mantiene constante pero cuando el voltaje de colector-emisor ( $V_{CE}$ ) supera el voltaje de activación del transistor ésta comienza a elevarse, provocando así una caída de tensión en la resistencia de base, para cada valor de voltaje establecido a la entrada del circuito.

Tabla 14. Datos entrada transistor PNP implementado

Valores obtenidos en el Transistor PNP			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V	0.22	0.0015	0.2V
	0.45	0.0020	0.4V
	0.56	0.16	1 V
	0.72	0.25	3 V
	0.75	0.54	6 V
5V	0.20	0.0011	0.2 V
	0.44	0.0024	0.4 V
	0.69	0.11	1 V
	0.75	0.25	3 V
	0.78	0.50	6 V

Fuente : Autores

**4.1.2.10 Circuito salida transistor PNP.** En este circuito al igual que el circuito del de entrada del transistor PNP se procedió a medir los voltajes e intensidades a través del módulo de las tarjetas NI myDaQ y se registró en las tablas 15 y 16, este circuito al igual que el anterior utiliza dos fuentes de alimentación variable, una para valores constantes y la otra para realizar el barrido de voltaje, pero en este caso para este circuito cambian de posición las fuentes al contrario del circuito de entrada de transistor, la toma de datos son realizados con la mayor exactitud posible.

En este circuito se observó que la característica de salida tiene dos de las tres magnitudes pertenecientes al circuito de salida. Los valores que relacionan la corriente de colector, la de base y la tensión emisor-colector son características de salida en configuración emisor-común.

También se pudo notar que mientras se varía el voltaje colector-emisor ( $V_{CE}$ ), la corriente de colector ( $I_C$ ) se mantiene en un nivel casi estable, pero cuando la corriente de base ( $I_B$ ) supera la de activación del transistor ésta comienza a elevarse, provocando así una caída de tensión en la resistencia de base, para cada valor de voltaje establecido a la salida del circuito.

Tabla 15. Datos salida transistor PNP simulado

<b>Valores obtenidos en el Transistor PNP</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V	0.23	0.0020	0.2V
	0.45	0.0020	0.4V
	0.56	0.0022	0.6V
	0.56	0.16	1 V
	0.72	0.25	3 V
	0.75	0.54	6 V
5V	0.20	0.0011	0.2 V
	0.44	0.0024	0.4 V
	0.65	0.0025	0.6 V
	0.69	0.11	1 V
	0.81	0.26	3 V
	0.87	0.58	6 V

Fuente : Autores

Tabla 16. Datos salida transistor PNP implementado

<b>Valores obtenidos en el Transistor PNP</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V	0.23	0.0020	0.2V
	0.45	0.0020	0.4V
	0.56	0.0022	0.6V
	0.56	0.16	1 V
	0.72	0.25	3 V
	0.75	0.54	6 V
5V	0.20	0.0011	0.2 V
	0.44	0.0024	0.4 V
	0.65	0.0025	0.6 V
	0.69	0.11	1 V
	0.81	0.26	3 V
	0.85	0.60	6 V

Fuente : Autores

**4.1.2.11 Circuito rectificador de media onda.** En este tipo de circuitos rectificador de media onda se tomó los datos obtenidos de la curva característica, y se procedió a realizar el cálculo en el software de valores de voltajes rms, voltajes pico, intensidades, a distintos valores dados por la fuente alimentación, los datos son tomados por el módulo de las tarjetas NI myDAQ y son registrados en la tabla 17.

Tabla 17. Datos Rectificador de media onda simulado e implementado

<b>Valores obtenidos en el Rectificador de media onda</b>							
Voltaje de Entrada Simulado	Vrms	Vp	Vp-p	Voltaje de Entrada Implementado	Vrms	Vp	Vp-p
6V				6V			

Fuente : Autores

Como se pudo notar la función de este circuito rectificador de media onda es eliminar uno de los dos semiperiodos de una señal alterna senoidal, proveniente del secundario del transformador, y se observó que los valores obtenidos en lo simulado como en lo real son muy semejantes y cumplen la teoría de éstos.

**4.1.2.12 Circuito rectificador de onda completa tipo puente.** Este tipo de circuito es lo mismo que el anterior , pero de igual manera tomaremos las medidas de este para sacarnos la duda, tambien se tomarán los datos de la curva, para en el software sacar calculado los datos de voltajes rms, voltajes pico, intensidades, a distintos valores dados por la fuente, los datos son registrados en la tabla 18.

Tabla 18. Datos rectificador onda completa tipo puente simulado e implementado

<b>Valores obtenidos en el rectificador de onda completa tipo puente</b>							
Voltaje de Entrada Simulado	Vrms	Vp	Vcc	Voltaje de Entrada Implementado	Vrms	Vp	Vp-p
6V				6V			

Fuente : Autores

Como tenemos en conocimiento la función de este circuito rectificador de onda completa es convertir una señal de corriente alterna de entrada en corriente continua de salida pulsante. A diferencia del rectificador de media onda, en este caso, la parte

negativa de la señal se convierte en positiva o bien la parte positiva de la señal se convertirá en negativa, según se necesite una señal positiva o negativa de corriente continua, y se observó que los valores obtenidos en lo simulado como en lo real son muy semejantes y cumplen la teoría de este tipo de circuitos.

**4.1.2.13 Circuito filtro.** En este circuito también se toma los datos medidos de la curva para en el software sacar calculado los datos de voltajes de corriente continua, voltajes pico, intensidades, a distintos valores dados por la fuente, los datos son obtenidos a través del módulo de las tarjetas NI myDAQ y son registrados en la tabla 19.

Como se sabe un circuito RC sirve como filtro para hacer que el voltaje alterno se vuelva directo casi como el de una batería, esto es gracias a las pequeñas oscilaciones que tiene la salida del voltaje, las cuales son prácticamente nulas y se observó que los valores obtenidos en lo simulado como en lo real son muy semejantes y cumplen la teoría de este tipo de circuitos filtro.

Tabla 19. Datos circuito Filtro

Valores obtenidos en el circuito filtro							
Voltaje de Entrada Simulado	Vrms	Vp	Vcc	Voltaje de Entrada Implementado	Vrms	Vp	Vcc
6V				6V			

Fuente : Autores

**4.1.2.14 Circuito Estabilizador.** En este circuito también se toma los datos medidos de la curva para en el software sacar calculado los datos de voltajes de corriente continua, voltajes pico,intensidades, a distintos valores dados por la fuente, los datos son obtenidos a través del módulo de las tarjetas NI myDAQ y son registrados en la tabla 20.

Como se pudo observar, en este caso se emplean la etapa de estabilización, para eliminar el rizado, o de forma más general, a partir de una señal de continua con un cierto rizado generar una tensión continúa sin (prácticamente) nada de rizado. Como se puede notar en la tabla 20 los datos obtenidos serán casi nulos porque ya está filtrado y estabilizado y ya no habrá variables de CA para medir, en lo real, simulado y teórico.



Tabla 20. Datos circuito estabilizador simulado e implementado

Valores obtenidos en el circuito estabilizador							
Voltaje de Entrada Simulado	Vrms	Vp	Vcc	Voltaje de Entrada Implementado	Vrms	Vp	Vcc
6V				6V			

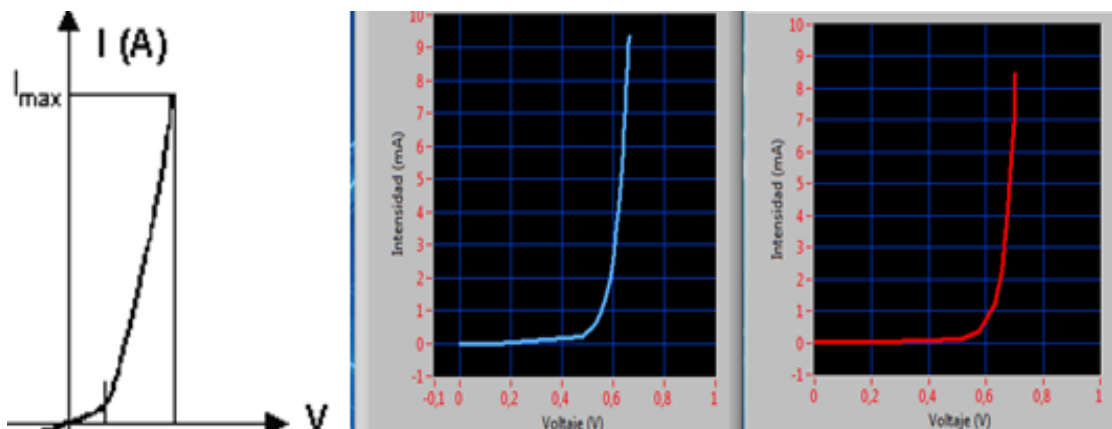
Fuente : Autores

## 4.2 Identificaciones y comparación de curvas

Las curvas son características de cada elemento o circuito eléctrico, éstas en si a través de ella nos dan una explicación de su funcionamiento, para poder analizar que sucede con los circuitos simulados e implementados realizados en este proyecto de tesis, se comparará con la curva teórica de cada elemento y se identifica si son iguales o diferentes, para en lo posterior tomar la decisión de si es factible o no el proyecto.

**4.2.1 Curva característica diodo rectificador.** Estas curvas características del diodo obtenido a través del módulo de las tarjetas NI myDAQ son parecidas en voltajes e intensidades, hasta en su voltaje de disparo con la curva teórica de este elemento, llegando a la conclusión que las curvas tomadas por el módulo y mostradas en el VI del panel frontal son válidas y aumentan así la veracidad del equipo al momento de adquirir datos o señales como se observa en la figura 120.

Figura 120. Curva diodo rectificador teórica, simulada e implementada



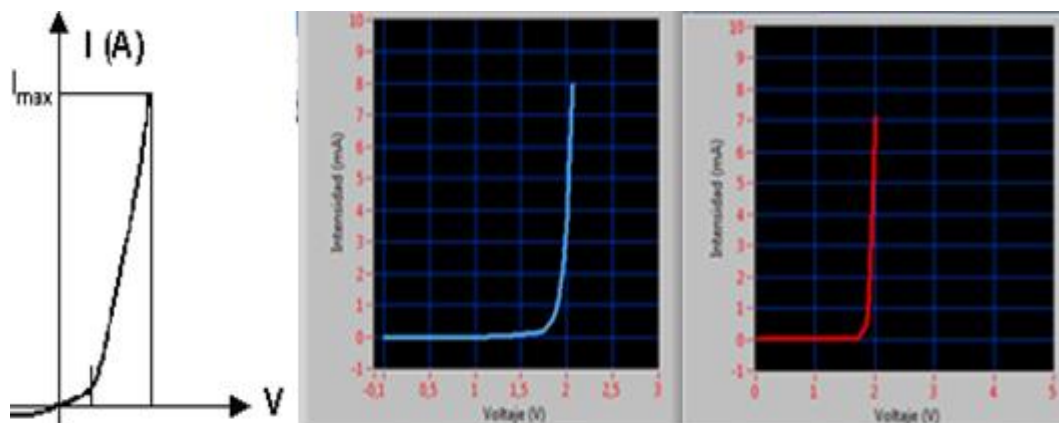
Fuente: Autores

Los valores de voltaje de disparo tomados en la curva característica del diodo simulado e implementado nos da 0.55V y 0.6V respectivamente y la teórica tenemos 0.7V, quedando demostrado así que las curvas son las misma.

**4.2.2** *Curva característica diodo Led.* Las curvas simuladas e implementadas obtenidas a través del módulo de las tarjetas NI myDAQ y mostradas en los graphs indicators del panel frontal del VI, muestra con exactitud la forma real de funcionamiento de este elemento.

Se comparó las curvas obtenidas con la teórica y nos dio como resultado que concuerdan con todo los parámetros establecidos en esta, sus voltajes, intensidades y de más factores, en conclusión damos por válida la obtención de la curva del Led a través del módulo, su semejanza es notoria como se puede observar en la figura 121, el voltaje para que conduzca el diodo led es de 1.7VCD en el circuito simulado, mientras que para el circuito real el voltaje de conducción es de 2VCD por eso su curva obtenida es casi igual.

Figura 121. Curva diodo Led teórica, simulada e implementada

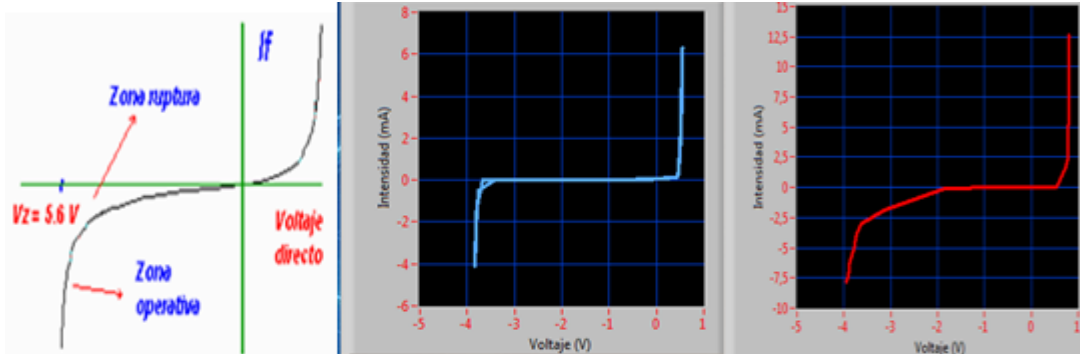


Fuente: Autores

**4.2.3** *Curva característica diodo Zener.* Estas curvas características son tomadas por el módulo de las tarjetas NI myDAQ implementado y simulado, como se puede observar la curva característica del diodo Zener en polarización directa es muy parecida a la del diodo normal y esto se puede notar con la curva teórica del elemento, en cambio en polarización inversa como se pudo observar que la tensión en estas curvas se mantiene constante hasta que llega a su punto de ruptura y este se dispara (entra en

funcionamiento) la similitud de estas tres gráficas es grande y queda demostrado que son las mismas, como se puede observar en la figura 122

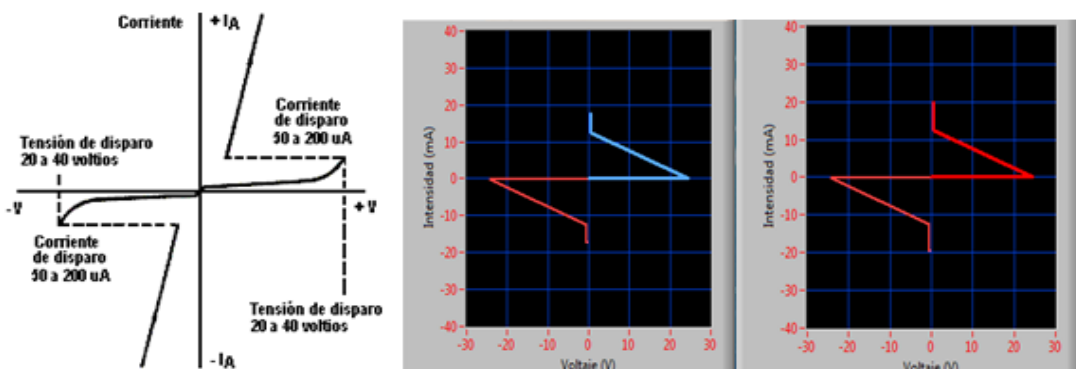
Figura 122. Curva diodo Zener teórica, simulada e implementada



Fuente: Autores

**4.2.4** *Curva característica Diac.* Las curvas características del Diac obtenidas por el módulo de las tarjetas NI myDAQ simuladas e implementadas son muy parecidas en las magnitudes de voltaje e intensidad, como se puede observar en la gráfica son simétricas en ambas polaridades y comparadas con la curva teórica llegamos a la conclusión que son las mismas como se puede observar en la figura 123 estas son muy parecidas en todos los sentidos.

Figura 123. Curva Diac teórica, simulada e implementada

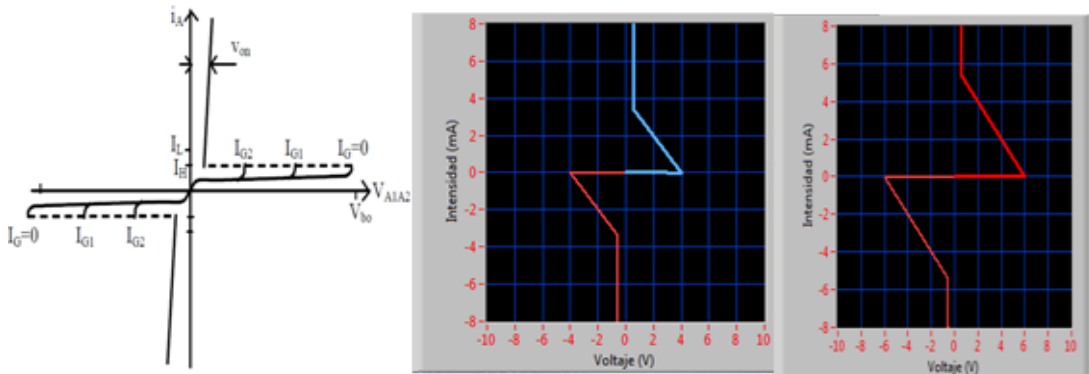


Fuente: Autores

**4.2.5** *Curva característica Triac.* Las curvas características del Triac obtenidas por el módulo de las tarjetas NI myDAQ simuladas e implementadas son parecidas en las magnitudes de voltaje e intensidad, como se puede observar en la gráfica son simétricas

en ambas polaridades y comparadas con la curva teórica llegamos a la conclusión que son las mismas como se puede observar en la figura 124.

Figura 124. Curva Triac teórica, simulada e implementada

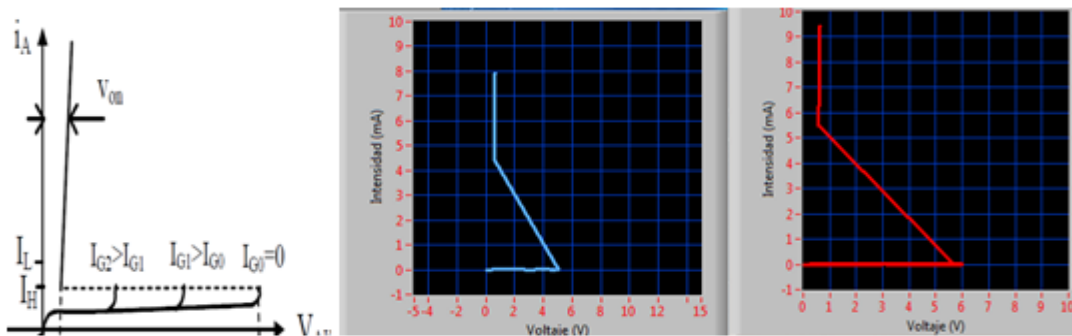


Fuente: Autores

Estas son muy parecidas en todos los sentidos y queda demostrado que las curvas obtenidas por este módulo y mostradas en el VI del panel principal son idénticas y esto aumenta la veracidad del equipo en la toma de datos y obtención de curvas características.

**4.2.6 Curva característica SCR.** Las curvas del SCR obtenidas por el módulo de las tarjetas NI myDAQ simulada e implementada y comparadas con la teórica nos dan una muestra exacta de la similitud existente entre estas tres gráficas, quedando así demostrado que las curvas características de este elemento son iguales en forma y en magnitudes de voltajes e intensidades.

Figura 125. Curva SCR teórica, simulada e implementada



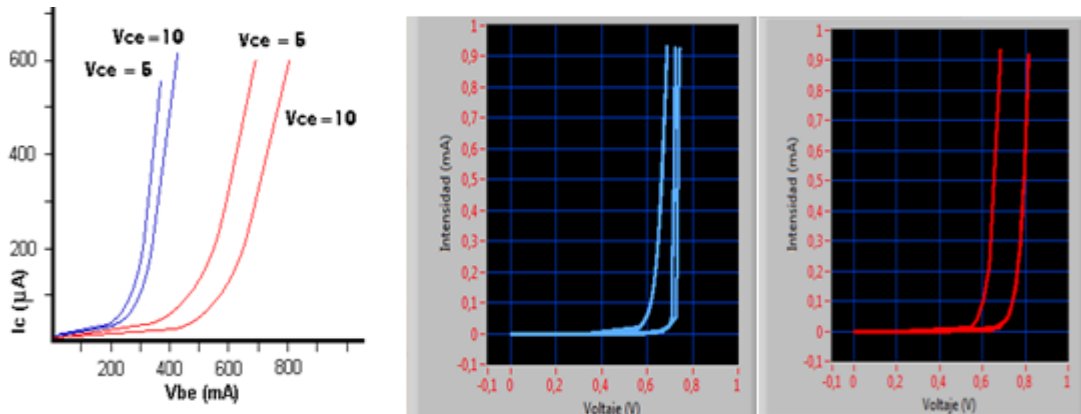
Fuente: Autores

Como se puede ver en la figura 125 estas son semejantes entre si y nos demuestra en sí que el módulo es factible a la hora de adquirir datos y ser mostrados en el panel frontal del VI.

**4.2.7** *Curva característica de entrada del transistor NPN.* Las curvas características de entrada de un transistor NPN relacionan dos magnitudes de entrada con una de salida. En el caso de la configuración en emisor común se tiene la corriente de base en función de la tensión base-emisor, para distintos valores de tensión colector- emisor. La corriente de base y la tensión base-emisor son variables de entrada, mientras que la tensión colector-emisor es una magnitud de salida.

Las curvas obtenidas en este circuitos simulado e implementado son bien idénticas con la curva teórica, quedando demostrado que las curvas obtenidas son válidas y demostrando una vez más que el módulo de las tarjetas NI myDAQ es factible a la hora de toma de datos obtención de curvas características como se puede observar en la figura 126.

Figura 126. Curva de entrada del transistor NPN teórica, simulada e implementada

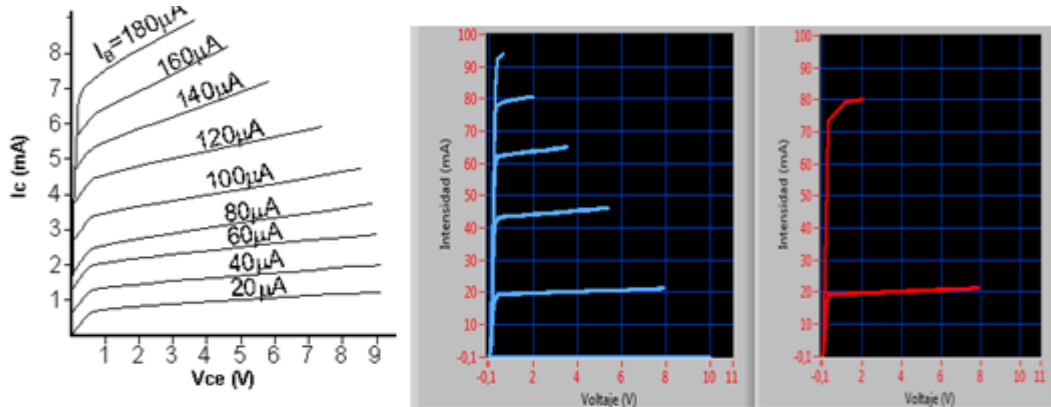


Fuente: Autores

**4.2.8** *Curva característica de salida del transistor NPN.* En este tipo de circuito la característica de salida tiene dos de las tres magnitudes pertenecientes al circuito de salida. Las curvas que relacionan la corriente de colector, la de base y la tensión emisor-colector son características de salida en configuración emisor-común de circuito del transistor NPN se pudo observar y comparar que las curvas de salida obtenidas a través del módulo simuladas e implementadas son idénticas a la teórica, quedando demostrado

así que las mediciones tomadas para que salga la curva son válidas, como se puede observar en la figura 127.

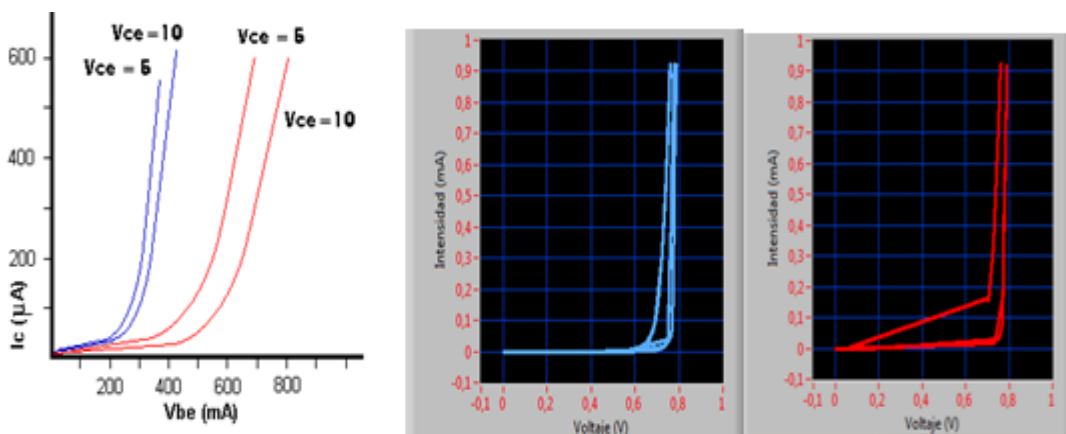
Figura 127. Curva de salida del transistor NPN teórica, simulada e implementada



Fuente: Autores

**4.2.9** *Curva característica de entrada del transistor PNP.* Al igual que el anterior las curvas obtenidas por el módulo de las tarjetas NI myDAQ son iguales en magnitudes de voltaje e intensidad, quedando así demostrado que las curvas teóricas simuladas e implementadas son iguales, y esto nos da en sí la validación del módulo en la toma de datos y obtención de curvas características. Las curvas del elemento se observa en la figura 128.

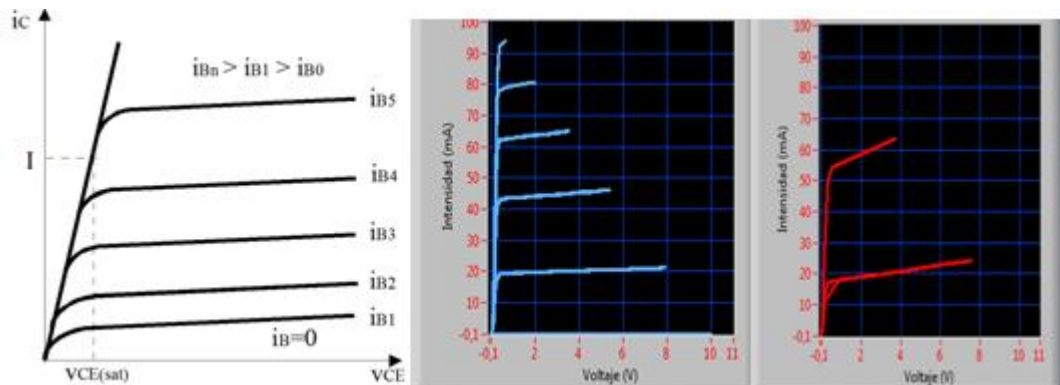
Figura 128. Curva de entrada del transistor PNP teórica, simulada e implementada



Fuente: Autores

**4.2.10** *Curva característica de salida del transistor PNP.* Al igual que el circuito anterior las curvas obtenidas a través del módulo de las tarjetas NI myDAQ simuladas e implementadas son idénticas a las curvas teóricas de este elemento, en forma, magnitudes de voltajes e intensidades, quedando así demostrado que las curvas obtenidas por este equipo son válidas.

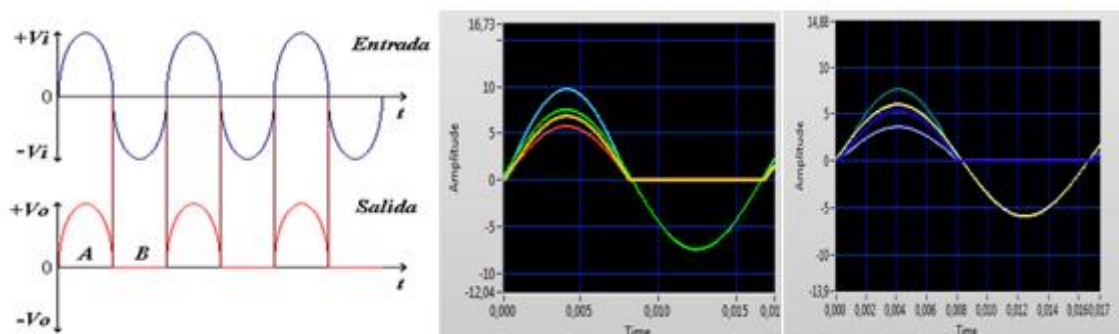
Figura 129. Curva de salida del transistor PNP teórica, simulada e implementada



Fuente: Autores

**4.2.11** *Curva característica rectificador de media onda.* Como se sabe la función de este circuito rectificador de media onda es eliminar uno de los dos semiperiodos de una señal alterna senoidal, proveniente del secundario del transformador. Las curvas obtenidas por este módulo de adquisición de datos real y simulado nos dan la validación de las curvas porque al comparar las dos curvas real y simulada con la teórica son idénticas en forma y magnitudes eléctricas como voltaje intensidad etc. En la figura 129 se observa estas tres gráficas y se puede notar la semejanza de estas.

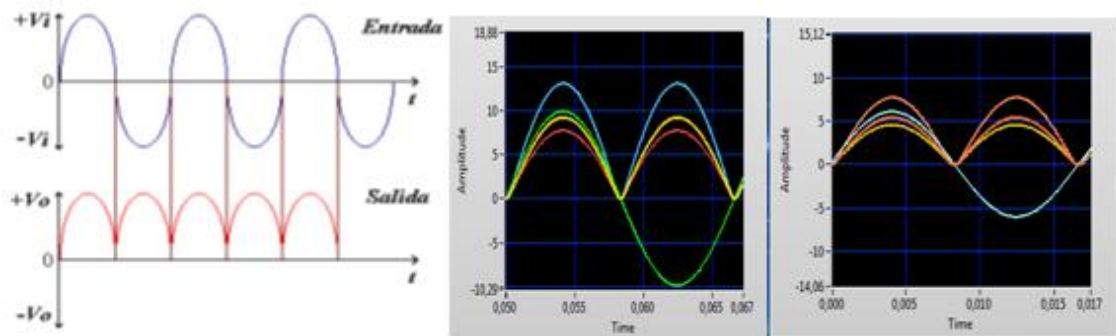
Figura 130. Curva rectificador de media onda



Fuente: Autores

**4.2.12** *Curva característica rectificador de onda completa tipo puente.* Las curvas obtenidas por el módulo de este tipo de circuito, son iguales a las del rectificador de media onda, las simuladas e implementadas y la teórica son idénticas en forma, magnitudes de voltaje e intensidad, y se da por válida los datos tomados por el equipo en la figura 130 se puede apreciar su semejanza entre sí de estas forma de onda.

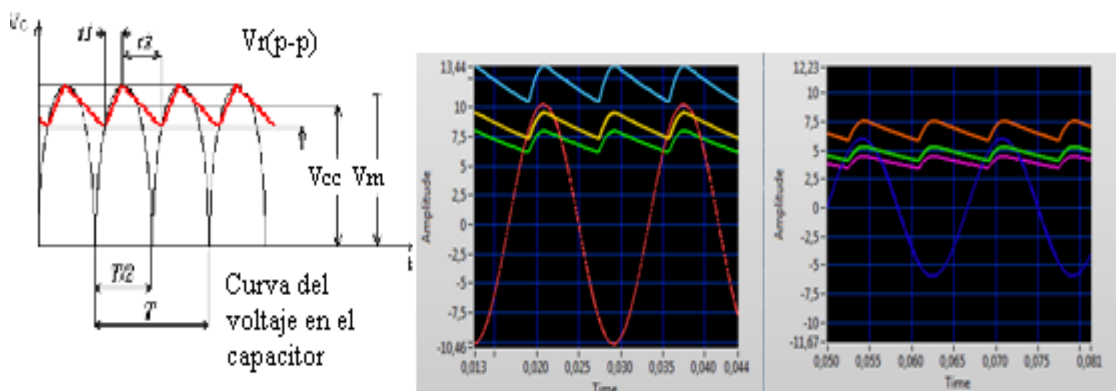
Figura 131. Curva rectificador de onda completa tipo puente



Fuente: Autores

**4.3.13** *Curva característica filtrada.* La curva obtenida en este tipo de circuito como se sabe es un poco rizado, ya eliminando casi totalmente el voltaje de alterna como se puede observar en la figura 131 las tres graficas teórica, simulada e implementada, son idénticas entre sí, quedando demostrado que las mediciones tomadas por el módulo de las tarjetas NI myDAQ son factibles.

Figura 132. Curva filtrada

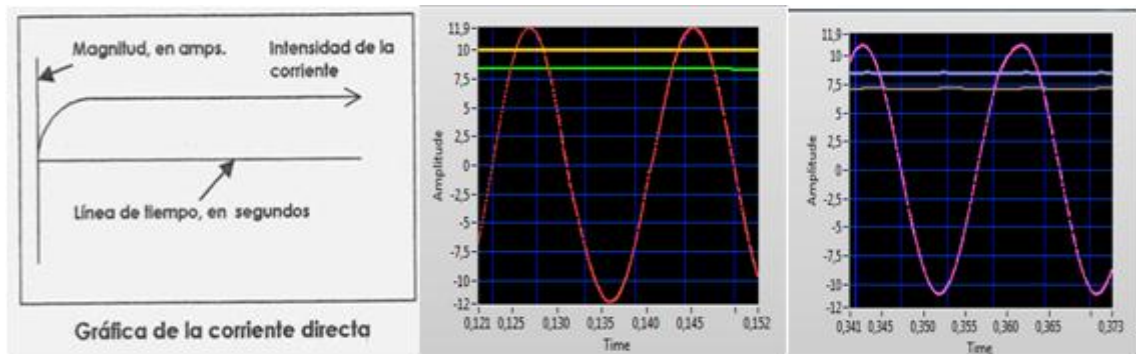


Fuente: Autores



**4.2.14 Curva característica Estabilizadora.** Esta curva es de fácil reconocimiento ya que es totalmente una recta después que ya ha pasado por el Zener, como se puede ver en la figura 132 las tres graficas del elemento son idénticas en forma, magnitudes eléctricas etc. Quedando válidas las curvas obtenidas de este elemento.

Figura 133. Curva estabilizadora.



Fuente: Autores

### 4.3 Determinación de resultados

Una vez realizada la medición, comparación de datos e identificación de curvas características de elementos y circuitos electrónicos a través de módulo de las tarjetas NI myDAQ, hemos determinado el resultado del análisis que se obtuvo, habiendo demostrado que hay en este equipo un alto rendimiento de este en la toma y adquisición de datos reales y simulados en todos los puntos anteriores mencionados.

Realizado todo lo mencionado anteriormente podemos decir que las lecturas tomadas, comparación de datos reales y simulados, y curvas características de los elementos y circuitos electrónicos son aceptadas en este proyecto, debido a que el rango de precisión y semejanza en la obtención de éstos factores por del módulo de las tarjetas NI myDAQ no supera el porcentaje de error que se tuviera que considerar.

### 4.4 Evaluación de resultados

Los resultados obtenidos en este proyecto por todo lo mencionado anteriormente son aceptables, dando así la validación del equipo como instrumento virtual o real para la obtención de datos de magnitudes eléctricas en circuitos y elementos electrónicos.

El módulo de las tarjetas myDAQ y electrónico son instrumentos de medida, obtención de curvas características virtuales y reales, diseñados adecuadamente para que el estudiante pueda analizar éstos factores, que son de mucha importancia en el estudio de materias como Electrónica Básica, Electrónica de Potencia, Control Industrial, en la carrera de Ingeniería de Mantenimiento.

Por lo anteriormente mencionado, el fin que tiene destinado este proyecto es ayudar por medio de esta herramienta a que se familiarice los estudiantes con equipos virtuales de ultima tecnología como es en este caso, para un mayor aprendizaje en sí de la electrónica.

## CAPÍTULO V

### 5. PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Son múltiples aplicaciones de electrónica que nos permite realizar la co-simulación entre LabVIEW y Multisim, que permite simular el comportamiento de elementos y circuitos electrónicos. Además las tarjetas MyDAQ nos permiten tomar datos de los mismos circuitos de manera real y poder comparar lo simulado y lo real. Por lo que en este capítulo se realizarán diferentes prácticas de elementos y circuitos de electrónica básica y de electrónica de potencia, en corriente directa como en corriente alterna, que serán de gran ayuda para el aprendizaje y el entendimiento de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, a continuación se detallara el procedimiento que se debe de seguir para la realización de estas prácticas con los módulos de las tarjetas y el de los circuitos en la plataforma del software LabVIEW.

#### 5.1 Práctica 1. Circuito diodo Rectificador

Tema: Curva característica del diodo rectificador

*Objetivo general.* Obtener la curva característica del diodo rectificador tanto simulado como implementad.

*Objetivos específicos:*

Medir, comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del diodo rectificador tanto en lo práctico y en lo simulado.

Analizar el voltaje de conducción del diodo rectificador en los dos circuitos simulado e implementado.

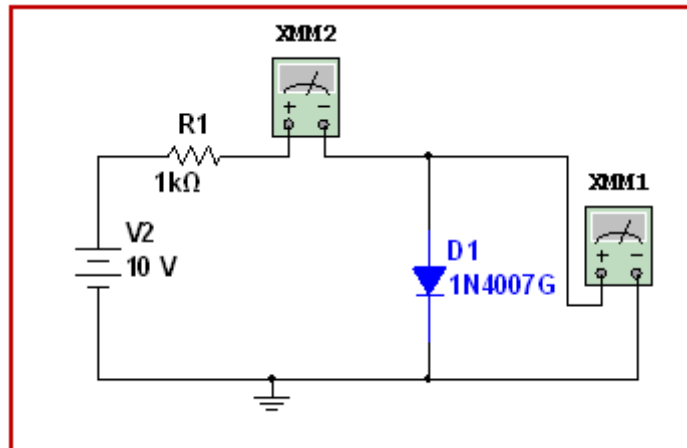
Observar el comportamiento de la caída de tensión de la resistencia de carga en los circuitos.

*Marco Teórico*

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido. Un diodo consiste en la "unión"

de un semiconductor P y un semiconductor N (*diodo de unión PN*). Los semiconductores contienen cargas móviles positivas y negativas. Un semiconductor P es un semiconductor que tiene más cargas móviles positivas que negativas, mientras que el N tiene más cargas negativas que positivas. El semiconductor P constituye el ánodo del diodo y el N el cátodo.

Figura 134. Diagrama diodo rectificador



Fuente: Autores

### *Equipos y materiales*

Tabla 22. Equipos y materiales práctica 1

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 1kΩ (Modulo 002)
Multímetro	Diodo Rectificador 1N4007
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (NI myDaq)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI MyDaq)
Tarjeta NI Mydaq 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

### *Procedimiento*

1. Abrir el proyecto de LabVIEW llamado tesis el cual abre todos los VI del software una vez ahí, abrimos el VI presentación el cual nos llevara al panel frontal principal llamado “Analizador de Curvas Características” ubicado en la carpeta Tesis de grado.

2. Una vez ahí damos click en el botón run de la barra de herramientas y luego en botón inicio ubicado en el panel frontal que nos llevara al VI de nombre Análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos.
3. Damos click en la en la botonera de nombre curva del diodo rectificador que es el que vamos a analizar, se abrirá el diagrama del circuito simulado e implementado.
4. El VI del diodo rectificador se encuentra activado en forma automática y está listo para ser analizado, una vez aquí tenemos dos *Procedimientos* para lo real y para lo implementado.

#### *Circuito simulado diodo rectificador*

5. Damos click en el botón simular en la parte izquierda de la pantalla.
6. Tenemos dos formas de manipular la fuente que está representada por un scroll bar vertical que nos provee de voltaje de 0 a 10VCD.
7. La primera en forma manual con la cual podremos fijarnos en cualquier punto que deseemos analizar y que formaremos la curva al ir subiendo el voltaje desde 0 a 10VCD.
8. La segunda en forma automática a través de un barrido, el cual nos permite con solo un click obtener la curva deseada, para manejar el barrido automático damos valores de inicio, final y numero de divisiones en que se realizará el barrido (por defecto tenemos de inicio 0, final 10, y numero de divisiones 75 las cuales pueden ser modificables), todos estos datos los podemos visualizar en varios indicadores en forma numérica y gráfica.
9. Para finalizar damos click en el botón salir.

#### *Circuito Implementado diodo rectificador*

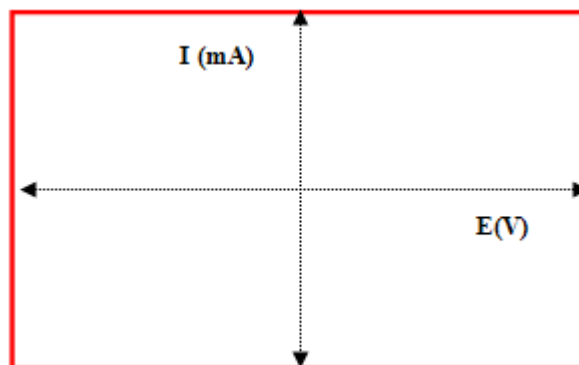
10. Conectar la salida USB de las tarjetas myDAQ 1 (voltímetro) y myDAQ 2 (amperímetro) a la entrada USB de la entrada de la PC.
11. Conectar la fuente a la entrada del circuito, asegurarse que la fuente este a 0VCD.
12. Se conectará las puntas de medida de voltaje del módulo de la tarjeta NI myDAQ 1 nominadas HIvolt y COM, en los bornes del circuito diodo rectificador en paralelo con este.
13. Se conectará las puntas de medida de corriente de la tarjeta NI myDAQ 2 nominadas HIamp y COM, en los bornes del circuito diodo rectificador en serie.

14. Conectamos las entradas de la tarjeta myDAQ 1, AO0 en paralelo con la resistencia R1 y AO1 en paralelo a la entrada de la fuente de alimentación para así poder analizar la caída de tensión en la resistencia y la entrada de voltaje real.
15. Damos click en el botón LEER del panel frontal en la parte derecha de la pantalla.
16. Con la fuente de alimentación procedemos a variar el voltaje desde 0 a 10VCD por medio del potenciómetro ubicado en el módulo.
17. Para obtener la curva del diodo Rectificador se varía el potenciómetro de forma uniforme a una velocidad constante para que la gráfica no se distorsione.
18. Para finalizar la simulación se da click en el botón salir.

### Actividades

1. Graficar la curva característica simulada del diodo rectificador que se obtuvo al realizar la práctica.

Figura 135. Gráfica diodo rectificador simulada



Fuente: Autores

2. Registrar los valores de voltaje y corriente simulados en la tabla.

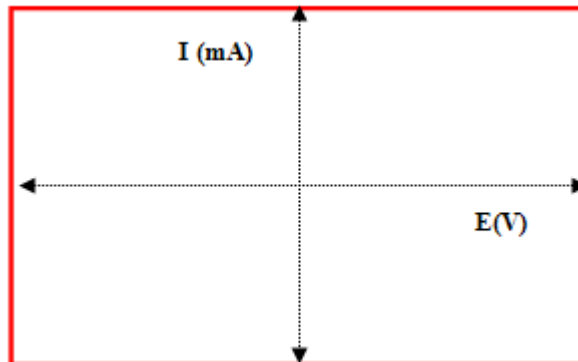
Tabla 23. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 1

<b>Valores obtenidos en el Diodo Rectificador</b>							
Voltaje de Entrada	$V_{D1}$	$I_{D1}$	$V_{R1}$	Voltaje de Entrada	$V_{D1}$	$I_{D1}$	$V_{R1}$
0,2V				2V			
0,4V				3V			
0,6V				5V			
0,8V				7V			

Fuente: Autores

3. Graficar la curva característica del diodo rectificador obtenida en el circuito real.

Figura 136. Gráfica diodo rectificador real



Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 24. Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 1

Valores obtenidos en el Diodo rectificador							
Voltaje de Entrada	$V_{D1}$	$I_{D1}$	$V_{R1}$	Voltaje de Entrada	$V_{D1}$	$I_{D1}$	$V_{R1}$
0,2V				2V			
0,4V				3V			
0,6V				5V			
0,8V				7V			

Fuente: Autores

**Conclusiones.....**

.....

.....

.....

.....

**Recomendaciones.....**

.....

.....

.....

.....

## 5.2 Práctica 2. Circuito diodo Led

Tema: Curva característica del diodo led

*Objetivo general.* Obtener la curva característica del diodo led tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del diodo led tanto en lo práctico y en lo simulado.

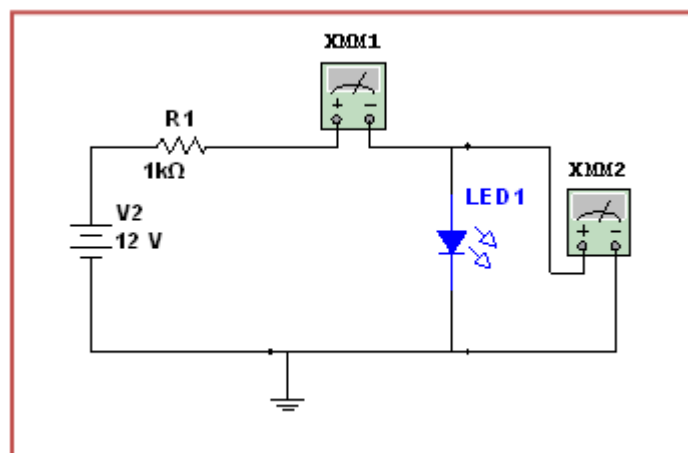
Analizar la conducción del diodo led en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en los circuitos.

*Marco Teórico*

El **LED** (Light-Emitting Diode o Diodo Emisor de Luz), es un dispositivo semiconductor que emite luz incoherente de espectro reducido cuando se polariza de forma directa la unión PN en la cual circula por él una corriente eléctrica. Este fenómeno es una forma de electroluminiscencia, el LED es un tipo especial de diodo que trabaja como un diodo común, pero que al ser atravesado por la corriente eléctrica, emite luz.

Figura 137. Diagrama diodo led



Fuente: Autores



*Equipos y materiales*

**Tabla 25.** Equipos y materiales práctica 2

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia $1k\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	Diodo led amarillo
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (NI myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

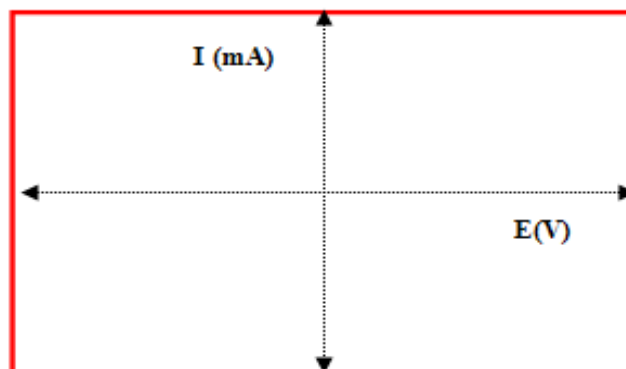
*Procedimiento*

1. Repetimos el procedimiento de la práctica 1 pero ahora vamos a dar click en el botón diodo led ubicado en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos y se procede en forma similar.

*Actividades*

1. Graficar la curva característica simulada del diodo led que se obtuvo al realizar la práctica.

Figura 138. Gráfica diodo Led Simulada



Fuente: Autores

2. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica simulada en la tabla.

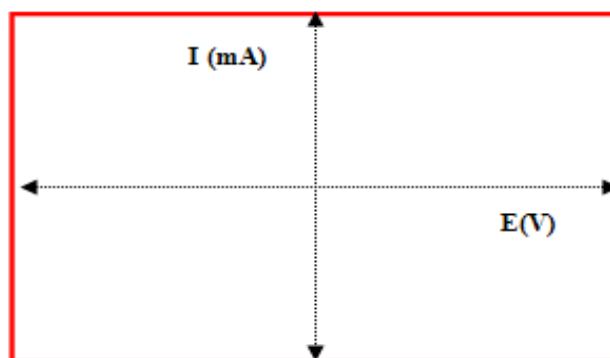
Tabla 26. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 2

Valores obtenidos en el Diodo Led							
Voltaje de Entrada	$V_{Led}$	$I_{Led}$	$V_{Led}$	Voltaje de Entrada	$V_{Led}$	$I_{Led}$	$V_{Led}$
0,2V				2V			
0,6V				5V			
0,8V				7V			
1V				9V			

Fuente: Autores

3. Graficar la curva característica del diodo led obtenida en el circuito real.

Figura 139. Gráfica Diodo Led Implementado



Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 27. Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 2

Valores obtenidos en el Diodo Led							
Voltaje de Entrada	$V_{Led}$	$I_{Led}$	$V_{Led}$	Voltaje de Entrada	$V_{Led}$	$I_{Led}$	$V_{Led}$
0,2V				2V			
0,6V				5V			
0,8V				7V			
1V				9V			

Fuente: Autores

**Conclusiones.....**

**Recomendaciones.....**

### 5.3 Práctica 3. Circuito diodo Zener

Tema: Curva característica del diodo Zener

*Objetivo general.* Obtener la curva característica del diodo Zener tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del diodo led tanto en lo práctico y en lo simulado.

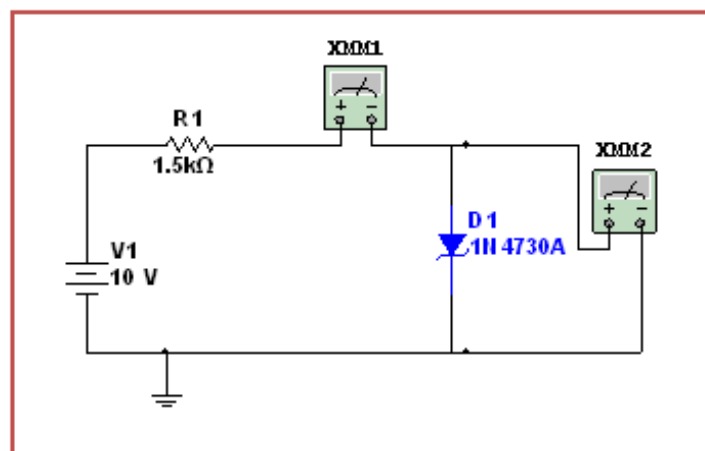
Analizar la conducción del diodo Zener en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en los circuitos.

*Marco Teórico*

Un diodo Zener es básicamente un diodo de unión, pero construido especialmente para trabajar en la zona de ruptura de la tensión de polarización inversa, por eso algunas veces se le conoce con el nombre de diodo de avalancha. El diodo Zener tiene la propiedad de mantener constante la tensión aplicada, aun cuando la corriente sufra cambios. Para que el diodo Zener pueda realizar esta función, debe polarizarse de manera inversa.

Figura 140. Diagrama diodo Zener



Fuente: Autores

## *Equipos y materiales*

Tabla 28. Equipos y materiales práctica 3

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 1,5k $\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	Diodo Zener 1N4730A(3.9V)
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

### *Procedimiento*

1. Como en las prácticas anteriores en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos damos click en el botón diodo Zener

### *Circuito simulado del diodo Zener*

2. Damos click en el botón Simular y procedemos al análisis.
3. Sea en forma manual o en forma automática por medio scroll bar y del barrido se varia el voltaje desde 0 a 10VCD para así obtener datos del diodo Zener en polarización directa que se podrán ver en indicadores numéricos y gráficos.
4. Luego se procedemos a variar la fuente por medio del scroll bar vertical pero ahora en polarización inversa desde 0V a -10V para así obtener datos que se visualizaran en los mismos indicadores.
5. Una vez analizado y terminado damos click en salir.

### *Circuito Implementado diodo Zener*

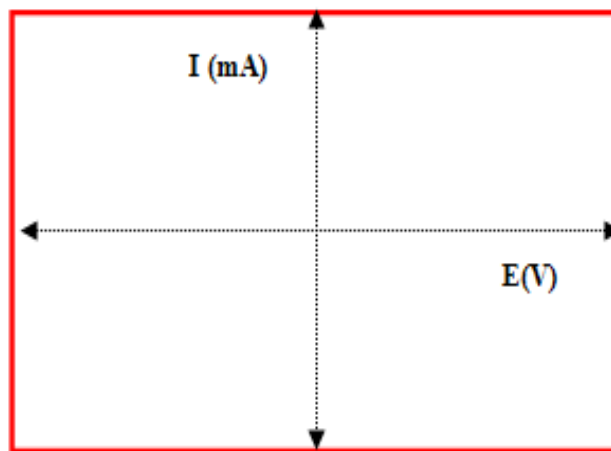
6. Hacemos las conexiones como en la práctica 1 con la MyDAQ 1y la MyDag 2 con el circuito del diodo Zener.
7. Para obtener la curva característica en polarización directa seleccionamos la fuente de 0 a 10VCD por medio de un conmutador ubicado en el módulo y variamos el voltaje por medio del potenciómetro.

8. Para obtener la curva en polarización inversa seleccionamos la fuente de 0 a -10VCD por medio del mismo conmutador y variamos el voltaje por medio del potenciómetro.
9. Para terminar damos click en el botón salir.

*Actividades*

1. Graficar la curva característica simulada del diodo Zener que se obtuvo al realizar la práctica.

Figura 141. Gráfica diodo Zener simulada



Fuente: Autores

2. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica simulada en la tabla.

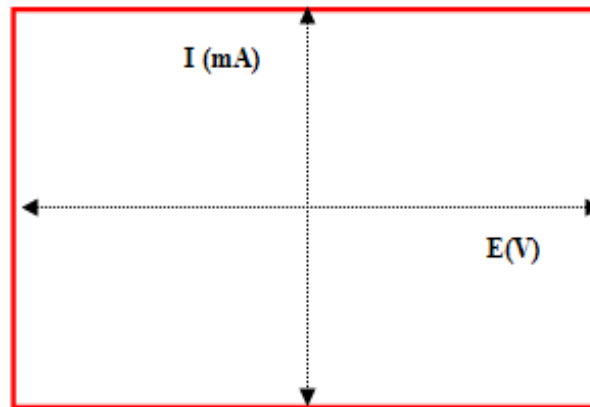
Tabla 29. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 3

Valores obtenidos en el Diodo Zener							
Voltaje de Entrada	$V_{Z1}$	$I_{D1}$	$V_{R1}$	Voltaje de Entrada	$V_{Z1}$	$I_{D1}$	$V_{R1}$
0,2V				-0,2V			
0,4V				-0,4V			
0,6V				-0,6V			
0,8V				-0,8V			
1V				-1V			
2V				-2V			
4V				-4V			
6V				-6V			
8V				-8V			

Fuente: Autores

3. Graficar la curva característica del diodo Zener obtenida en el circuito real.

Figura 142. Gráfica diodo Zener implementado



Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 30. Datos obtenidos en el circuito Implementado práctica 3

Valores obtenidos en el Diodo Zener							
Voltaje de Entrada	$V_{Z1}$	$I_{D1}$	$V_{R1}$	Voltaje de Entrada	$V_{Z1}$	$I_{D1}$	$V_{R1}$
0,2V				-0,2V			
0,4V				-0,4V			
0,8V				-0,8V			
1V				-1V			
2V				-2V			
4V				-4V			
6V				-6V			
8V				-8V			

Fuente: Autores

**Conclusiones.....**

.....

.....

**Recomendaciones.....**

.....

.....

.....

## 5.4 Práctica 4. Circuito DIAC

Tema: Curva característica del Diac

*Objetivo general.* Obtener la curva característica del Diac tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del Diac tanto en lo práctico y en lo simulado.

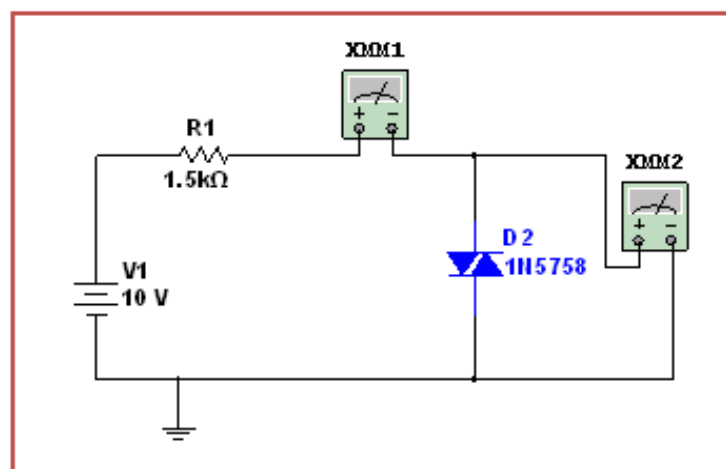
Analizar el disparo del Diac en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en el circuito.

*Marco Teórico*

El Diac es un dispositivo bidireccional simétrico (sin polaridad) con dos electrodos principales: MT1 y MT2, y ninguno de control. Es un componente electrónico que está preparado para conducir en los dos sentidos de sus terminales, por ello se le denomina bidireccional, siempre que se llegue a su tensión de cebado o de disparo. Este es un dispositivo controlado por voltaje, el cual se comporta como dos diodos Zener puestos en contra paralelo.

Figura 143. Diagrama DIAC



Fuente: Autores

## *Equipos y materiales*

Tabla 31. Equipos y materiales práctica 4

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 1.5k $\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	Diac 1n5758
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (NI myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

### *Procedimiento*

1. Como en las prácticas anteriores en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos damos click en el botón Diac.

### *Circuito simulado del Diac*

2. Damos click en el botón Simular y procedemos al análisis.
3. Este elemento tiene característica que su tensión de disparo esta entre los 20 a 30VCD en polarización directa e inversa.
4. Para obtener datos se procede a variar el scroll bar en forma manual desde 0V a 30VCD en polarización directa y de 0 a -30VCD en polarización inversa.
5. El barrido automático está configurado de manera que con los mismos datos de inicio y de final se varíen dos fuentes a la vez para así poder sacar la curva en ambos sentidos de la gráfica y poder visualizarla mejor.

### *Circuito Implementado del Diac*

6. Hacemos las conexiones como en la Práctica 1 con la myDAQ 1 y la myDAQ 2 con el circuito del Diac pero no conectamos las entradas analógicas de AO0 y AO1 por el motivo que estas entradas solo permiten medir en rangos de -10 a 10V.
7. Para esta práctica necesitamos una fuente variable externa de mayor voltaje que este en el rango de 0 a 30VCD para poder disparar al Diac

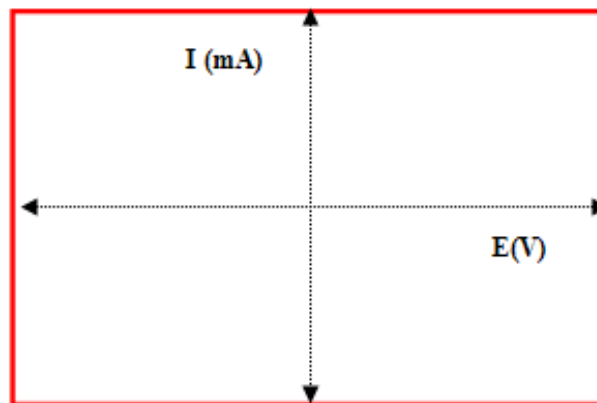


8. Para obtener la curva característica en polarización directa seleccionamos la fuente de 0 a 30VCD y variamos el voltaje por medio del potenciómetro.
9. Para obtener la curva característica en polarización inversa seleccionamos la fuente de 0 a -30VCD e invertimos la polaridad y variamos el voltaje por medio del potenciómetro.
10. Para terminar damos click en el botón salir

### Actividades

1. Graficar la curva característica simulada del Diac que se obtuvo al realizar la práctica.

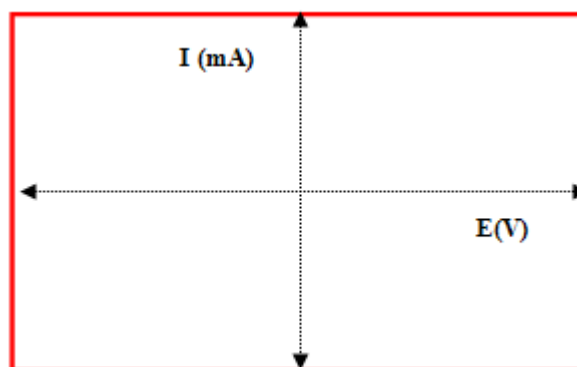
Figura 144. Gráfica Diac simulada



Fuente: Autores

2. Graficar la curva característica del Diac obtenida en el circuito real.

Figura 145. Gráfica Diac implementado



Fuente: Autores

3. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica simulada en la tabla.

Tabla 32. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 4

<b>Valores obtenidos en el Diodo Diac</b>			
Voltaje de Entrada Simulado	$V_{DIAC}$ (Volt)	$I_{DIAC}$ (mA)	$V_R$ (Volt)
5V			
10V			
15V			
20V			
30V			
-5V			
-10V			
-15V			
-20V			
-30V			

Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 33. Datos obtenidos en el circuito Implementado práctica 4

<b>Valores obtenidos en el Diodo Diac</b>			
Voltaje de Entrada Simulado	$V_{DIAC}$ (Volt)	$I_{DIAC}$ (mA)	$V_R$ (Volt)
5V			
10V			
15V			
20V			
30V			
-5V			
-10V			
-15V			
-20V			
-30V			

Fuente: Autores

**Conclusiones**.....

**Recomendaciones**.....

## 5.5 Práctica 5. Circuito TRIAC

Tema: Curva característica del Triac

*Objetivo general.* Obtener la curva característica del Triac tanto simulado como implementado.

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del Triac tanto en lo práctico y en lo simulado.

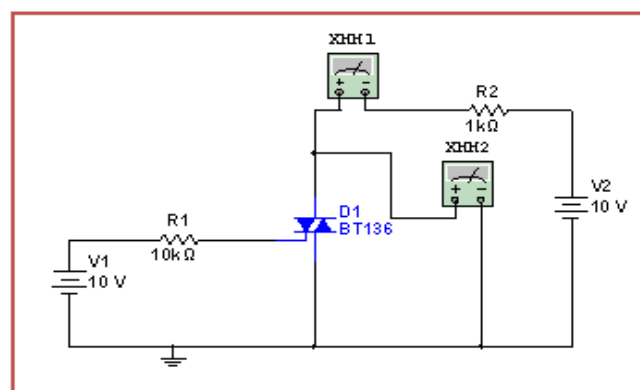
Analizar el disparo del Triac en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en el circuito.

*Marco Teórico*

El Triac es un tiristor bidireccional de tres terminales. Permite el paso de corriente del terminal A1 al A2 y viceversa, y puede ser disparado con tensiones de compuerta de ambos signos. Cuando se trabaja con corriente alterna, es interesante poder controlar los dos sentidos de circulación de la corriente. Como se ha mencionado, el TRIAC permite la conducción de corriente de ánodo a cátodo y viceversa, de ahí que los terminales no se denominen ánodo y cátodo, sino simplemente ánodo 1 (A1) y ánodo 2 (A2). En algunos textos dichos terminales se denominan MT1 y MT2.

Figura 146. Diagrama TRIAC



Fuente: Autores

## *Equipos y materiales*

Tabla 34. Equipos y materiales práctica 5

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 100k $\Omega$ ,1k $\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	1 Triac BT136
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (NI myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

### *Procedimiento*

1. Como en las prácticas anteriores en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos damos click en el botón Triac.

### *Circuito simulado del Triac*

2. Damos click en el botón Simular y procedemos al análisis.
3. Este elemento tiene característica que su tensión de disparo esta entre los 20 a 30VCD en polarización directa e inversa.
4. Para obtener datos se procede a variar el scroll bar en forma manual desde 0V a 35VCD en polarización directa y de 0 a -35VCD en polarización inversa.
5. El barrido automático está configurado de manera que con los mismos datos de inicio y de final se varíen dos fuentes a la vez para así poder sacar la curva en ambos sentidos de la gráfica y poder visualizarla mejor.

### *Circuito Implementado diodo Triac*

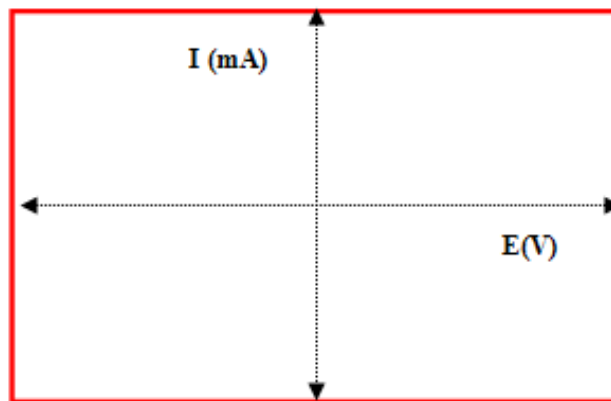
6. Hacemos las conexiones como en la práctica 1 con la MyDAQ 1y la MyDaq 2 con el circuito del Triac pero no conectamos las entradas analógicas de AO0 y AO1 por el motivo que estas entradas solo permiten medir en rangos de -10 a 10V.

7. Para obtener la curva característica en polarización directa seleccionamos la fuente de 0 a 10VCD y variamos el voltaje por medio del potenciómetro.
8. Para obtener la curva característica en polarización inversa seleccionamos la fuente de 0 a -10VCD e invertimos la polaridad y variamos el voltaje por medio del potenciómetro.
9. Para terminar damos click en el botón salir

#### *Actividades*

1. Graficar la curva característica simulada del Triac que se obtuvo al realizar la práctica.

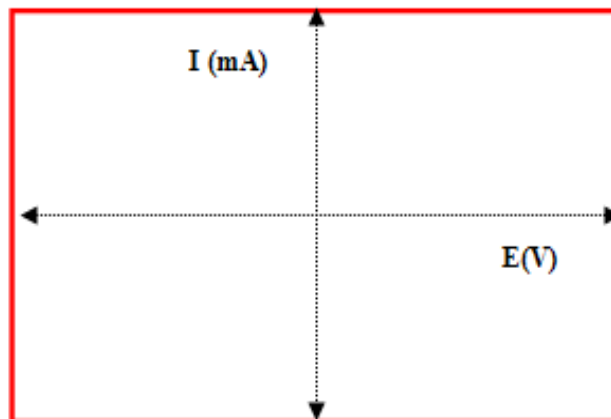
Figura 147. Gráfica Triac Simulada



Fuente: Autores

2. Graficar la curva característica del Triac obtenida en el circuito real.

Figura 148. Gráfica Triac implementado



Fuente: Autores

3. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica simulada en la tabla.

Tabla 35. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 5

<b>Valores obtenidos en el Diodo Triac</b>				
Voltaje de Entrada Simulado	$V_{A1A2}$	$I_A$	$V_R$	Voltaje de Entrada Barrido
-9V				0 a-9V
-6V				0 a-9V
-4V				0 a-9V
-2V				0 a-9V
4V				0 a 9V
6V				0 a 9V
9V				0 a 9V
-9V				0 a 9V

Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 36. Datos obtenidos en el circuito Implementado práctica 5

<b>Valores obtenidos en el Triac</b>				
Voltaje de Entrada	$V_{TR}$	$I_{TR}$	$V_{R1}$	Voltaje de Entrada
-9V				0-9VCD
-6V				0-9VCD
-4V				0-9VCD
-2V				0-9VCD
4V				0-9VCD
6V				0-9VCD
9V				0-9VCD

Fuente: Autores

**Conclusiones.....**  
 .....  
 .....

**Recomendaciones.....**  
 .....  
 .....

## 5.6 Práctica 6. Circuito SCR

Tema: Curva característica del SCR

*Objetivo general.* Obtener la curva característica del SCR tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del SCR tanto en lo práctico y en lo simulado.

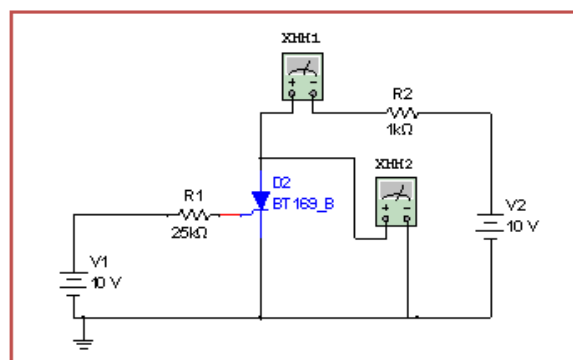
Analizar el disparo del SCR en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en el circuito.

*Marco Teórico*

El tiristor o SCR es un dispositivo electrónico semiconductor de silicio, pertenece a la familia de los diodos PNP, se comporta como un interruptor o conmutador biestable y es el miembro más conocido de la familia de los tiristores. El tiristor rectificador controlado de silicio está formado por tres uniones P-N dispuestas de forma alternativa. Se diferencia de un diodo PNP normal por el hecho de tener aplicado un electrodo denominado compuerta (G) en una de las zonas intermedias, en este caso en la zona P. La zona N que se encuentra en el extremo del cátodo es más estrecha y está fuertemente dopada. La zona de bloqueo es la más dopada y a la vez la más gruesa o ancha

Figura 149. Diagrama SCR



Fuente: Autores

## *Equipos y materiales*

Tabla 37. Equipos y materiales práctica 6

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 25k $\Omega$ ,1k $\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	SCR 106B
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (NI myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

### *Procedimiento*

1. Como en las prácticas anteriores en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos damos click en el botón SCR.

### *Circuito simulado del SCR*

2. Damos click en el botón Simular y procedemos al análisis.
3. Este elemento tiene característica que su intensidad de disparo esta entre los 200 $\mu$ A a 300 $\mu$ A.
4. Para obtener datos se procede a variar el scroll bar en forma manual desde 0V a 9VCD en polarización directa.
5. El barrido automático está configurado de manera que con los mismos datos de inicio y de final se varíen dos fuentes a la vez para así poder sacar la curva en ambos sentidos de la gráfica y poder visualizarla mejor.

### *Circuito Implementado diodo SCR*

6. Hacemos las conexiones como en la práctica 1 con la MyDAQ 1y la MyDag 2 con el circuito del SCR pero no conectamos las entradas analógicas de AO0 y AO1 por el motivo que estas entradas solo permiten medir en rangos de -10 a 10V.
7. Para esta práctica necesitamos una fuente variable externa de mayor voltaje que este en el rango de 0 a 9VCD para poder disparar al SCR

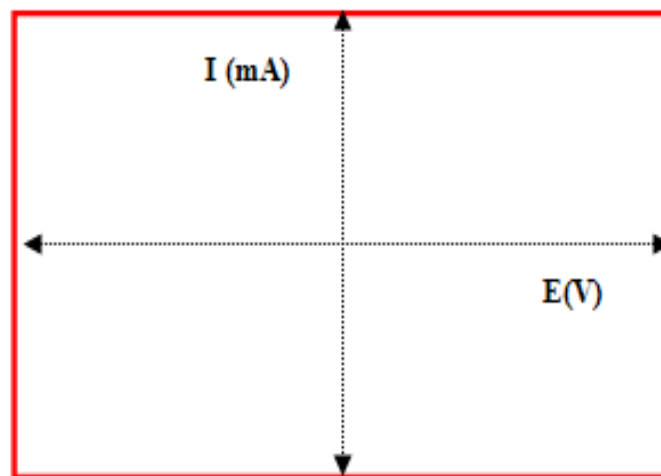


8. Para obtener la curva característica en polarización directa seleccionamos la fuente de 0 a 9VCD y variamos el voltaje por medio del potenciómetro.
9. Para terminar damos click en el botón salir.

*Actividades*

1. Graficar la curva característica simulada del SCR que se obtuvo.

Figura 150. Gráfica SCR Simulada



Fuente: Autores

2. Registrar los valores de voltaje y corriente simulados en la tabla.

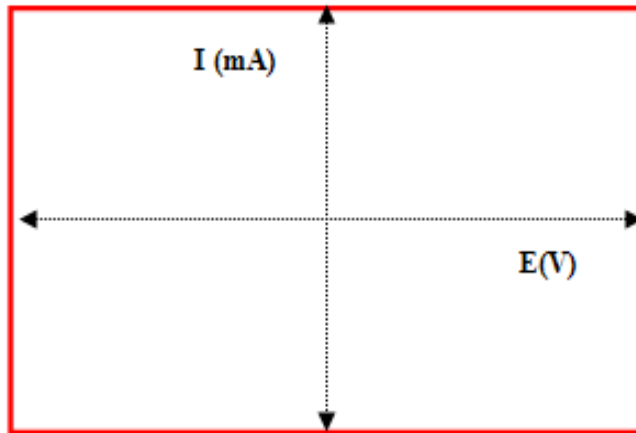
Tabla 38. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 6

<b>Valores obtenidos en el SCR</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{AK}$ (Volt)	$I_A$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
2V			1V
2V			2V
2V			3 V
3V			6 V
4V			6V
5V			6V
6V			6 V
7V			6 V

Fuente: Autores

3. Graficar la curva característica del SCR obtenida en el circuito real.

Figura 151. Gráfica SCR Implementado



Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 39. Datos obtenidos en el circuito Implementado práctica 6

<b>Valores obtenidos en el SCR</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{AK}$ (Volt)	$I_A$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
2V			1V
2V			2V
2V			3 V
2V			6V
3V			6 V
4V			6V
5V			6V
6V			6 V
7V			6 V

Fuente: Autores

**Conclusiones**.....  
 .....

**Recomendaciones**.....  
 .....  
 .....

## 5.7 Práctica 7. Circuito de entrada Transistor NPN

Tema: Curva característica de entrada Transistor NPN

*Objetivo general.* Obtener la curva característica de entrada Transistor NPN tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del Circuito de entrada Transistor NPN tanto en lo práctico y en lo simulado.

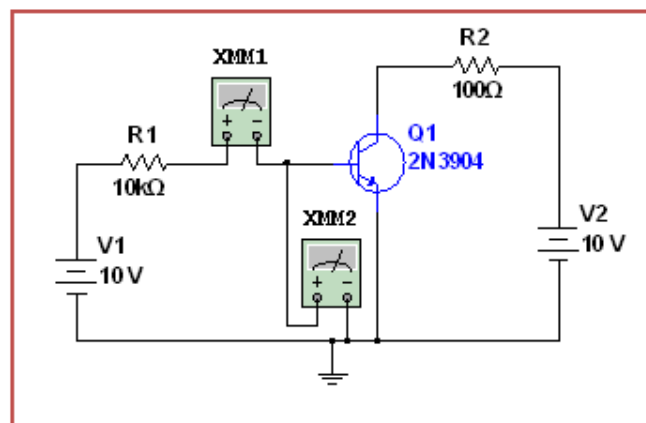
Analizar el disparo del Circuito de entrada Transistor NPN en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en el circuito.

*Marco Teórico*

El transistor bipolar es un dispositivo de tres terminales emisor, colector y base, que, atendiendo a su fabricación, puede ser de dos tipos: NPN y PNP. La forma de distinguir un transistor de tipo NPN de un PNP es observando la flecha del terminal de emisor. En un NPN esta flecha apunta hacia fuera del transistor; en un PNP la flecha apunta hacia dentro. Además, en funcionamiento normal, dicha flecha indica el sentido de la corriente que circula por el emisor del transistor.

Figura 152. Diagrama de entrada Transistor NPN



Fuente: Autores

## *Equipos y materiales*

Tabla 40. Equipos y materiales práctica 7

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 100Ω,10kΩ (Modulo 002)
Multímetro	Transistor NPN 3904
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

### *Procedimiento*

1. Como en las prácticas anteriores en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos damos click en el botón Transistor NPN y escogemos curvas de entrada.

### *Circuito simulado de entrada Transistor NPN*

2. Damos click en el botón Simular y procedemos al análisis.
3. Este circuito del transistor tiene la fuente 1 para realizar el barrido de voltaje automático conectada entre la resistencia de base y tierra, la fuente 2 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V.
4. Para obtener datos se procede a variar las fuentes de alimentación
5. El barrido automático está configurado de manera que con los mismos datos de inicio y de final se varíen dos fuentes una para el barrido y la otra con valores constantes para así poder sacar la curva del transistor.

### *Circuito Implementado de entrada Transistor NPN*

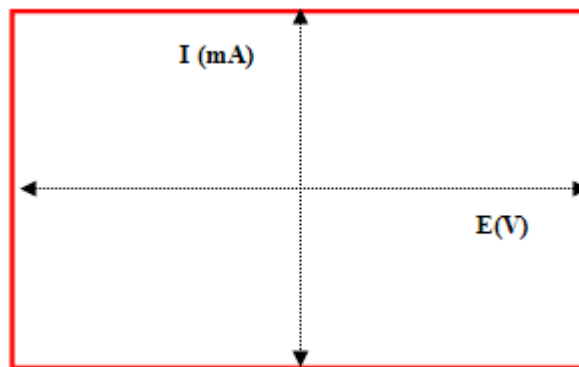
6. Hacemos las conexiones como en la Práctica 1 con la myDAQ 1 y la myDAQ 2 con el circuito de entrada Transistor NPN pero no conectamos las entradas analógicas de AO0 y AO1 por el motivo que estas entradas solo permiten medir en rangos de -10 a 10V.
7. Para esta práctica necesitamos dos fuentes variables externas voltaje que este en el rango de 0 a 9VCD para poder activar al transistor.

8. Para obtener la curva característica del transistor seleccionamos los valores de fuente de 0 y 5VCD constantes por medio del potenciómetro.
9. Y realizamos un barrido automático de voltaje de 0-9VCD para obtener las curvas del transistor de entrada.
10. Para terminar damos click en el botón salir.

### Actividades

1. Graficar la curva característica simulada entrada transistor NPN que se obtuvo al realizar la práctica.

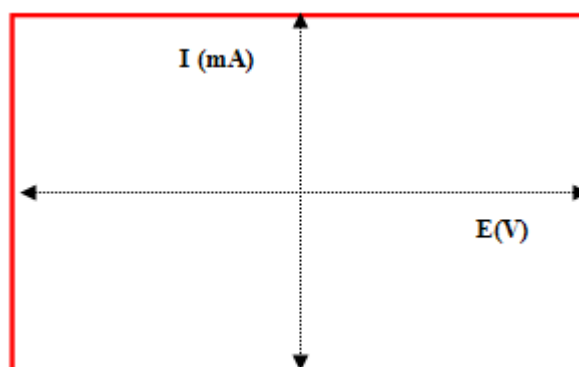
Figura 153. Gráfica entrada transistor NPN



Fuente: Autores

2. Graficar la curva de entrada transistor NPN obtenida en el circuito real.

Figura 154. Gráfica circuito de entrada Transistor NPN



Fuente: Autores

3. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica simulada en la tabla.

Tabla 41. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 7

<b>Valores obtenidos en el Transistor NPN</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{BE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V			1V
			3V
			4V
			5V
			7V
			9V
5V			1V
			3V
			4V
			5V
			7V
			9V

Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 42. Datos obtenidos en el circuito Implementado práctica 7

<b>Valores obtenidos en el Transistor NPN</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{BE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V			1V
			3V
			4V
			5V
			7V
			9V
5V			1V
			3V
			4V
			5V
			7V
			9V

Fuente: Autores

**Conclusiones.....**

.....  
.....  
.....

**Recomendaciones.....**

.....  
.....  
.....

## 5.8 Práctica 8. Circuito de salida Transistor NPN

Tema: Curva característica de salida Transistor NPN

*Objetivo general.* Obtener la curva característica de salida Transistor NPN tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del Circuito de salida Transistor PNP tanto en lo práctico y en lo simulado.

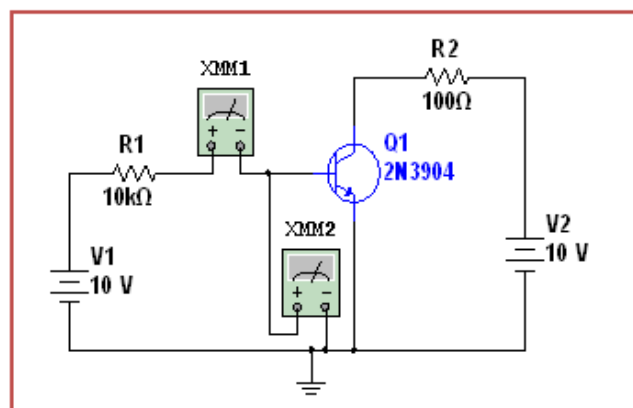
Analizar el disparo del Circuito de salida Transistor NPN en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en el circuito.

*Marco Teórico*

El transistor bipolar es un dispositivo de tres terminales emisor, colector y base, que, atendiendo a su fabricación, puede ser de dos tipos: NPN y PNP. La forma de distinguir un transistor de tipo NPN de un PNP es observando la flecha del terminal de emisor. En un NPN esta flecha apunta hacia fuera del transistor; en un PNP la flecha apunta hacia dentro. Además, en funcionamiento normal, dicha flecha indica el sentido de la corriente que circula por el emisor del transistor.

Figura 155. Diagrama de salida Transistor NPN



Fuente: Autores



## *Equipos y materiales*

Tabla 43. Equipos y materiales práctica 8

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 100Ω,10kΩ (Modulo 002)
Multímetro	Transistor NPN 3904
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

### *Procedimiento*

1. Como en las práctica 1 en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos damos click en el botón Transistor NPN y escogemos curvas de salida.

### *Circuito simulado de salida Transistor NPN*

2. Damos click en el botón Simular y procedemos al análisis.
3. Este circuito se invierten las fuentes del transistor la fuente 2 para realizar el barrido de voltaje automático conectada entre la resistencia de base y tierra, la fuente 1 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V.
4. Para obtener datos se procede a variar las fuentes de alimentación
5. El barrido automático está configurado de manera que con los mismos datos de inicio y de final se varíen dos fuentes una para el barrido y la otra con valores constantes para así poder sacar la curva del transistor.

### *Circuito Implementado de salida Transistor NPN*

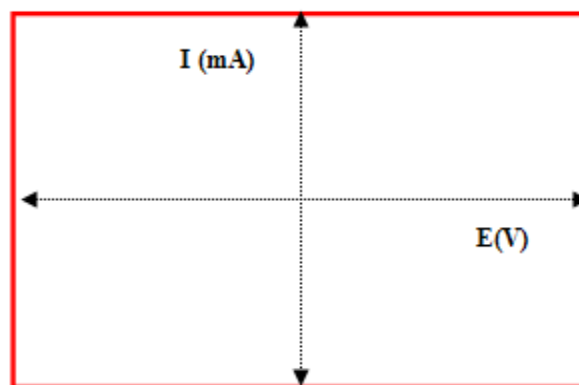
6. Hacemos las conexiones como en la práctica 1 con la myDAQ 1 y la myDAQ 2 con el circuito de salida transistor NPN pero no conectamos las entradas analógicas de AO0 y AO1 por el motivo que estas entradas solo permiten medir en rangos de -10 a 10V.
7. Para esta práctica necesitamos dos fuentes variables externas voltaje que este en el rango de 0 a 9VCD para poder activar al transistor.

8. Para obtener la curva característica del transistor seleccionamos los valores de fuente de 0 y 5VCD constantes por medio del potenciómetro.
9. Y realizamos un barrido automático de voltaje de 0-9VCD para obtener las curvas del transistor de entrada.
10. Para terminar damos click en el botón salir.

#### Actividades

1. Graficar la curva característica simulada salida transistor PNP que se obtuvo al realizar la práctica.

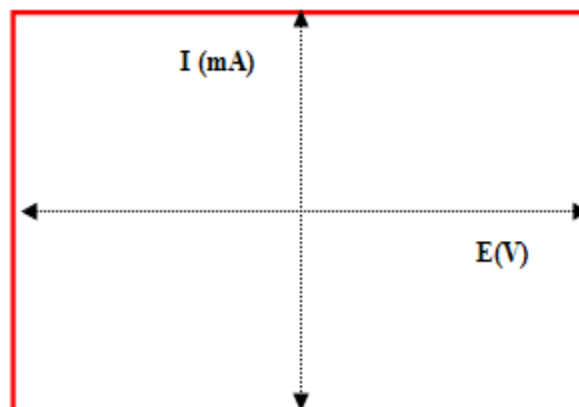
Figura 156. Gráfica salida transistor NPN simulado



Fuente: Autores

2. Graficar la curva de salida transistor NPN obtenida en el circuito real.

Figura 157. Gráfica circuito salida transistor NPN implementado



Fuente: Autores

3. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica en la tabla.

Tabla 44. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 8

<b>Valores obtenidos en el Transistor NPN</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V			1V
			3V
			4V
			5V
			7V
			9V
5V			1V
			3V
			4V
			5V
			7V
			9V

Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 45. Datos obtenidos en el circuito Implementado práctica 8

<b>Valores obtenidos en el Transistor NPN</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V			1V
			3V
			4V
			5V
			7V
			9V
5V			1V
			3V
			4V
			5V
			7V
			9V

Fuente: Autores

**Conclusiones.....**

.....

.....

.....

.....

**Recomendaciones.....**

.....

.....

.....

.....

## 5.9 Práctica 9. Circuito de entrada Transistor PNP

Tema: Curva característica de entrada Transistor PNP

*Objetivo general.* Obtener la curva característica de entrada Transistor PNP tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del Circuito de entrada Transistor PNP tanto en lo práctico y en lo simulado.

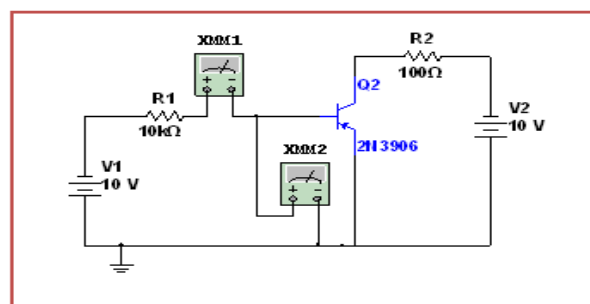
Analizar el disparo del Circuito de entrada Transistor PNP en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en el circuito.

*Marco Teórico*

Los transistores PNP consisten en una capa de material semiconductor dopado N entre dos capas de material dopado P. Los transistores PNP son comúnmente operados con el colector a masa y el emisor conectado al terminal positivo de la fuente de alimentación a través de una carga eléctrica externa. Una pequeña corriente circulando desde la base permite que una corriente mucho mayor circule desde el emisor hacia el colector. La flecha en el transistor PNP está en el terminal del emisor y apunta en la dirección en la que la corriente convencional circula cuando el dispositivo está en funcionamiento activo.

Figura 158. Diagrama de entrada transistor PNP



Fuente: Autores

## *Equipos y materiales*

Tabla 46. Equipos y materiales práctica 9

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 2k $\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	Transistor PNP 3906
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

### *Procedimiento*

1. Como en las prácticas anteriores en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos damos click en el botón Transistor NPN y escogemos curvas de entrada.

### *Circuito simulado de entrada Transistor PNP*

2. Damos click en el botón Simular y procedemos al análisis.
3. Este circuito se invierten las fuentes del transistor la fuente 2 para realizar el barrido de voltaje automático conectada entre la resistencia de base y tierra, la fuente 1 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V.
4. Para obtener datos se procede a variar en polaridad las fuentes de alimentación
5. El barrido automático está configurado de manera que con los mismos datos de inicio y de final se varíen dos fuentes una para el barrido y la otra con valores constantes para así poder sacar la curva del transistor.

### *Circuito Implementado de entrada Transistor NPN*

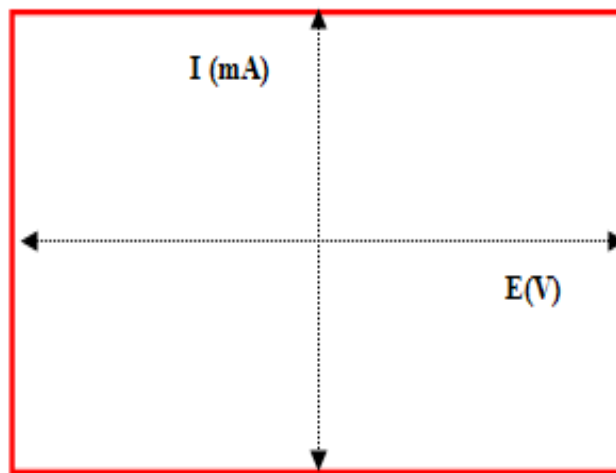
6. Hacemos las conexiones como en la práctica 1 con la myDAQ 1 y la myDAQ 2 con el circuito de entrada Transistor NPN pero no conectamos las entradas analógicas de AO0 y AO1 por el motivo que estas entradas solo permiten medir en rangos de -10 a 10V.
7. Para esta práctica necesitamos dos fuentes variables externas voltaje que este en el rango de 0 a 9VCD para poder activar al transistor.

8. Para obtener la curva característica del transistor seleccionamos los valores de fuente de 0 y 5VCD constantes por medio del potenciómetro.
9. Y realizamos un barrido automático de voltaje de 0-9VCD para obtener las curvas del transistor de entrada.
10. Para terminar damos click en el botón salir.

#### Actividades

1. Graficar la curva característica simulada entrada transistor PNP que se obtuvo al realizar la práctica.

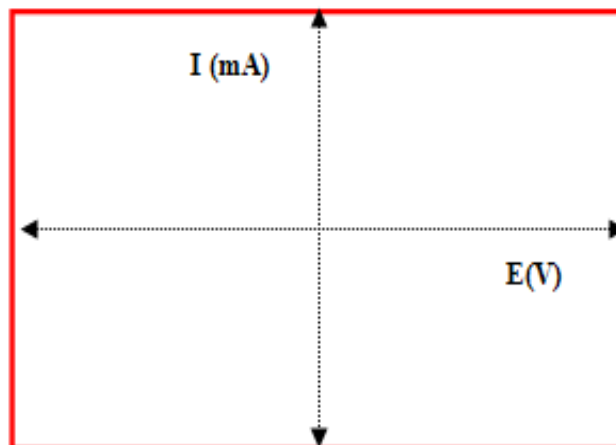
Figura 159. Gráfica entrada transistor PNP



Fuente: Autores

2. Graficar la curva de entrada transistor NPN obtenida en el circuito real.

Figura 160. Gráfica circuito de entrada Transistor PNP



Fuente: Autores

3. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica en la tabla.

Tabla 47. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 9

<b>Valores obtenidos en el Transistor PNP</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V			0.2V
			0.4V
			0.6V
			1 V
			3 V
			6 V
5V			0.2 V
			0.4 V
			0.6 V
			1 V
			3 V
			6V

Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 48. Datos obtenidos en el circuito Implementado práctica 9

<b>Valores obtenidos en el Transistor PNP</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V			0.2V
			0.4V
			0.6V
			1 V
			3 V
			6 V
5V			0.2 V
			0.4 V
			0.6 V
			1 V
			3 V
			6V

Fuente: Autores



**Conclusiones.....**  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Recomendaciones.....**  
.....  
.....  
.....

## 5.10 Práctica 10. Circuito de salida Transistor PNP

Tema: Curva característica de salida Transistor PNP

*Objetivo general.* Obtener la curva característica de salida Transistor PNP tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del Circuito de salida Transistor PNP tanto en lo práctico y en lo simulado.

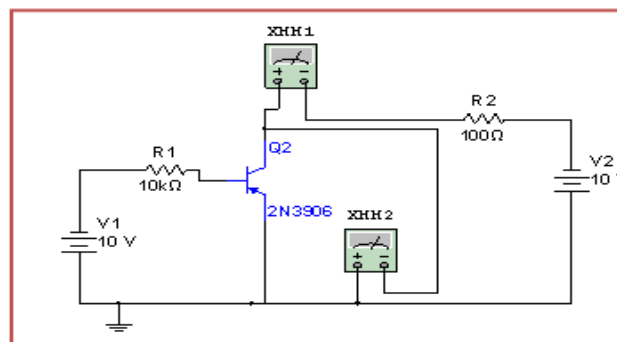
Analizar el disparo del Circuito de salida Transistor PNP en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en el circuito.

*Marco Teórico*

Los transistores PNP consisten en una capa de material semiconductor dopado N entre dos capas de material dopado P. Los transistores PNP son comúnmente operados con el colector a masa y el emisor conectado al terminal positivo de la fuente de alimentación a través de una carga eléctrica externa. Una pequeña corriente circulando desde la base permite que una corriente mucho mayor circule desde el emisor hacia el colector. La flecha en el transistor PNP está en el terminal del emisor y apunta en la dirección en la que la corriente convencional circula cuando el dispositivo está en funcionamiento activo.

Figura 161. Diagrama de salida Transistor NPN



Fuente: Autores

## *Equipos y materiales*

Tabla 49. Equipos y materiales práctica 10

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 2k $\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	Transistor PNP 3906
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

### *Procedimiento*

1. Como en las prácticas anteriores en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos damos click en el botón Transistor NPN y escogemos curvas de salida.

### *Circuito simulado de salida Transistor PNP*

2. Damos click en el botón Simular y procedemos al análisis.
3. Este circuito se invierten las fuentes del transistor la fuente 2 para realizar el barrido de voltaje automático conectada entre la resistencia de base y tierra, la fuente 1 alimentará al circuito voltajes constantes de 0V 5V.
4. Para obtener datos se procede a variar en polaridad las fuentes de alimentación
5. El barrido automático está configurado de manera que con los mismos datos de inicio y de final se varíen dos fuentes una para el barrido y la otra con valores constantes para así poder sacar la curva del transistor.

### *Circuito Implementado de salida Transistor PNP*

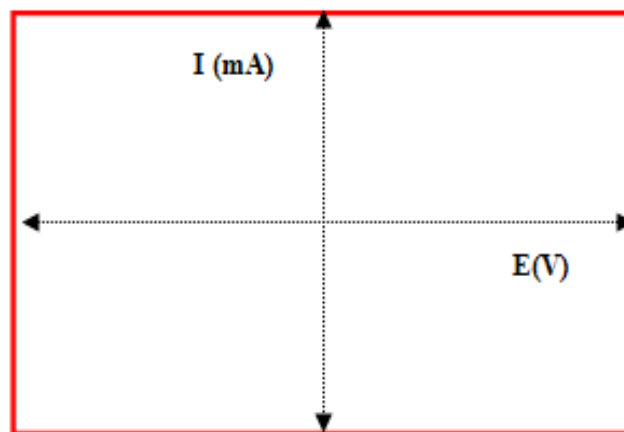
6. Hacemos las conexiones como en la práctica 1 con la myDAQ 1 y la myDAQ 2 con el circuito de entrada Transistor PNP pero no conectamos las entradas analógicas de AO0 y AO1 por el motivo que estas entradas solo permiten medir en rangos de -10 a 10V.
7. Para esta práctica necesitamos dos fuentes variables externas voltaje que este en el rango de 0 a 9VCD para poder activar al transistor.

8. Para obtener la curva característica del transistor seleccionamos los valores de fuente de 0 y 5VCD constantes por medio del potenciómetro.
9. Y realizamos un barrido automático de voltaje de 0-9VCD para obtener las curvas del transistor de entrada.
10. Para terminar damos click en el botón salir.

### *Actividades*

1. Graficar la curva característica simulada salida transistor PNP que se obtuvo al realizar la práctica.

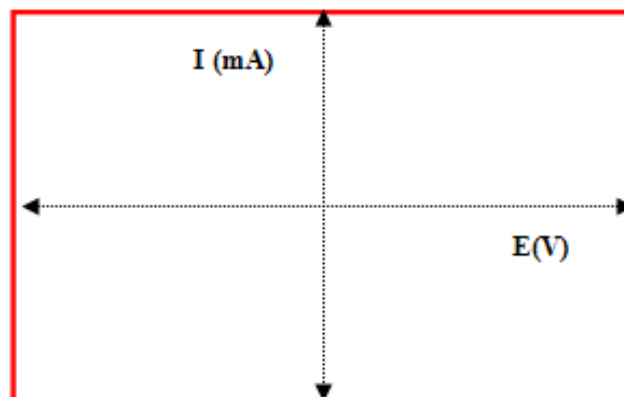
Figura 162. Gráfica salida transistor PNP simulado



Fuente: Autores

2. Graficar la curva de salida transistor PNP obtenida en el circuito real.

Figura 163. Gráfica circuito salida transistor PNP implementado



Fuente: Autores

3. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica en la tabla.

Tabla 50. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 10

<b>Valores obtenidos en el Transistor PNP</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V			0.2V
			0.4V
			0.6V
			1 V
			3 V
			6 V
5V			0.2 V
			0.4 V
			0.6 V
			1 V
			3 V
			6 V

Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 51. Datos obtenidos en el circuito Implementado práctica 10

<b>Valores obtenidos en el Transistor PNP</b>			
Voltaje de Entrada Fuente 2	$V_{CE}$ (Volt)	$I_B$ (mA)	Voltaje de Entrada Fuente1
0V			0.2V
			0.4V
			0.6V
			1 V
			3 V
			6 V
5V			0.2 V
			0.4 V
			0.6 V
			1 V
			3 V
			6 V

Fuente: Autores

**Conclusiones.....**

.....  
.....  
.....

**Recomendaciones.....**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## 5.11 Práctica 11. Circuito Rectificador de media onda

Tema: Curva característica del rectificador de media onda

*Objetivo general.* Obtener la curva característica del rectificador de media onda, tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del rectificador de media onda tanto en lo práctico y en lo simulado.

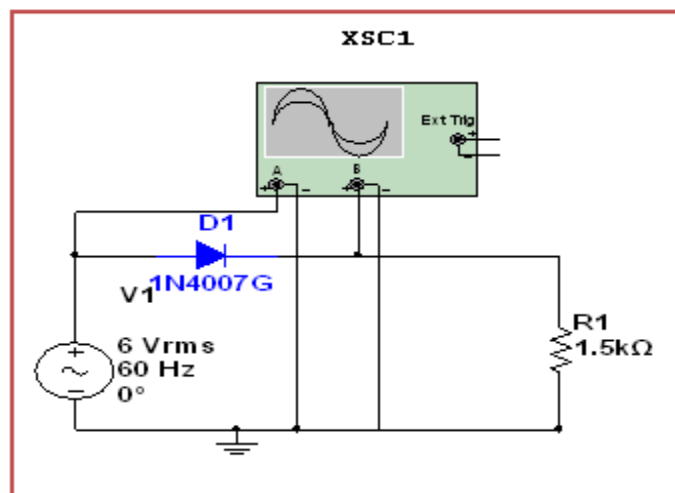
Analizar la conducción del rectificador de media onda en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en los circuitos.

*Marco Teórico*

La función de este circuito rectificador de media onda es eliminar uno de los dos semiperiodos de una señal alterna senoidal, proveniente del secundario del transformador. El componente electrónico que se usa para este fin es el diodo, que tiene la propiedad de conducir en un solo sentido.

Figura 164. Diagrama rectificador de media onda



Fuente: Autores

*Equipos y materiales*

Tabla 52. Equipos y materiales práctica 11

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 1.5k $\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	Diodo 1N7004
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

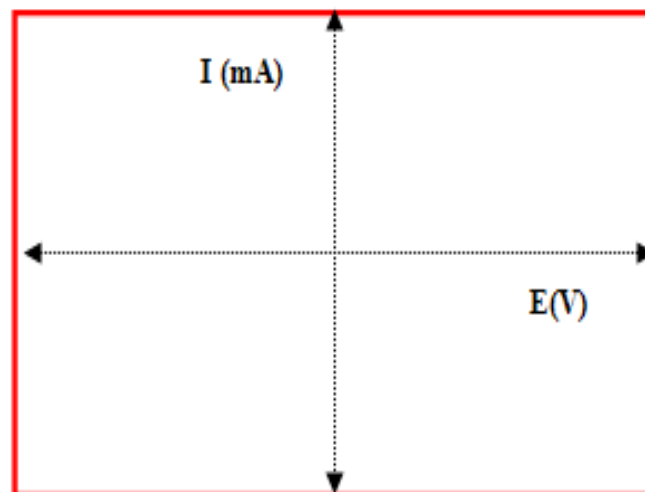
*Procedimiento*

1. Repetimos el procedimiento de la práctica 1 pero ahora vamos a dar click en el botón diodo led ubicado en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos y se procede en forma similar.

*Actividades*

1. Graficar la curva característica simulada del rectificador de media onda que se obtuvo al realizar la práctica.

Figura 165. Gráfica rectificador de media onda simulado



Fuente: Autores

2. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica simulada en la tabla.



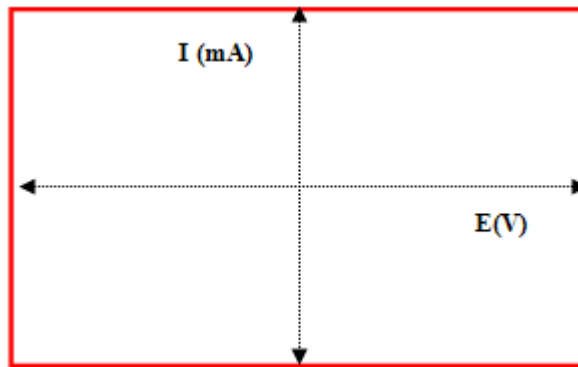
Tabla 53. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 11

Valores obtenidos en el Rectificador de media onda			
Voltaje de Entrada Simulado	Vrms	Vp	Vp-p
6V			

Fuente: Autores

3. Graficar la curva característica del diodo led obtenida en el circuito real.

Figura 166. Gráfica rectificador de media onda implementado



Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 54. Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 11

Valores obtenidos en el Rectificador de media onda			
Voltaje de Entrada Simulado	Vrms	Vp	Vp-p
6V			

Fuente: Autores

**Conclusiones.....**

**Recomendaciones.....**

## 5.12 Práctica 12. Circuito Rectificador de onda completa tipo puente

Tema: Curva característica del rectificador de onda completa tipo puente

*Objetivo general.* Obtener la curva característica del rectificador de onda completa tipo puente tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del rectificador de onda completa tipo puente tanto en lo práctico y en lo simulado.

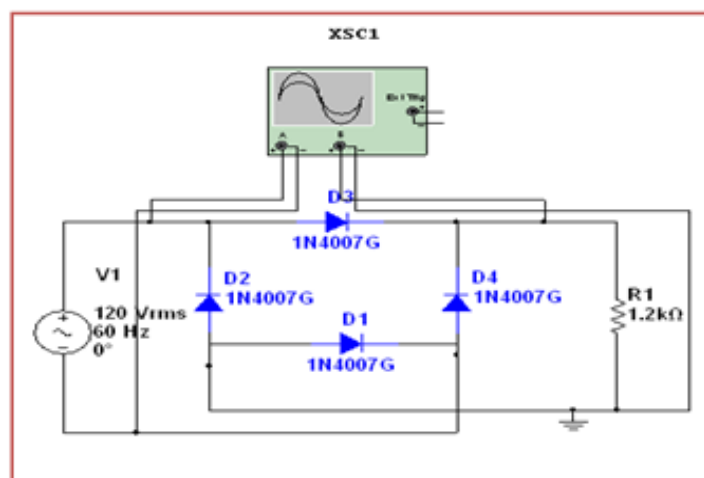
Analizar la conducción del rectificador de onda completa tipo puente en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en los circuitos.

*Marco Teórico*

La función de este circuito rectificador de onda completa tipo puente es convertir una señal de corriente alterna de entrada en corriente continua de salida pulsante. A diferencia del rectificador de media onda, en este caso, la parte negativa de la señal se convierte en positiva o bien la parte positiva de la señal se convertirá en negativa, según se necesite una señal positiva o negativa de corriente continua.

Figura 167. Diagrama rectificador de onda completa tipo puente



Fuente: Autores

## Equipos y materiales

Tabla 55. Equipos y materiales práctica 12

Equipos y Software Utilizados	Materiales
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia 1.2k $\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	4 Diodos 1N7004
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

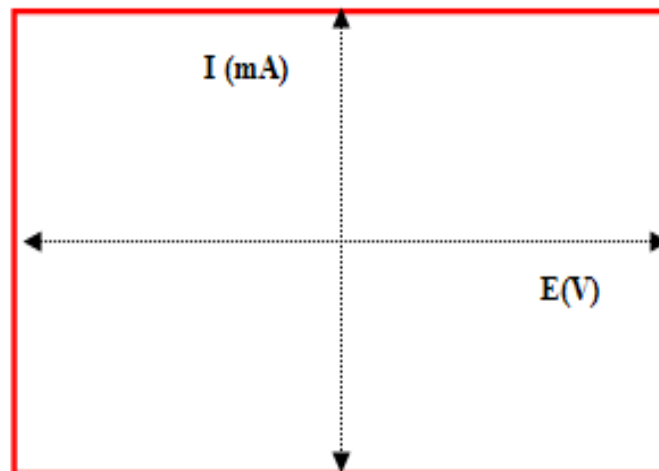
## Procedimiento

1. Repetimos el procedimiento de la práctica 1 pero ahora vamos a dar click en el botón rectificador de onda completa tipo puente ubicado en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos y se procede en forma similar.

## Actividades

1. Graficar la curva característica simulada del rectificador de onda completa tipo puente que se obtuvo al realizar la práctica.

Figura 168. Gráfica rectificador de onda completa tipo puente simulado



Fuente: Autores

- Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica simulada en la tabla.

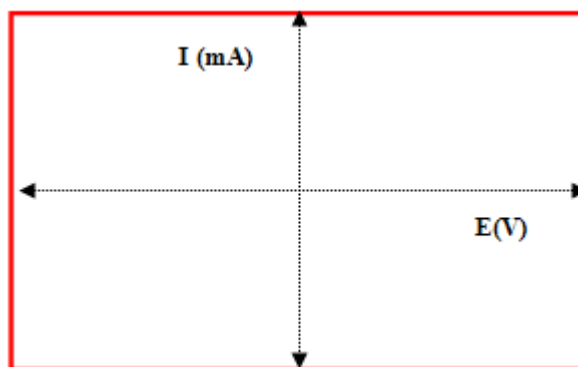
Tabla 56. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 12

<b>Valores obtenidos en el Rectificador de onda completa tipo puente</b>			
Voltaje de Entrada Simulado	V <sub>rms</sub>	V <sub>p</sub>	V <sub>p-p</sub>
6V			

Fuente: Autores

- Graficar la curva característica del rectificador de onda completa tipo puente obtenida en el circuito real.

Figura 169. Gráfica rectificador de onda completa tipo puente implementado



Fuente: Autores

- Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 57. Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 12

<b>Valores obtenidos en el Rectificador de onda completa tipo puente</b>			
Voltaje de Entrada Simulado	V <sub>rms</sub>	V <sub>p</sub>	V <sub>p-p</sub>
6V			

Fuente: Autores

**Conclusiones**.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Recomendaciones**.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### 5.13 Práctica 13. Circuito Filtro

Tema: Curva característica del circuito filtro

*Objetivo general.* Obtener la curva característica del circuito filtro tanto simulado como implementado

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del circuito filtro tanto en lo práctico y en lo simulado.

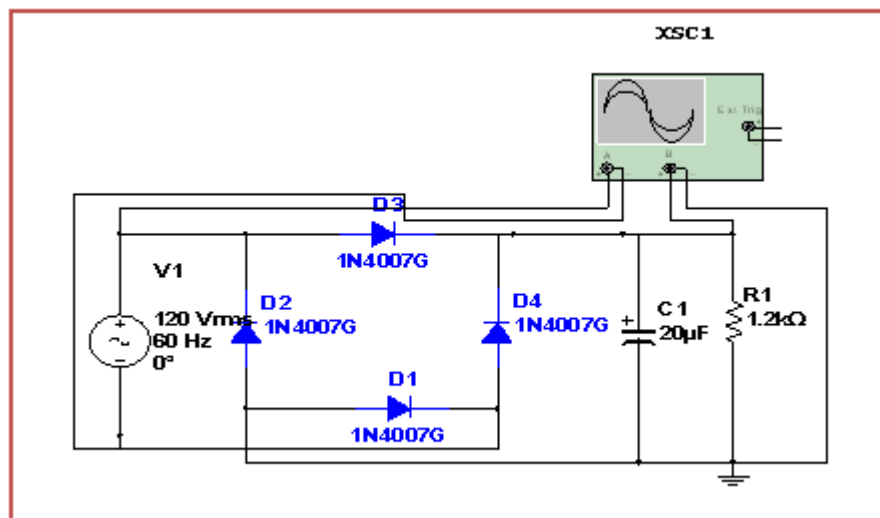
Analizar la conducción del circuito filtro en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en los circuitos.

*Marco Teórico*

Un circuito RC sirve como filtro para hacer que el voltaje alterno se vuelva directo casi como el de una batería, esto es gracias a las pequeñas oscilaciones que tiene la salida del voltaje, las cuales son prácticamente nulas. La primera parte del circuito consta de una fuente de voltaje alterna, seguido de un diodo que en esta ocasión será ideal (simplemente para facilitar la comprensión del funcionamiento) y finalmente el filtro RC.

Figura 170. Diagrama Filtro



Fuente: Autores

*Equipos y materiales*

**Tabla 58.** Equipos y materiales práctica 13

<b>Equipos y Software Utilizados</b>	<b>Materiales</b>
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia $1k\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	2 Diodos 1N7004, Condensador
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

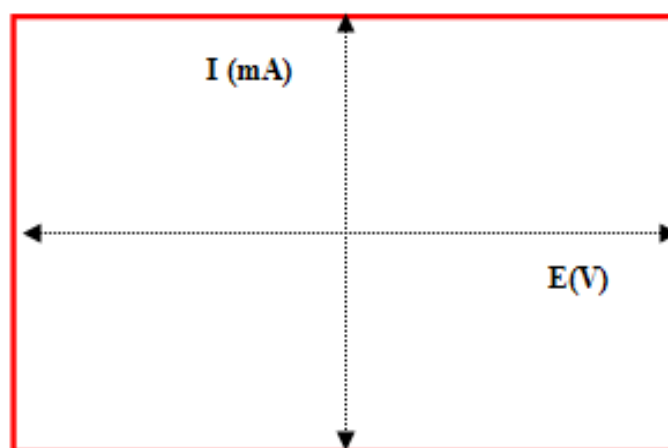
*Procedimiento*

1. Repetimos el procedimiento de la práctica 1 pero ahora vamos a dar click en el botón *circuito filtro* ubicado en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos y se procede en forma similar.

*Actividades*

1. Graficar la curva característica simulada circuito filtro completa que se obtuvo al realizar la práctica.

Figura 171. Gráfica circuito filtro



Fuente: Autores

2. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica simulada en la tabla.

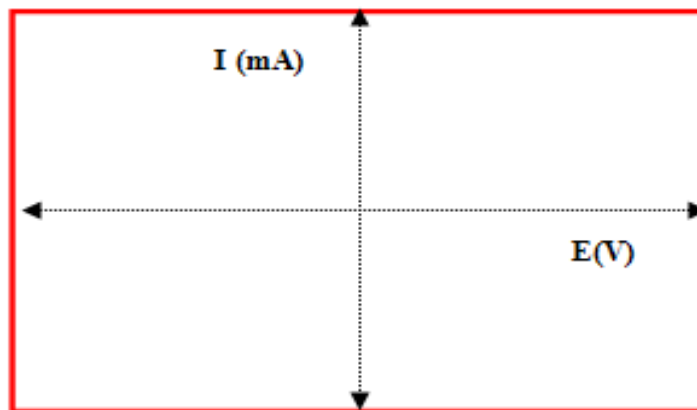
Tabla 59. Datos obtenidos en el circuito simulado práctica 13

Valores obtenidos en el Rectificador de onda completa tipo puente			
Voltaje de Entrada Simulado	Vrms	Vp	Vp-p
6V			

Fuente: Autores

3. Graficar la curva característica del circuito filtro obtenida en el circuito real.

Figura 172. Gráfica circuito filtro implementado



Fuente: Autores

4. Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 60. Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 13

Valores obtenidos en el Rectificador de onda completa tipo puente			
Voltaje de Entrada Simulado	Vrms	Vp	Vp-p
6V			

Fuente: Autores

**Conclusiones.....**

**Recomendaciones.....**



## 5.14 Práctica 14. Circuito Estabilizador

Tema: Curva característica del Circuito Estabilizador

*Objetivo general.* Obtener la curva característica del circuito estabilizador tanto simulado como implementado.

*Objetivos específicos:*

Medir, Comparar y evaluar resultados de voltaje e intensidad del circuito estabilizador tanto en lo práctico y en lo simulado.

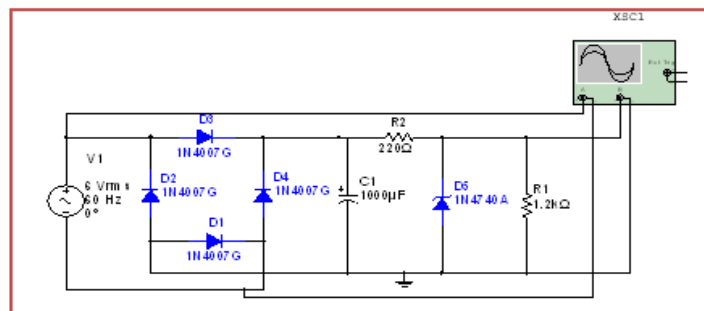
Analizar la conducción del circuito estabilizador en los dos circuitos real e implementado.

Observar el comportamiento de la resistencia de carga en los circuitos.

*Marco Teórico*

La etapa de regulación o estabilización tiene por objeto eliminar el rizado, o de forma más general, a partir de una señal de continua con un cierto rizado generar una tensión continua sin nada de rizado. Para que el regulador funcione adecuadamente el rizado de entrada no debe ser enormemente grande. Este es el motivo por el que no se puede colocar el regulador inmediatamente después del rectificador. Por otra parte, dado que el regulador se va a encargar de la eliminación final del rizado, el condensador de filtro sólo lo tiene que reducir la fluctuación de la tensión a unos valores que le resulten manejables al regulador.

Figura 173. Diagrama Estabilizador



Fuente: Autores

## Equipos y materiales

Tabla 61. Equipos y materiales práctica 14

Equipos y Software Utilizados	Materiales
Fuentes de alimentación variable (modulo 002)	Resistencia $1k\Omega$ (Modulo 002)
Multímetro	2 Diodos 1N7004, un condensador de ,un diodo Zener
Instrumentos virtuales implementados	Cables de conexión (myDAQ)
Computadora cargada con el software LabVIEW, Multisim y Elvis	Cable USB (NI myDAQ)
Tarjeta NI myDAQ 001	Cables de conexión

Fuente: Autores

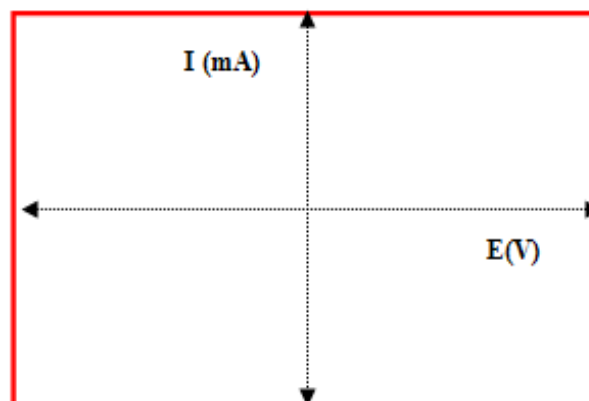
## Procedimiento

1. Repetimos el procedimiento de la práctica 1 pero ahora vamos a dar click en el botón circuito estabilizador ubicado en el VI de nombre análisis y obtención de curvas características de elementos y circuitos electrónicos y se procede en forma similar.

## Actividades

1. Graficar la curva característica simulada del circuito estabilizador que se obtuvo al realizar la práctica.

Figura 174. Gráfica Circuito Estabilizador



Fuente: Autores

2. Registrar los valores de voltaje y corriente obtenidos en la práctica simulada en la tabla.

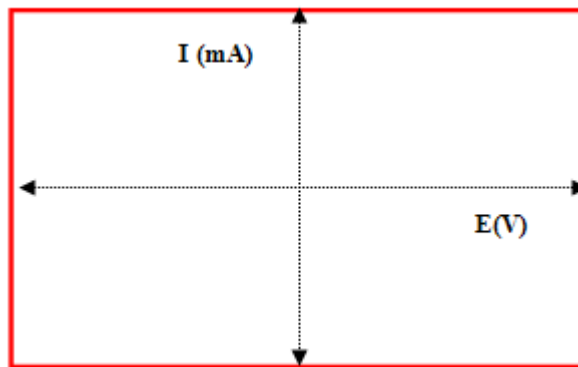
Tabla 62. Datos obtenidos en el circuito Estabilizador práctica 14

Valores obtenidos en el Rectificador de onda completa tipo puente			
Voltaje de Entrada Simulado	Vrms	Vp	Vp-p
6V			

Fuente: Autores

- Graficar la curva característica circuito Estabilizador obtenida en el circuito real.

Figura 175. Gráfica circuito Estabilizador implementado



Fuente: Autores

- Registrar los valores de voltaje y corriente del circuito implementado en la tabla.

Tabla 63. Datos obtenidos en el circuito implementado práctica 14

Valores obtenidos en el Rectificador de onda completa tipo puente			
Voltaje de Entrada Simulado	Vrms	Vp	Vp-p
6V			

Fuente: Autores

**Conclusiones**.....

**Recomendaciones**.....

.....

## **CAPÍTULO VI**

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

Una vez finalizado el proyecto de tesis se ha cumplido con los objetivos planteados, se ha analizado, diseñado y construido los módulos de las tarjetas NI myDAQ EM-001 y electrónico EM-002 que son unos tipos de instrumento virtual que ayudarán a el estudiante a un mejor entendimiento del funcionamiento de los elementos y circuitos electrónicos.

La aplicación del módulo electrónico EM-002 constituye un importante aporte para el aprendizaje de los estudiantes en el campo de la electrónica, ya que permite analizar las variables eléctricas, las curvas características de elementos y circuitos de forma simulada e implementada para un mejor entendimiento de la misma.

El módulo es diseñado para que el usuario pueda realizar prácticas de elementos y circuitos electrónicos para ser analizados en el programa LabVIEW por medio de las tarjetas de adquisición de datos NI myDAQ.

Durante el desarrollo del proyecto de tesis encontramos la aplicación de conocimientos de la electrónica adquiridos durante nuestro periodo como estudiantes que fueron de gran ayuda en la realización de este módulo.

La implementación de los módulo EM-001 y EM-002 se convierte en una herramienta de aprendizaje didáctica para los alumnos de la Carrera de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH.

#### **6.2 Recomendaciones**

Analizar los componentes del que está conformado el módulo electrónico, antes de la utilización, ya sean fuentes de alimentación, terminales de entrada, salida, e interconexión de los mismos para evitar su mala utilización y deterioro.

Tener cuidado con la tarjeta de adquisición de datos NI myDAQ, debido a que si se produce un sobre voltaje o se conecta erróneamente una alimentación mayor de la necesaria puede ocasionar daños en sus elementos internos.

Tener a la mano todas las herramientas para facilitar la ejecución de cualquier programación y simulación.

Realizar los procedimientos siguiendo los lineamientos establecidos en las prácticas de este documento, para evitar errores en las conexiones de los circuitos.

Revisar y verificar que la conexión este correctamente realizada con el fin de evitar cortocircuitos que puedan afectar al módulo u otro dispositivo de gran importancia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.ifent.org/lecciones/semiconductor/default.asp>
- [2] <http://es.wikipedia.org/wiki/Diodo>
- [3] <http://www.monografias.com/trabajos60/diodo-led/diodo-led.shtml>
- [4] [http://es.wikipedia.org/wiki/Rectificador\\_controlado\\_de\\_silicio](http://es.wikipedia.org/wiki/Rectificador_controlado_de_silicio)
- [5] <http://apontedispositivoselectronicapotencia.blogspot.com/2011/12/triac.html>
- [6] [http://www.inele.ufro.cl/bmonteci/semic/applets/pag\\_diac/diac.htm](http://www.inele.ufro.cl/bmonteci/semic/applets/pag_diac/diac.htm)
- [7] <http://www.ladelec.com/teoria/informacion-tecnica/320-el-diodo-zenner>
- [8] <http://webs.uvigo.es/mdgomez/DEI/Guias/tema5.pdf>
- [9] <http://www.frba.utn.edu.ar/>
- [10] <http://www.ni.com/LabVIEW/>
- [11] <http://es.scribd.com/doc/72496726/MyDAQ-MANUAL-EN-ESPANOL>
- [12] <http://zone.ni.com/wv/app/doc/p/id/wv-1330>
- [13] <http://www.ni.com/white-paper/13663/es/>
- [14] <http://www.ni.com/multisim/esa/>
- [15] <http://www.gratisprogramas.org/descargar/circuit-wizard-v1-15-pro-portable-df/>
- [16] [http://es.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Serial\\_Bus](http://es.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus)

## **BIBLIOGRAFÍA**

ALCALDE, P. Electrónica general. Primera Edición. Segunda, Reimpresión, 2003.

BOYLESTAD, N. Electrónica y Teoría de Circuitos. Decima Edición. Ene 2013.

DOMINGO, A. Instrumentación Virtual Adquisición, procesado y análisis de señales, México, Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V.2002.

HIRWIN, J. Análisis básicos de circuitos en ingeniería, México, Editorial Limusa, S. A. 2003.

MALVINO, H. Principios de electrónica. Quinta Edición. Diciembre 2010.

SCHILLING, B. Circuitos Electrónicos. Segunda Edición. Pie de Imprenta. Madrid, McGraw Hill, 1993.

TIMOTHY, M. Electrónica Moderna de Potencia. Tercera Edición.1997.

VIÑAS, L. Circuitos y dispositivos electrónicos. Sexta Edición. Marzo 1999.

## **LINKOGRAFÍA**

### **PORTAL DE ELECTRÓNICA I**

[http://www.uned.es/ca-bergara/ppropias/Morillo/web\\_et\\_dig/02\\_semiconduc/http\\_\\_\\_www.cpi.uc.edu.ve\\_electronica\\_default.pdf](http://www.uned.es/ca-bergara/ppropias/Morillo/web_et_dig/02_semiconduc/http___www.cpi.uc.edu.ve_electronica_default.pdf)

2012-11-17

### **INTRODUCCIÓN SEMICONDUCTORES**

<http://www.ifent.org/lecciones/semiconductor/default.asp>

2013-01-20

### **GUÍA DE USUARIO Y ESPECIFICACIONES DE LA NI MYDAQ**

<https://decibel.ni.com/content/docs/DOC-15831>

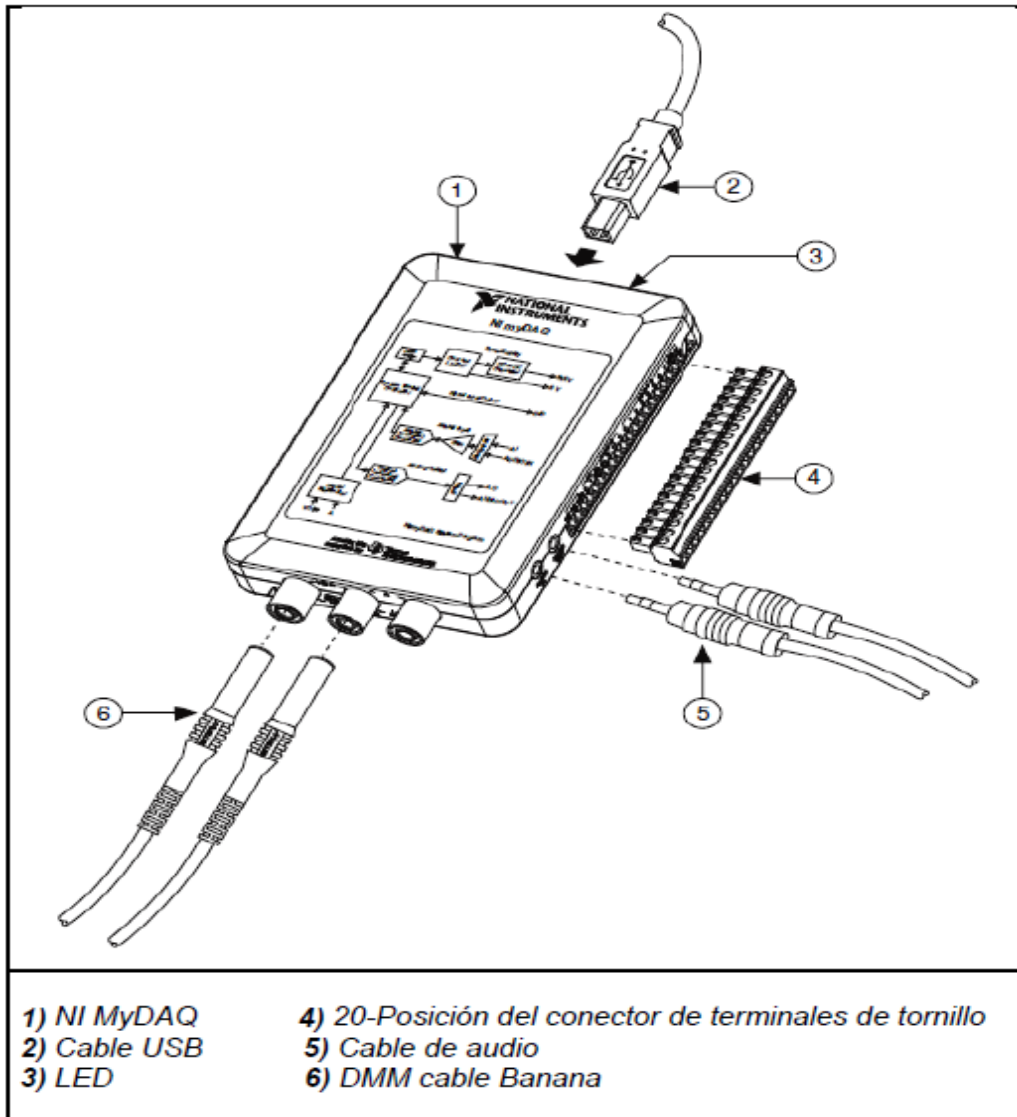
2013-02-05



# **ANEXOS**

## ANEXO A

Diagrama de conexión de las tarjetas NI myDAQ



## ANEXO B

### Hojas características del diodo rectificador

#### HOJA DE ESPECIFICACIÓN DE UN DIODO.

La mayor parte de la información que facilita el fabricante en las hojas de características es solamente útil para los que diseñan circuitos, nosotros solamente estudiaremos aquella información de la hoja de características que describe parámetros que aparecen en este texto.

#### DESCRIPCIÓN EXTERNA.

**Rectificadores de propósito general.**

### 1N4001 - 1N4007



DO-41

#### General Purpose Rectifiers

#### VALORES LÍMITE.

##### Tensión inversa de ruptura

Estudiaremos la hoja de características del diodo 1N4001, un diodo rectificador empleado en fuentes de alimentación (circuitos que convierten una tensión alterna en una tensión continua).

La serie de diodos del 1N4001 al 1N4007 son siete diodos que tienen las mismas características con polarización directa, pero en polarización inversa sus características son distintas.

Primera mente analizaremos las "Limitaciones máximas" que son estas:

CARACTERÍSTICA Y CONDICIÓN	símbolo	1N4001
Tensión inversa repetitiva de pico	$V_{RRM}$	50v
Tensión inversa de pico de funcionamiento	$V_{RWM}$	50v
Tensión de bloqueo en cc	$V_R$	50v

# ANEXO C

## Hojas características del SCR

**E6**

**SCRs**  
(1 A to 70 A)

### General Description

The Teccor line of thyristor SCR semi-conductors are half-wave, unidirectional, gate-controlled rectifiers which complement Teccor's line of sensitive SCRs. Teccor offers devices with ratings of 1 A to 70 A and 200 V to 1000 V, with gate sensitivities from 10 mA to 50 mA. If gate currents in the 12  $\mu$ A to 500  $\mu$ A ranges are required, see "Sensitive SCRs" section of this catalog.

Three packages are offered in electrically isolated construction where the case or tab is internally isolated to allow the use of low-cost assembly and convenient packaging techniques.

The Teccor line of SCRs features glass-passivated junctions to ensure long-term reliability and parameter stability. Teccor's glass offers a rugged, reliable barrier against junction contamination.


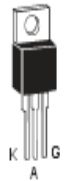

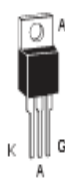



Variations of devices covered in this data sheet are available for custom design applications. Consult the factory for more information.

### Features

- RoHS Compliant
- Electrically-isolated package
- High voltage capability — 200 V to 1000 V
- High surge capability — up to 950 A
- Glass-passivated chip

### Compak SCR

- Surface mount package — 1 A series
- New small profile three-leaded Compak package
- Packaged in embossed carrier tape with 2,500 devices per reel
- Can replace SOT-223

TYPE	Part Number						I <sub>T</sub>		V <sub>DRM</sub> & V <sub>RRM</sub>	I <sub>GT</sub>		
	Isolated		Non-isolated				(1) (2) (15)			(4)		
								Amps				
	TO-92	TO-220	TO-202	TO-220	TO-251 V-Pak	Compak	TO-252 D-Pak	I <sub>TRMS</sub>		I <sub>T(AV)</sub>	Volts	mAmps
See "Package Dimensions" section for variations. (11)							MAX	MAX	MIN	MIN	MAX	
1 A						S2N1	1	0.64	200	1	10	
						S4N1	1	0.64	400	1	10	
						S6N1	1	0.64	600	1	10	
6 A		S2006L	S2006F1		S2006V		S2006D	6	3.8	200	1	15
		S4006L	S4006F1		S4006V		S4006D	6	3.8	400	1	15
		S6006L	S6006F1		S6006V		S6006D	6	3.8	600	1	15
		S8006L			S8006V		S8006D	6	3.8	800	1	15
		SK006L			SK006V		SK006D	6	3.8	1000	1	15
8 A		S2008L	S2008F1	S2008R	S2008V		S2008D	8	5.1	200	1	15
		S4008L	S4008F1	S4008R	S4008V		S4008D	8	5.1	400	1	15
		S6008L	S6008F1	S6008R	S6008V		S6008D	8	5.1	600	1	15
		S8008L		S8008R	S8008V		S8008D	8	5.1	800	1	15
		SK008L		SK008R	SK008V		SK008D	8	5.1	1000	1	15
10 A		S2010L	S2010F1	S2010R	S2010V		S2010D	10	6.4	200	1	15
		S4010L	S4010F1	S4010R	S4010V		S4010D	10	6.4	400	1	15
		S6010L	S6010F1	S6010R	S6010V		S6010D	10	6.4	600	1	15
		S8010L		S8010R	S8010V		S8010D	10	6.4	800	1	15
		SK010L		SK010R	SK010V		SK010D	10	6.4	1000	1	15
12 A				S2012R	S2012V		S2012D	12	7.6	200	1	20
				S4012R	S4012V		S4012D	12	7.6	400	1	20
				S6012R	S6012V		S6012D	12	7.6	600	1	20
				S8012R	S8012V		S8012D	12	7.6	800	1	20
				SK012R	SK012V		SK012D	12	7.6	1000	1	20

## ANEXO D

### Hojas características del Triac



**Z01**

#### Standard 1A Triacs

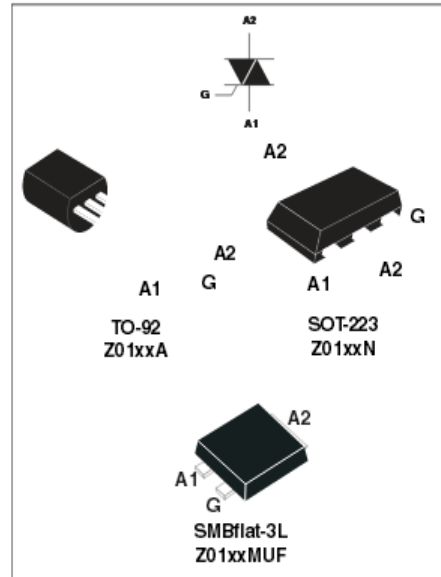
#### Features

- On-state rms current,  $I_{T(RMS)}$  1 A
- Repetitive peak off-state voltage,  $V_{DRM}/V_{RRM}$  600 or 800 V
- Triggering gate current,  $I_{GT(Q1)}$  3 to 25 mA

#### Description

The Z01 series is suitable for general purpose AC switching applications. These devices are typically used in applications such as home appliances (electrovalve, pump, door lock, small lamp control), fan speed controllers,...

Different gate current sensitivities are available, allowing optimized performance when driven directly through microcontrollers.



## Characteristics

**Table 1. Absolute maximum ratings**

Symbol	Parameter	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	On-state rms current (full sine wave)	SOT-223 $T_{lab} = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$	1 A
		TO-92 $T_L = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$	
		SMBflat-3L $T_{lab} = 107\text{ }^{\circ}\text{C}$	
$I_{TSM}$	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, $T_j$ initial = 25 °C)	F = 50 Hz $t = 20\text{ ms}$	8 A
		F = 60 Hz $t = 16.7\text{ ms}$	
$I^2t$	$I^2t$ Value for fusing	$t_p = 10\text{ ms}$	0.35 $\text{A}^2\text{s}$
$di/dt$	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$ , $t_r \leq 100\text{ ns}$	F = 120 Hz $T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	20 $\text{A}/\mu\text{s}$
$I_{GM}$	Peak gate current	$t_p = 20\text{ }\mu\text{s}$ $T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	1 A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation	$T_j = 125\text{ }^{\circ}\text{C}$	1 W
$T_{stg}$	Storage junction temperature range	- 40 to + 150	$^{\circ}\text{C}$
$T_j$	Operating junction temperature range	- 40 to + 125	

**Table 2. Electrical characteristics ( $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , unless otherwise specified)**

Symbol	Test conditions	Quadrant		Z01				Unit
				03	07	09	10	
$I_{GT}^{(1)}$	$V_D = 12\text{ V}$ , $R_L = 30\ \Omega$	I - II - III	MAX.	3	5	10	25	mA
		IV		5	7	10	25	
$V_{GT}$		ALL	MAX.	1.3				V
$V_{GD}$	$V_D = V_{DRM}$ , $R_L = 3.3\text{ k}\Omega$ , $T_j = 125\text{ }^\circ\text{C}$	ALL	MIN.	0.2				V
$I_H^{(2)}$	$I_T = 50\text{ mA}$		MAX.	7	10	10	25	mA
$I_L$	$I_G = 1.2 I_{GT}$	I - III - IV	MAX.	7	10	15	25	mA
		II		15	20	25	50	
$dV/dt^{(2)}$	$V_D = 67\% V_{DRM}$ gate open $T_j = 110\text{ }^\circ\text{C}$		MIN.	10	20	50	100	V/ $\mu\text{s}$
$(dV/dt)_c^{(2)}$	$(dI/dt)_c = 0.44\text{ A/ms}$ , $T_j = 110\text{ }^\circ\text{C}$		MIN.	0.5	1	2	5	V/ $\mu\text{s}$

1. Minimum  $I_{GT}$  is guaranteed at 5% of  $I_{GT}$  max.
2. For both polarities of A2 referenced to A1.

## ANEXO E

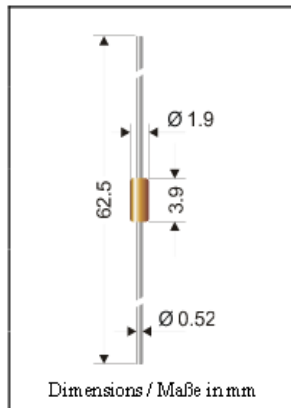
### Hojas características del Diac



DB 3, DB 4

**Bidirectional Si-Trigger-Diodes (DIAC)**

**Bidirektionale Si-Trigger-Dioden (DIAC)**



Breakover voltage Durchbruchsspannung	28 ... 45 V
Peak pulse current Max. Triggerimpuls	± 2 A
Glass case Glasgehäuse	DO-35 SOD-27
Weight approx. Gewicht ca.	0.13 g
Standard packaging taped in ammo pack Standard Lieferform gegurtet in Ammo-Pack	see page 16 siehe Seite 16

#### Maximum ratings

#### Grenzwerte

Power dissipation – Verlustleistung	$T_A = 50\text{ °C}$	$P_{tot}$	150 mW <sup>1)</sup>
Peak pulse current (120 pulse repetition rate) Max. Triggerstrom (120 Impulse)	$t_p \leq 10\ \mu s$	$I_{PM}$	± 2 A <sup>1)</sup>
Operating junction temperature – Sperrschichttemperatur		$T_j$	– 40...+100 °C
Storage temperature – Lagerungstemperatur		$T_s$	– 40...+150 °C

#### Characteristics

#### Kennwerte

Breakover voltage Durchbruchspannung	$dV/dt = 10V/\mu s$	DB 3 DB 4	$V_{BO}$ $V_{BO}$	28 ... 36 V 35 ... 45 V
Breakover current – Durchbruchstrom		$V = 98\% V_{BO}$	$I_{BO}$	< 200 $\mu A$
Asymmetry of breakover voltage Unsymmetrie der Durchbruchspannung		$ V_{(BO)F} - V_{(BO)R} $	$\Delta V_{BO}$	< 3.8 V
Foldback voltage – Spannungs-Rücksprung $\Delta I = I_{BO}$ to/auf $I_F = 10\text{ mA}$	$dV/dt = 10V/\mu s$		$\Delta V_{FR}$	> 5 V
Thermal resistance junction to ambient air Wärmeleitstand Sperrschicht – umgebende Luft			$R_{thA}$	< 60 K/W <sup>1)</sup>



## ANEXO F

### Hojas características del Transistor NPN

## 2N3903, 2N3904

2N3903 is a Preferred Device

### General Purpose Transistors

NPN Silicon



ON Semiconductor™

<http://onsemi.com>

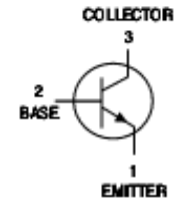
#### MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	$V_{CE0}$	40	Vdc
Collector-Base Voltage	$V_{CB0}$	60	Vdc
Emitter-Base Voltage	$V_{EB0}$	6.0	Vdc
Collector Current - Continuous	$I_C$	200	mA dc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	625 5.0	mW mW/°C
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	1.5 12	Watts mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-55 to +150	°C

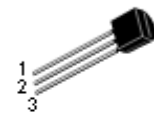
#### THERMAL CHARACTERISTICS (Note 1.)

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

1. Indicates Data in addition to JEDEC Requirements.

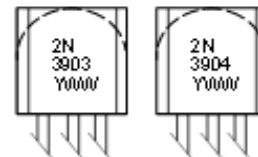


STYLE 1



TO-92  
CASE 29  
STYLE 1

#### MARKING DIAGRAMS



Y = Year  
WWV = Work Week

#### ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
2N3903	TO-92	5000 Units/Box
2N3903RLRM	TO-92	2000/Ammo Pack
2N3904	TO-92	5000 Units/Box
2N3904RLRA	TO-92	2000/Tape & Reel
2N3904RLRE	TO-92	2000/Tape & Reel
2N3904RLRM	TO-92	2000/Ammo Pack
2N3904RLRP	TO-92	2000/Ammo Pack
2N3904RL1	TO-92	2000/Tape & Reel
2N3904ZL1	TO-92	2000/Ammo Pack

# ANEXO G

## Hojas características del Transistor PNP

### 2N3906

Preferred Device

## General Purpose Transistors

PNP Silicon



ON Semiconductor™

<http://onsemi.com>

#### MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector–Emitter Voltage	$V_{CE0}$	40	Vdc
Collector–Base Voltage	$V_{CB0}$	40	Vdc
Emitter–Base Voltage	$V_{EB0}$	5.0	Vdc
Collector Current – Continuous	$I_C$	200	mA dc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	625 5.0	mW mW/°C
Total Power Dissipation @ $T_A = 60^\circ\text{C}$	$P_D$	250	mW
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	1.5 12	Watts mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-55 to +150	°C

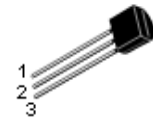
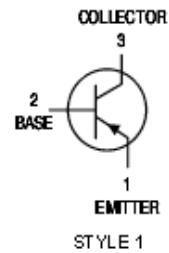
#### THE RMAL CHARACTERISTICS (Note 1)

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

1. Indicates Data in addition to JEDEC Requirements.

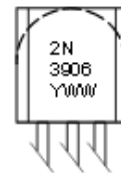
#### ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
2N3906	TO-92	5000 Units/Box
2N3906RLRA	TO-92	2000/Tape & Reel
2N3906RLRE	TO-92	2000/Tape & Reel
2N3906RLRM	TO-92	2000/Ammo Pack
2N3906RLRP	TO-92	2000/Ammo Pack
2N3906RL1	TO-92	2000/Tape & Reel
2N3906ZL1	TO-92	2000/Ammo Pack



TO-92  
CASE 29  
STYLE 1

#### MARKING DIAGRAMS



Y = Year  
WW = Work Week