



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

FACULTAD DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA Y
CIENCIAS ATMOSFÉRICAS

“Prácticas de Electrónica Analógica con la tarjeta NI ELVIS II”

TRABAJO RECEPCIONAL EN LA MODALIDAD DE:

TESINA

Que para evaluar la experiencia educativa Experiencia Recepcional
(MEIF), del Programa Educativo Ingeniería en Instrumentación
Electrónica.

PRESENTA:

ANTONIO TORRES MARTÍNEZ

ASESORES:

M.I.A. LETICIA CUÉLLAR HERNÁNDEZ

M.C. JESÚS SÁNCHEZ OREA

XALAPA, VER.

ABRIL 2016

Índice

Contenido

Introducción	1
Objetivos	2
Resumen.....	2
CAPÍTULO 1	3
Introducción a la plataforma NI ELVIS II.....	3
1.1 Componentes del NI ELVIS II	5
1.1.2 Panel Posterior	5
1.1.3 Panel Frontal.....	6
1.2 Requerimientos de la Plataforma NI ELVIS II	7
1.2.1 NI LabVIEW.....	7
1.3 Funcionamiento de NI ELVISmx Instrument Launcher e Instrumentos	8
1.3.1 Multímetro Digital.....	9
1.3.2 Osciloscopio	11
1.3.3 Generador de Funciones	12
1.3.4 Fuentes Variables de Poder.....	13
1.3.5 Analizador de I/V para dispositivos de dos pines (Diodos)	13
1.3.6 Analizador de I/V para dispositivos de tres pines (Transistor BJT)	14
1.4 Importancia y Ventajas de utilizar NI ELVIS II.....	15
1.4.1 Ventajas.....	16
CAPITULO 2	17
Introducción a los Semiconductores.....	17
2.1 Antecedentes históricos de los semiconductores.....	17
2.2 Práctica No. 1: Rectificador de Media Onda y Onda Completa.	18
2.2.1 Introducción.....	18
2.2.2 Objetivo de aprendizaje	20
2.2.3 Materiales	20
2.2.4 Desarrollo de la práctica.....	20
2.2.5 Resultados	21

2.2.6 Comentarios	22
2.3 Práctica No. 2: Doblador de Voltaje de media onda	23
2.3.1 Introducción.....	23
2.3.2 Objetivos de aprendizaje.....	24
2.3.3 Materiales.....	24
2.3.4 Desarrollo de la práctica	24
2.3.5 Resultados.....	25
2.3.6 Comentarios	26
2.4 Práctica No. 3: Regulador de Voltaje con diodo Zener	27
2.4.1 Introducción.....	27
2.4.2 Objetivos de la práctica	28
2.4.4 Desarrollo de la práctica	28
2.4.5 Resultados.....	31
2.5 Práctica No. 4: Variación de voltaje de diodo por cambios en la temperatura	32
2.5.1 Introducción.....	32
2.5.2 Objetivos de la práctica	32
2.5.3 Materiales.....	32
2.5.4 Desarrollo de la práctica	33
2.5.5 Resultados.....	35
CAPITULO 3	36
Transistores BJT.....	36
3.1 Antecedentes históricos de los transistores.	36
3.2 Práctica No. 5: Polarización del transistor BJT para región activa.	39
3.2.1 Introducción.....	39
3.2.2 Objetivos.....	43
3.2.3 Materiales.....	43
3.2.4 Desarrollo de la práctica	43
3.2.5 Resultados.....	45
3.3 Práctica No. 6: Amplificador a pequeña señal con circuito polarizado por divisor de tensión.	47
3.3.1 Introducción.....	47
3.3.2 Objetivos.....	49

3.3.3 Materiales.....	49
3.3.4 Desarrollo de la práctica	49
3.3.5 Resultados.....	50
3.4 Práctica No. 7: Amplificador diferencial.....	51
3.4.1 Introducción.....	51
3.4.2 Objetivos.....	52
3.4.3 Materiales.....	53
3.4.4 Desarrollo de la práctica	53
3.4.5 Resultados.....	55
CAPITULO 4	57
Transistores JFET	57
4.1 Antecedentes	57
4.1.1 Ecuación de entrada	57
Conclusiones	62
ANEXO 1. Instalación de LabVIEW	63
Instalar NI ELVIS y los drivers de NI-DAQmx	66
BIBLIOGRAFÍA.....	68

Introducción

El presente trabajo tiene como propósito reseñar el cómo fue elaborado un manual de prácticas analógicas correspondiente al proyecto “Prácticas de Electrónica Analógica con la tarjeta NI ELVIS II”.

La tarjeta NI ELVIS II es parte de una plataforma creada por National Instrument, con fines académicos, para el aprendizaje y la enseñanza de electrónica en ingenierías. Los otros dos componentes que integran la plataforma son NI LabVIEW y NI Multisim, juntos conforman La Plataforma de Educación para la Electrónica.

Una descripción más detallada de lo que es NI ELVIS II se explicaría como una herramienta de laboratorio que mezcla hardware y software en una estación de trabajo para la experimentación y diseño de circuitos electrónicos. Como característica importante, NI ELVIS II contiene un conjunto de instrumentos virtuales almacenados en un programa llamado NI ELVISmx Instrument Launcher. Los instrumentos de la plataforma están basados en el programa de diseño y control LabVIEW.

Este proyecto se realizó con la finalidad de que los estudiantes de la Facultad de Ingeniería en Instrumentación Electrónica utilizaran dicha plataforma, de modo que sea una herramienta tanto de ayuda como de enseñanza en los cursos de electrónica analógica que demanda la carrera. Con esto, se busca incentivar en el alumno la experimentación y autoaprendizaje de los medios con los que cuenta la facultad.

Objetivos

- Proporcionar un manual que facilite al usuario el manejo y aprendizaje de la plataforma NI ELVIS, dando a conocer las herramientas con las que cuenta dicha plataforma que pueden ser útiles para el estudiante y docente en la enseñanza de electrónica analógica.
- Presentar una variedad de ejemplos de aplicación que sirvan al estudiante como reforzamiento de los conocimientos que ha adquirido durante su estadía académica.
- Demostrar las ventajas que ofrece la plataforma ELVIS II para la experimentación e investigación en diversas ramas de la ciencia, como por ejemplo la bioinstrumentación.

Resumen

En el Capítulo 1 se da una descripción a grandes rasgos de lo que es la plataforma ELVIS, los instrumentos que la integran y su relación con otros programas de National Instrument. El siguiente capítulo habla de los primeros dispositivos semiconductores que son los diodos, se inicia con una introducción en modo de antecedentes. Durante este capítulo se abordan prácticas con diodos describiendo cada una de ellas, desde su marco teórico hasta los resultados finales de cada práctica. Para el tercer capítulo se inicia con una descripción de lo que es un transistor BJT y sus características principales, aquí se realizan tres prácticas sobre estos dispositivos y se habla de las pruebas que se realizaron con los instrumentos virtuales. Para el capítulo cuatro, se comienza con una introducción a los dispositivos de efecto de campo FET; se realizaran dos prácticas representativas de lo que son los dispositivos JFET en sus aplicaciones más comunes. En la parte final de este trabajo se dan conclusiones de lo que se observó durante el transcurso de cada práctica y se hace un balance de los resultados obtenidos al utilizar la plataforma ELVIS II.

CAPÍTULO 1

Introducción a la plataforma NI ELVIS II

ELVIS II es el acrónimo de **Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite II**, que significa Conjunto de Laboratorio Educativo de Instrumentación Virtual II. Ésta plataforma fue creada por National Instrument para experimentación y aprendizaje de circuitos electrónicos. Su funcionamiento está basado en el sistema gráfico de diseño de software LabVIEW, la plataforma NI ELVIS integra una estación de trabajo y un conjunto de instrumentos virtuales que dan la característica de un laboratorio de electrónica común.

El software que soporta la plataforma ELVIS II se nombra NI ELVISmx Instrument Launcher, en él se almacenan los instrumentos virtuales que se utilizan para la medición y monitoreo de señales. Para el funcionamiento del ELVIS II es necesaria la instalación de software adicional como lo son NI LabVIEW y el controlador NI myDAQmx. Los instrumentos virtuales con los que cuenta la plataforma son los siguientes:

- Multímetro Digital
- Osciloscopio
- Generador de Funciones
- Fuentes Variables de Poder
- Analizador Corriente-Voltaje de dos terminales
- Analizador Corriente-Voltaje de tres terminales
- Analizador de Impedancias
- Analizador de Bode
- Analizador de Señales Dinámicas
- Generador de Señales Arbitrarias
- Lector Digital
- Escritor Digital

De entre todos los instrumentos existen dos que permiten el uso manual de ciertas funciones, son las Fuentes Variables de Poder y el Generador de Funciones, sus controles se encuentran del lado derecho de la tarjeta ELVIS II en forma de perillas.

En la parte física tenemos la estación de trabajo, en esta se encuentran las conexiones para las Entradas/Salidas de los datos además de un protoboard removible

donde se diseñan y prueban los circuitos. Las características más comunes de la estación son las siguientes:

- Panel trasero con conexión para alimentación, puerto USB para transmisión de datos a la PC e interruptor On/Off del dispositivo.
- LED's indicadores de estado de la estación de trabajo con interruptor de Encendido/Apagado del Protoboard
- Protoboard removible
- Conexiones BNC (Bayonet Nut Connector), solo para Osciloscopio y Generador de señales
- Conectores tipo Banana para Multímetro Digital
- Fuentes fijas de poder de +/- 15 Volts y 5 Volts con una corriente máxima de salida de 500mA y 2A respectivamente.
- Fusible protector contra corto circuito de 250 volts a 1.25 amperios
- Ruteo interno de instrumentos virtuales al protoboard
- Perillas de operación manual para Fuentes Variables de Poder y Generador de Funciones

La Figura 1.1 muestra una visión más detallada de la estación de trabajo y la distribución de los componentes.

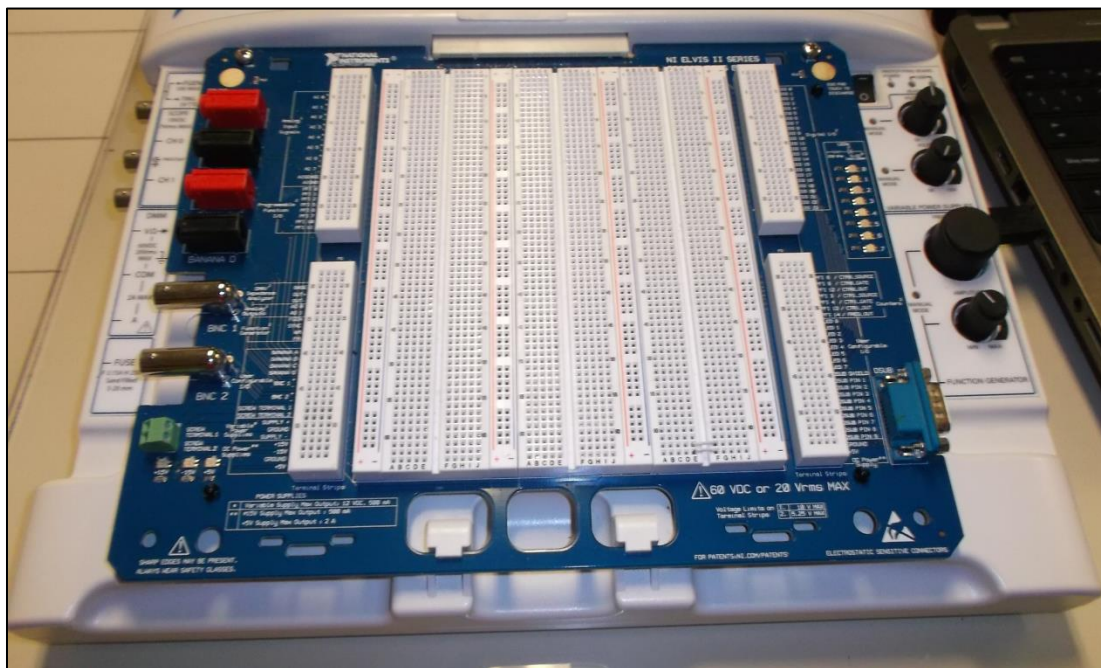


Figura 1.1 Estación de Trabajo NI ELVIS II

Antes de iniciar a utilizar la plataforma verificar que los valores a medir con el Osciloscopio no excedan los 10 Volts de DC o 7 Volts rms, y para el Multímetro Digital que no sean superiores a 60 Volts DC o 20 Volts rms.

1.1 Componentes del NI ELVIS II

La plataforma del NI ELVIS II se integra de dos partes, la primera es el panel trasero donde está la conexión para la alimentación de la estación de trabajo así como el puerto USB para la conexión de datos. La segunda es la parte posterior o frontal, aquí se ubican todos los conectores para los instrumentos virtuales, controles manuales y el protoboard removible.

Una mejor perspectiva se puede apreciar en la Figura 1.2, en la imagen se observa el sistema completo de la Plataforma NI ELVIS II.

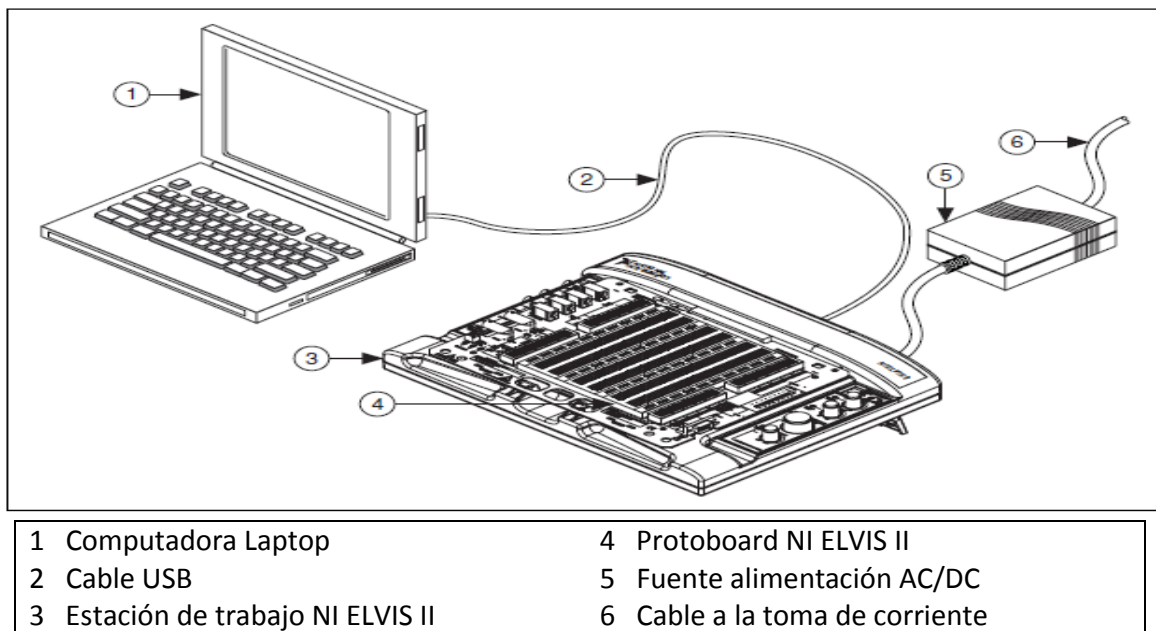


Figura 1.2 Sistema NI ELVIS II

1.1.2 Panel Posterior

El panel posterior o trasero se conforma de la siguiente forma (ver la Figura 1.3):

1. Botón de encendido/apagado de la estación de trabajo
2. Conexión para la fuente de alimentación AC/DC de la plataforma
3. Puerto de entrada para cable USB 2.0
4. Ranura para sujetar cables
5. Ranura Kensington para cable de seguridad

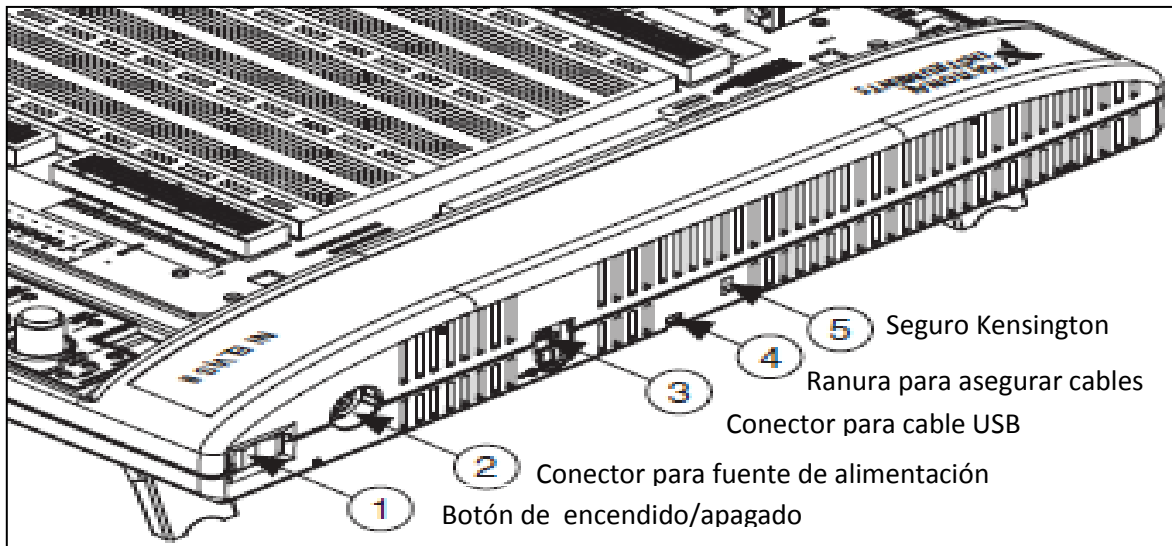


Figura 1.3 Panel posterior

1.1.3 Panel Frontal

En el panel frontal de la estación de trabajo la tarjeta NI ELVIS II contiene la parte más importante de la plataforma, sus elementos son los siguientes (Véase la Figura 1.4):

1. Switch Encendido/Apagado del protoboard, luces de estado
2. Perillas de control manual para Fuentes de Variables de Poder
3. LED's configurables
4. Perillas de control manual de frecuencia y amplitud para el Generador de Funciones
5. Conector configurable D – SUB
6. "E/S" configurables del conector D-SUB, "E/S" configurables de los LED's y fuente de poder DC.
7. 24 Entradas/Salidas Digitales configurables
8. Generador de Funciones, Multímetro Digital, Fuentes Variables de Poder, Fuente de Poder Fija.
9. Dos conectores BNC configurables como Entrada/Salida analógicos
10. Dos terminales con tornillo configurables como Entrada/Salida analógicas
11. Fusible protector contra corto circuito de 250 volts a 1.25 amperios
12. Conectores tipo Banana para Multímetro Digital
13. Dos canales de conexión BNC para Osciloscopio y una conexión tipo BNC para Generador de Funciones
14. Conectores tipo Banana configurables como Entrada/Salida
15. Entradas Analógicas multipropósito.

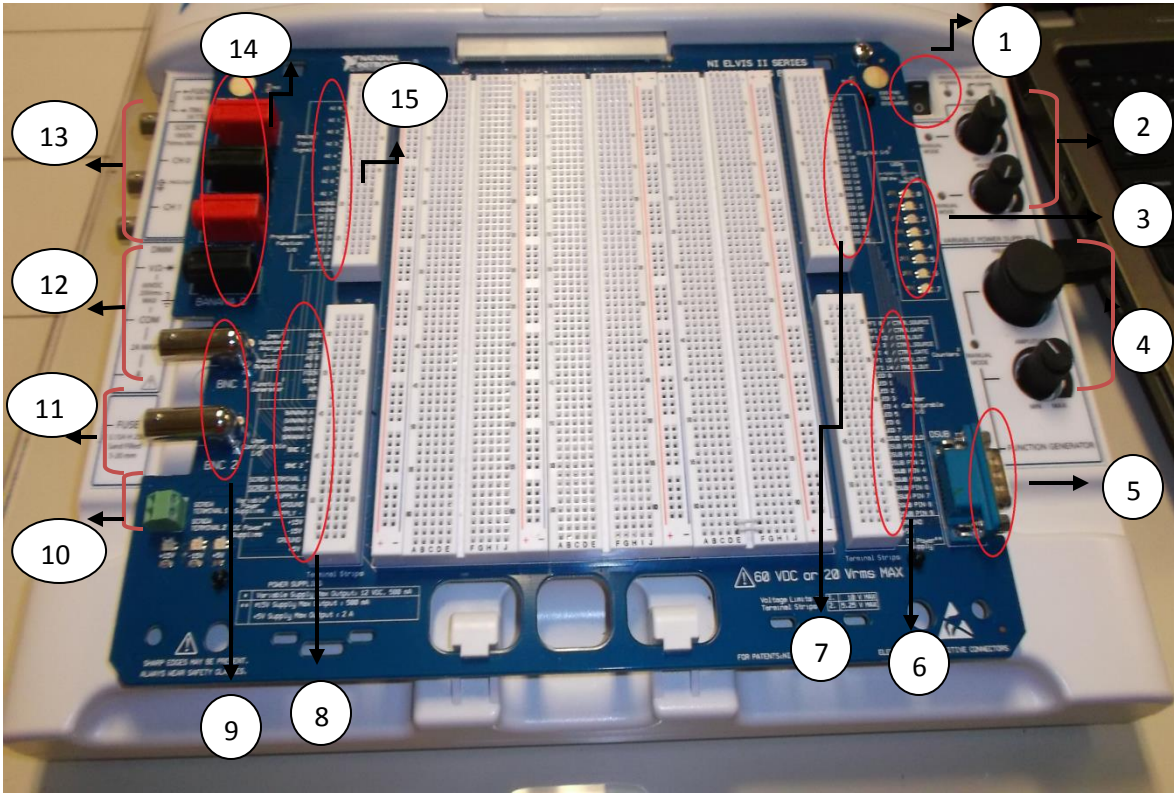


Figura 1.4 Vista del Panel Frontal de la Estación de Trabajo NI ELVIS II

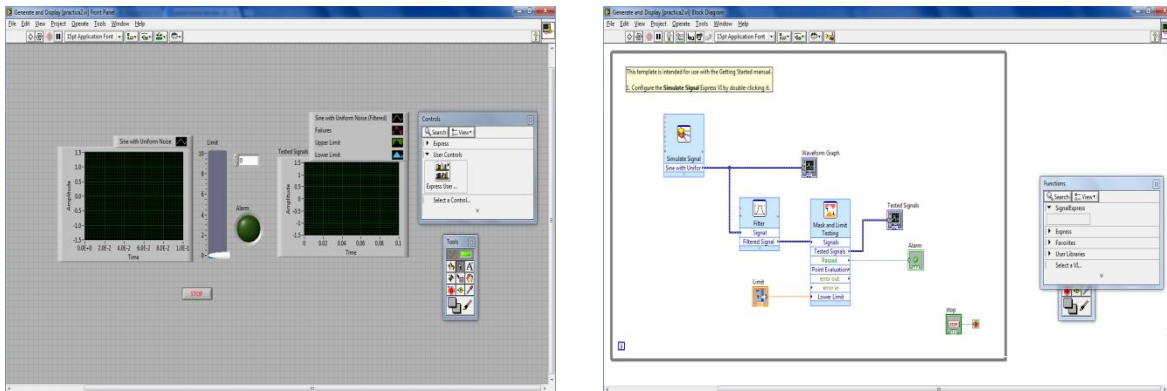
1.2 Requerimientos de la Plataforma NI ELVIS II

Las características que debe tener el equipo donde se utilizará la interfaz deben ir acorde a las exigencias de LabVIEW (Vea el Apéndice A sobre la instalación de LabVIEW). LabVIEW es compatible en Windows 8.1/8/7/Vista, en procesadores de 64 y 32 bits. Otro requerimiento es contar con una capacidad en disco duro de 5 GB y una memoria RAM de al menos 1 GB. Además de LabVIEW, se necesita instalar los controladores NI myDAQmx y NI ELVISmx Instrument Launcher.

1.2.1 NI LabVIEW

NI LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones en sistemas de medición, sistemas de control e instrumentación. LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques. Los programas creados se llaman Instrumentos Virtuales (VI por sus siglas en inglés). Los instrumentos virtuales que se realizan en LabVIEW imitan instrumentos reales, a diferencia de que estos se realizan de manera rápida y a menor costo que un instrumento real.

LabVIEW recrea una interfaz para el usuario con un conjunto de herramientas (botones, LED's, gráficas, etc) capaces de adquirir las entradas y representar las salidas proporcionadas por el programa, ésta interfaz de usuario se conoce como panel frontal. El diagrama de bloques generado por LabVIEW contiene el código fuente, utiliza representaciones gráficas de funciones (matemáticas, operaciones booleanas, de comparación, etc.) para controlar los objetos del panel frontal, de alguna manera, el diagrama de bloques se asemeja a un diagrama de flujo (Vea la Figura 1.5).



a)

b)

Figura 1.5: a) Panel Frontal, b) Diagrama a Bloques

1.3 Funcionamiento de NI ELVISmx Instrument Launcher e Instrumentos

NI ELVISmx Instrument Launcher es el programa donde se encuentran los instrumentos virtuales que contiene NI ELVIS II. En el año 2014 National Instrument cambia la interfaz de NI ELVISmx Instrument Launcher anexando nuevos instrumentos y funciones que lo interrelacionan mucho más con NI myDAQmx. La versión NI ELVISmx 14.0 se divide en cinco apartados, a continuación se describe cada uno:

- ✚ Instrument & Apps: Este apartado contiene todos los instrumentos que soporta la plataforma ELVIS II además de nuevas aplicaciones compatibles con NI DAQ.
- ✚ Favorites: Apartado donde se almacenan los instrumentos con mayor tendencia a utilizar.
- ✚ Labs: Espacio reservado para proyectos realizados.
- ✚ My files: En esta sección se encuentran los resultados de los proyectos almacenados, pueden ser gráficas o tablas de cierto instrumento.

- ✚ Resources: En este apartado se localizan manuales de usuarios de la paquetería National Instrument que tenemos instalada en la PC.

Para acceder a este programa se realiza la siguiente ruta en la PC: Inicio >> Todos los programas >> National Instruments >> NI ELVISmx for NI ELVIS & NI myDAQ >> NI ELVISmx Instrument Launcher (Vea la Figura 1.6).

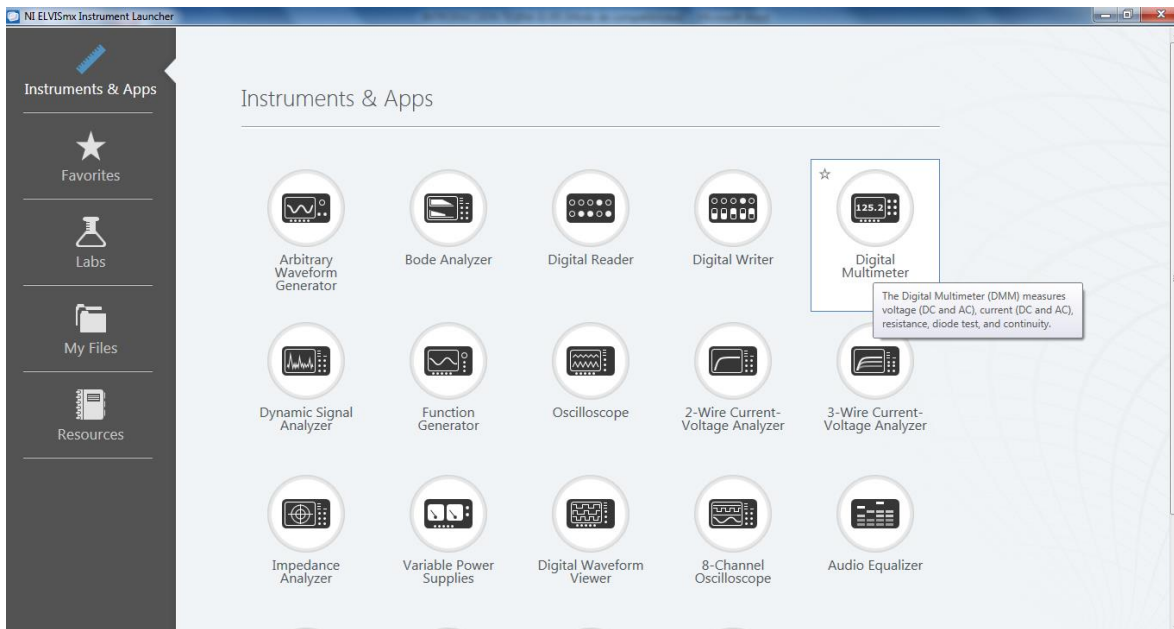


Figura 1.6 NI ELVISmx Instrument Launcher 14.0

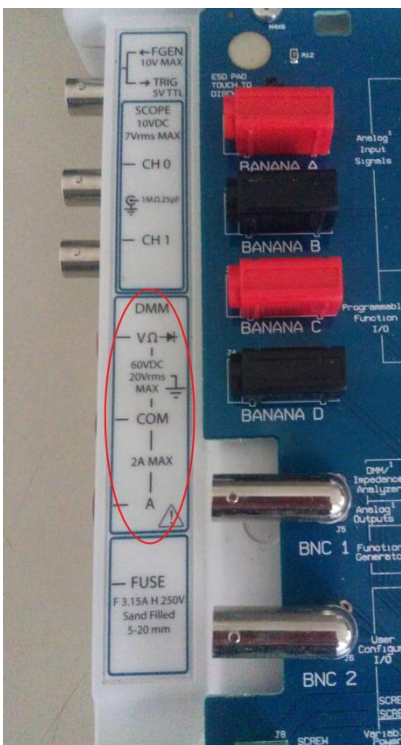
1.3.1 Multímetro Digital

El Multímetro Digital realiza mediciones de voltaje, intensidad, capacitancia, inductancia, resistividad, funciona como probador de diodos y detector de continuidad. Sus conexiones tipo banana se encuentran en el lado izquierdo de la plataforma (Vea la Figura 1.7 inciso a). Los rangos de operación del multímetro son los siguientes:

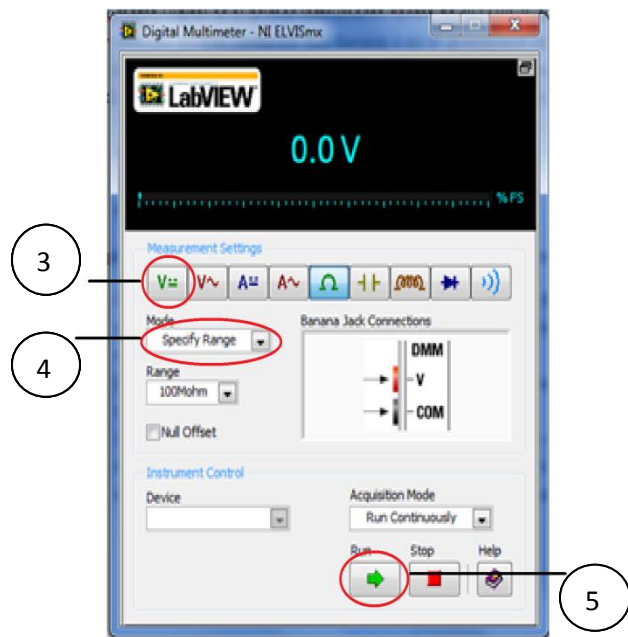
- Voltaje: DC de 100 mV a 60 V y 200 mV a 20 V para AC
- Corriente: DC de 2 A y 500 mA a 2 A para AC
- Resistencia: 100 Ohm a 100 MOhm

Para operar el multímetro se deben seguir las siguientes instrucciones:

1. Dentro del programa NI ELVISmx Instrument Launcher buscar el instrumento virtual DMM y hacer click sobre él.
2. Conectar los cables tipo Banana al lado izquierdo en las terminales que se señalan en la Figura 1.7 inciso “a”.
3. Seleccionar la variable a medir de entre las opciones que ofrece el instrumento.
4. Elegir el tipo de muestreo de las variables, puede ser auto rango o especificar la escala.
5. Dar clic en el botón Run (correr) para iniciar con las mediciones.



a)



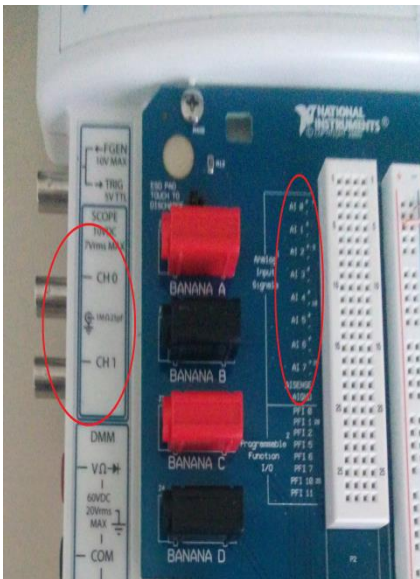
b)

Figura 1.7 Multímetro Digital. a) Ubicación de las entradas en la estación de trabajo.
b) Interfaz Multímetro Digital

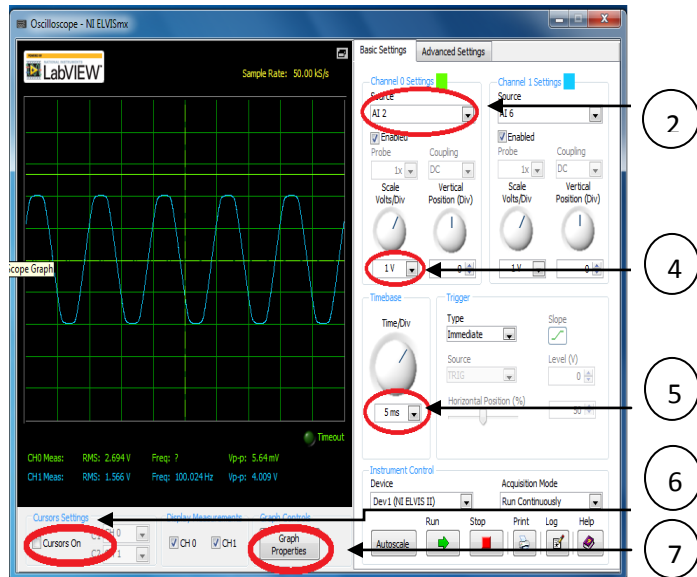
1.3.2 Osciloscopio

El osciloscopio cuenta con dos canales, puede conectarse un cable tipo BNC a Scope CH0/CH1 o conectar directamente al protoboard para hacer las mediciones (Ver la Figura 1.8 inciso a). Este instrumento permite medir señales de AC y DC con un voltaje máximo de +/- 10 Volts en DC y 7 Vrms en AC, su frecuencia máxima de operación es de 100 MHz. Entre sus controles se observan ajuste de Voltaje/División, Posición Vertical, Acoplamiento DC/AC, ajuste Tiempo/División, Propiedades de Gráfica, Cursores En, Modo de Adquisición, entre otros. Para utilizar este instrumento se deben seguir los siguientes pasos:

1. Buscar en NI ELVISmx Instrument Launcher el instrumento virtual y desplegarlo.
2. Elegir la entrada con la que se tomaran mediciones, conectores BNC o entradas analógicas del protoboard, seleccionando la opción en el apartado "2" de la Figura 1.8 inciso b.
3. Poner una de las puntas en el dispositivo o lugar de donde se desea obtener la señal y referenciarla a tierra.
4. Ajustar Volts/División de la señal en la pantalla.
5. Escala de Tiempo/División para ajustar la frecuencia.
6. Cursors On permite hacer mediciones de voltaje sobre la señal.
7. Graph Properties realiza cambios en la imagen de la señal como su grosor.



a)



b)

Figura 1.8 Osciloscopio Virtual

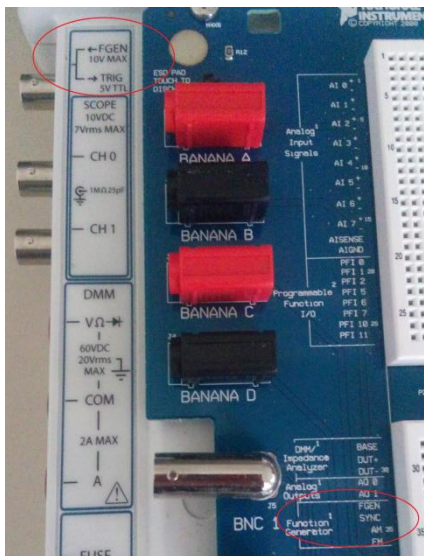
1.3.3 Generador de Funciones

Este instrumento ofrece tres tipos de señales de salida: senoidal, cuadrada y triangular. Su conexión tipo BNC se encuentra en la esquina superior izquierda de la estación de trabajo, o también puede utilizarse tomando la señal directamente del protoboard (Véase la Figura 1.9 inciso a). Los controles básicos que ofrece son: frecuencia, amplitud, Offset DC, modulación y barrido de señal. Cabe mencionar que su operación se puede hacer manualmente habilitando las perillas de la parte derecha de la estación de trabajo. Sus rangos de operación son los siguientes:

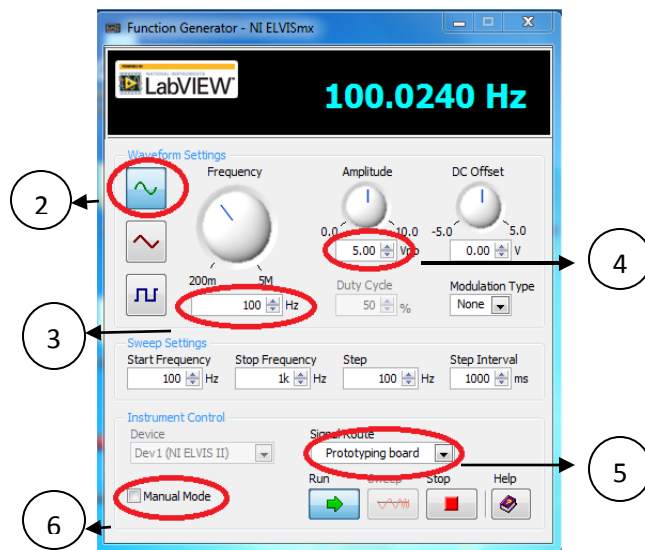
- Senoidal: Frecuencia de 200 mHz a 5 MHz
- Cuadrada y Triangular: Frecuencia de 200 mHz a 1 MHz
- Máximo voltaje de salida 10 Volts y 5 Volts en TTL

Para utilizar el instrumento debe seguir las siguientes instrucciones:

1. Abrir el instrumento desde NI ELVISmx Instrument Launcher.
2. Elegir la el tipo de señal a utilizar.
3. Ajustar la frecuencia de operación.
4. Definir la amplitud de la señal.
5. Conectar el cable al puerto de salida deseado y seleccionarlo.
6. Habilitar el control manual si lo desea.



a)



b)

Figura 1.9 Generador de Funciones

1.3.4 Fuentes Variables de Poder

A diferencia de las Fuentes Fijas que ofrece la plataforma, las Fuentes Variables de Poder alcanzan un voltaje máximo de +/- 12 Volts con una corriente de salida a 500 mA. Como características importantes destacan el control manual del voltaje haciendo uso de las perillas que se encuentran en la parte derecha de la estación y la capacidad de brindar un barrido de señal. El puerto de salida se encuentra en el protoboard en la parte inferior derecha y para su utilización solo es necesario definir el voltaje que se utilizará y si será positivo o negativo (Figura 1.10 inciso a). Sus controles se muestran enseguida (Véase la Figura 1.10 inciso b).

1. Control Manual que habilita el uso de las perillas.
2. Ajuste de voltaje de salida.
3. Controles para barrido de señal.

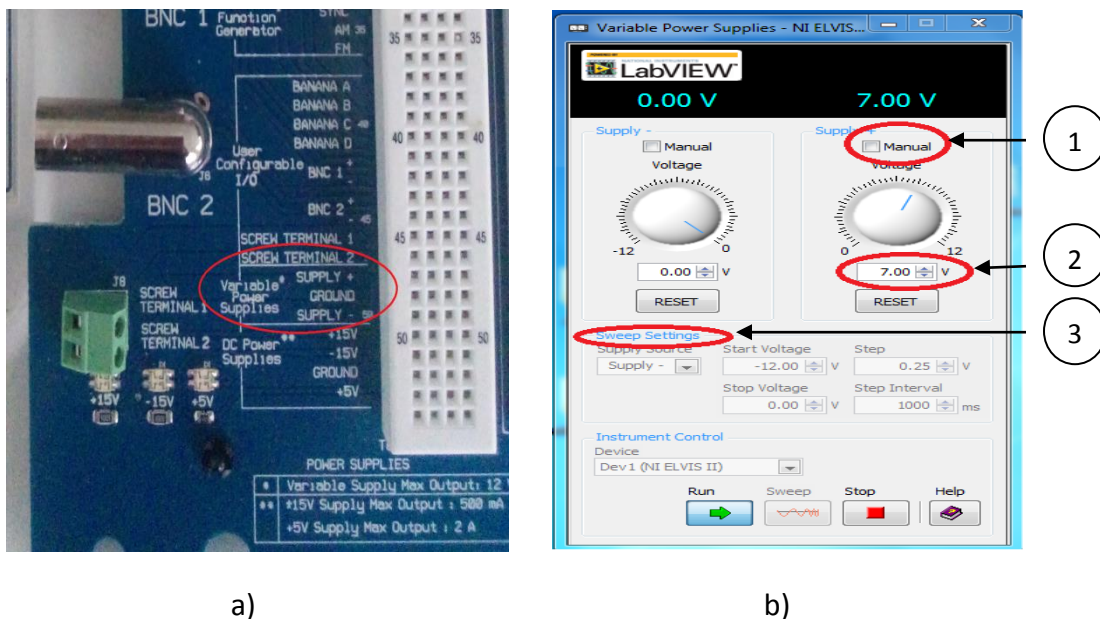


Figura 1.10 Fuentes Variables de Poder

1.3.5 Analizador de I/V para dispositivos de dos pines (Diodos)

Este instrumento nos muestra la curva característica de un diodo en específico al comparar su corriente contra su voltaje. La gráfica que muestra la pantalla de este

1. Conectar el dispositivo BJT como lo indica la Figura 1.12 inciso a.
2. Seleccionar el tipo de dispositivo a utilizar (NPN o PNP).
3. Establecer valores de I_c máximo, V_c de inicio y V_c de paro (máximo 10 Volts).
4. Definir la I_b de inicio y su incremento, así como el número de curvas que se desean observar.
5. Correr el instrumento y con los cursores realizar mediciones de puntos específicos.

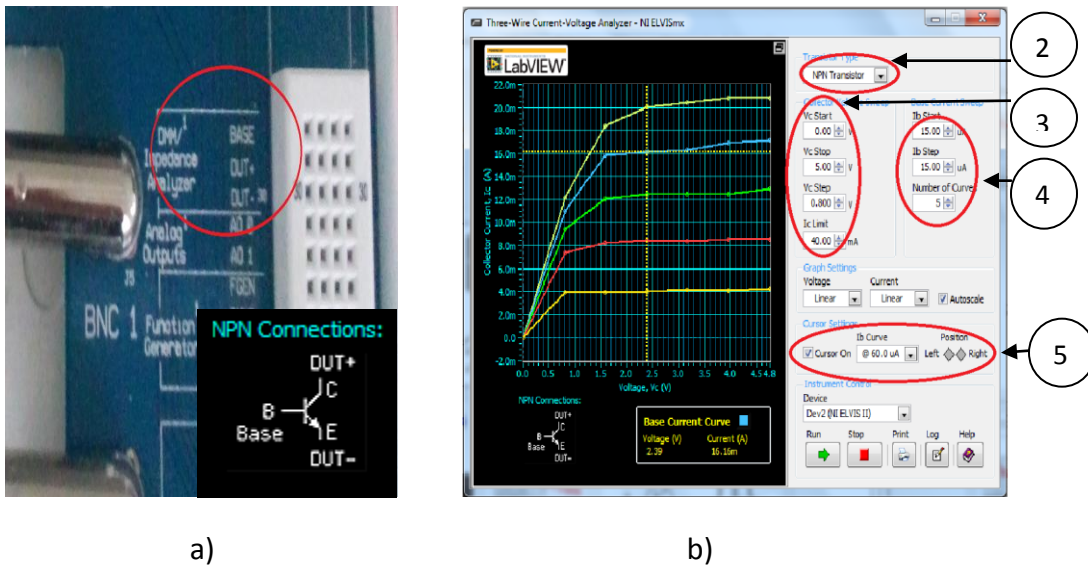


Figura 1.12 Analizador de Corriente/Voltaje para dispositivos con tres terminales

1.4 Importancia y Ventajas de utilizar NI ELVIS II

La introducción de nuevos métodos de enseñanza en la vida académica de los estudiantes es parte primordial en su preparación para los retos que enfrentarán en el ámbito laboral. La plataforma ELVIS II pretende ser una herramienta de apoyo para estudiantes y docentes que deseen tener un campo de conocimientos mucho más extenso en el uso de hardware y software educativo, conocimientos que les permitan estar actualizados para los nuevos retos y problemáticas que exige la industria y el área docente. Experimentar con esta plataforma fortalecerá los conceptos aprendidos en clase que servirán para preparar profesionalmente a los estudiantes en disciplinas como la ingeniería.

En este manual se busca denotar la gran importancia que tienen las horas de práctica en los laboratorios, en el aprendizaje de circuitos analógicos. También se busca que con el uso de esta plataforma el estudiante refuerce la teoría que se le impartió en clase y la ponga en práctica corroborando o descartando los conceptos que se le

enseñaron. Se desea que el alumno desarrolle una mayor capacidad de análisis y comprensión de los diferentes dispositivos semiconductores, conozca sus características básicas de operación, las aplicaciones más comunes en las que se utilizan y la relevancia que tienen éstos en el desarrollo de la electrónica y las ciencias modernas.

1.4.1 Ventajas

Como propósito principal, National Instrument creó NI ELVIS II con la intención de dotar de un laboratorio de electrónica común en una estación de trabajo compacta con las características necesarias para la experimentación y diseño de circuitos electrónicos. Las características de la plataforma tratan de cubrir las necesidades básicas, en cuanto a instrumentos, que se utilizan en el desarrollo de prácticas impuestas por el docente. De esta forma, NI ELVIS II se convierte en una herramienta muy completa para la realización de éstas; al complementarse con software como NI LabVIEW y NI Multisim se amplía el alcance de esta plataforma, con esto, el aprendizaje teórico y experimental tendrá sustento en pruebas de simulación que respalden el resultado de cada práctica.

Las ventajas que nos ofrece el trabajar con la plataforma NI ELVIS II se describen a continuación:

- Es un equipo compacto de fácil uso que permite realizar las prácticas de manera más rápida y sencilla. Su distribución y características de operación favorecen el aprendizaje de conocimientos de forma práctica y no sólo teórica, reforzando conocimientos y generando interés por la experimentación. De este modo, favorece en el alumno el desarrollo de habilidades de autoaprendizaje y abre las puertas a una mayor familiarización con programas de simulación y de control virtual.
- Dota de 12 instrumentos comúnmente más usados en laboratorios de electrónica analógica y digital. De tal forma, que reduce el uso de equipo de laboratorio y evita gastos de mantenimiento de éste.
- Comparte funcionamiento con programas como LabVIEW y Multisim.
- Protoboard montable y entrada para módulos de diferentes ramas de investigación. Como característica NI ELVIS fue diseñado para poder intercambiar el protoboard de trabajo por módulos para el aprendizaje de sistemas de control, telecomunicaciones, conceptos de MCU/Embebido y bioinstrumentación. Las aplicaciones de la plataforma son variadas y permiten la incursión en ciencias y disciplinas relacionadas con la ingeniería.

CAPITULO 2

Introducción a los Semiconductores

2.1 Antecedentes históricos de los semiconductores

Los primeros semiconductores utilizados para fines técnicos fueron pequeños detectores diodos empleados a principios del siglo 20 en los primitivos radiorreceptores, que se conocían como “de galena”. Ese nombre lo tomó el radiorreceptor de la pequeña piedra de galena o sulfuro de plomo (PbS) que hacía la función de diodo y que tenían instalado para sintonizar las emisoras de radio. La sintonización se obtenía moviendo una aguja que tenía dispuesta sobre la superficie de la piedra. Aunque con la galena era posible seleccionar y escuchar estaciones de radio con poca calidad auditiva, en realidad nadie conocía que misterio encerraba esa piedra para que pudiera captarlas.

En 1940 Russell Ohl, investigador de los Laboratorios Bell, descubrió que si a ciertos cristales se le añadía una pequeña cantidad de impurezas su conductividad eléctrica variaba cuando el material se exponía a una fuente de luz. Ese descubrimiento condujo al desarrollo de las celdas fotoeléctricas o solares. Posteriormente, en 1947 William Shockley, investigador también de los Laboratorios Bell, Walter Brattain y John Barden, desarrollaron el primer dispositivo semiconductor de germanio (Ge), al que denominaron “transistor” y que se convertiría en la base del desarrollo de la electrónica moderna.

Los "semiconductores" como el silicio (Si), el germanio (Ge) y el selenio (Se), por ejemplo, constituyen elementos que poseen características intermedias entre los cuerpos conductores y los aislantes, por lo que no se consideran ni una cosa, ni la otra. Sin embargo, bajo determinadas condiciones esos mismos elementos permiten la circulación de la corriente eléctrica en un sentido, pero no en el sentido contrario. Esa propiedad se utiliza para rectificar corriente alterna, detectar señales de radio, amplificar señales de corriente eléctrica, funcionar como interruptores o compuertas utilizadas en electrónica digital, etc.

2.2 Práctica No. 1: Rectificador de Media Onda y Onda Completa.

2.2.1 Introducción

Podría considerarse que el diodo es el elemento más fundamental de los circuitos no lineales. Es un dispositivo de dos terminales en el que si se aplica un voltaje negativo (en referencia a la dirección de polarización) no pasa corriente y el diodo se comporta como un circuito abierto, se dice que está en polarización negativa. Por otro lado si se aplica un voltaje positivo (en referencia a la dirección de polarización), aparecerá en él una caída de voltaje de cero. En otras palabras, el diodo ideal se comporta como un cortocircuito en la dirección positiva y pasa cualquier corriente con caída de voltaje cero. Se dice que un diodo con polarización directa está conduciendo. Una visión detallada se aprecia en la Figura 2.1.

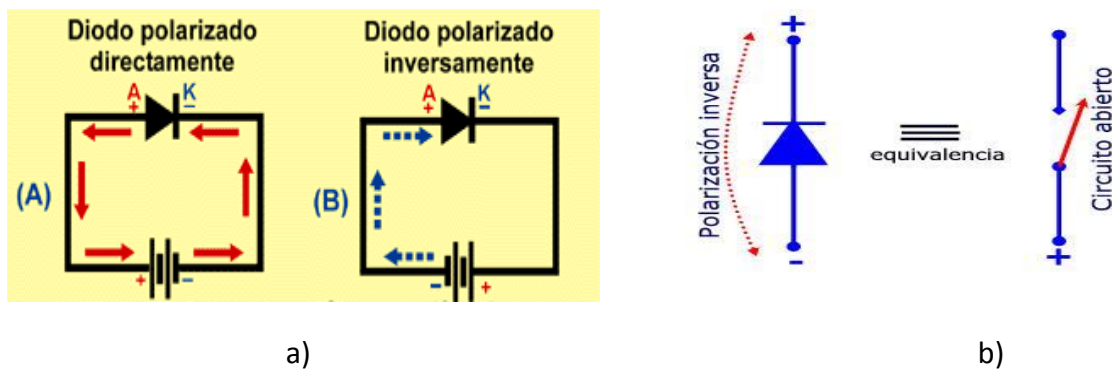


Figura 2.1 Diodo ideal: a) Formas de polarización de un diodo, b) Equivalencia en circuito de la polarización inversa de un diodo.

Dentro de los circuitos rectificadores se encuentra el rectificador de media onda que se caracteriza solo por usar los semiciclos alternados de la senoide de entrada. El circuito está conformado por la conexión de un diodo D y un resistor R . Sea el voltaje de entrada v_i una señal senoidal y suponga que el diodo es ideal. Durante los semiciclos positivos de la senoide de entrada, el voltaje v_i positivo hará que la corriente pase por el diodo en sentido directo. De ello se desprende que el voltaje v_D del diodo será muy pequeño (idealmente cero). Por otra parte, durante los semiciclos negativos v_i el diodo no conducirá (Véase la Figura 2.2).

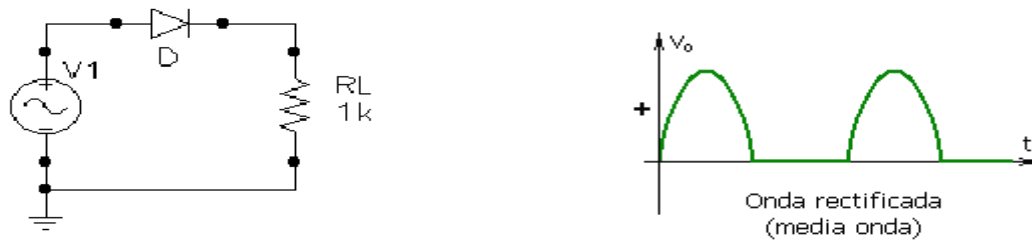


Figura 2.2 Circuito rectificador de media onda con su gráfica característica.

En la Figura 2.5 a) se muestra una instrumentación alterna al rectificador de media onda común. El circuito, conocido como rectificador de puente (debido a la similitud de su configuración con la del puente de Wheatstone), no requiere de transformador con derivación central, lo que representa una ventaja distintiva sobre el circuito rectificador de onda completa con dos diodos. Sin embargo, el rectificador de puente requiere cuatro diodos, en comparación con el circuito anteriormente mencionado. El circuito rectificador en puente opera de la siguiente manera: durante los semiciclos positivos del voltaje de entrada, v_s es positivo y, por tanto, la corriente se conduce a través del diodo D_1 , el resistor R y el diodo D_2 . Mientras tanto, los diodos D_3 y D_4 tienen polarización inversa. Observe también que hay dos diodos en serie en la ruta de conducción y, por tanto, v_o será dos caídas de diodo menor que v_s . En el semiciclo negativo, el voltaje secundario v_s será negativo y, por ello, $-v_s$ será positivo, forzando la corriente por D_3 , R y D_4 . Mientras tanto, los diodos D_1 y D_2 tendrán polarización inversa. Algo de importancia, es que, durante ambos semiciclos, la corriente pasará por R en la misma dirección; por tanto, v_o siempre será positivo.

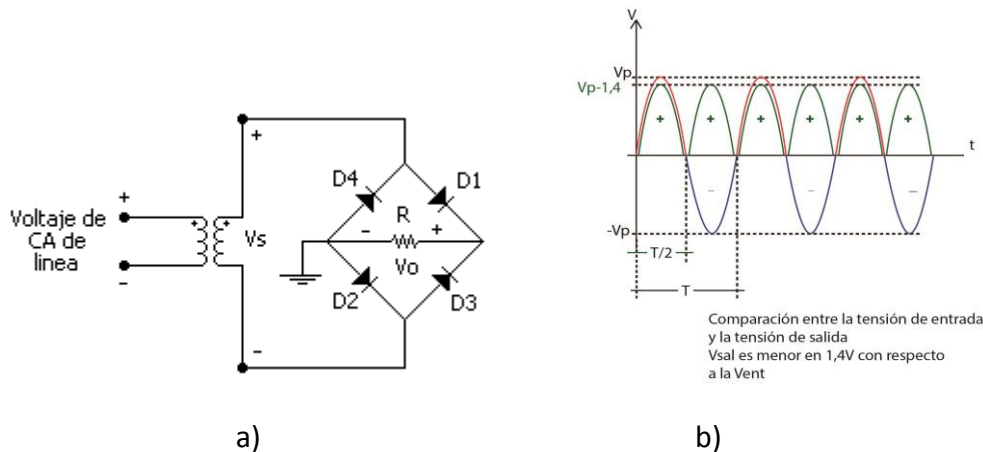


Figura 2.3 a) Circuito rectificador de puente; b) Señal de salida ya rectificada

2.2.2 Objetivo de aprendizaje

- Comprender el principio básico de operación del diodo semiconductor
- Construir un circuito rectificador de media onda y uno de onda completa
- Implementar la práctica en el NI ELVIS II

2.2.3 Materiales

- Diodos 1N4007
- Resistencias
- Plataforma NI ELVIS II

2.2.4 Desarrollo de la práctica

En el orden de los siguientes pasos se explica a detalle el procedimiento de la práctica:

1. Realizar el armado de los circuitos en el programa NI MULTISIM y simular como se muestra en la Figura 2.4. Corroborar que no existan fallos en el diseño.
2. Implementar en la plataforma ELVIS los circuitos de las Figuras 2.2 y 2.3.
3. Conectar desde el protoboard el instrumento FGEN (Generador de Frecuencias) al ánodo del diodo (para el de media onda), y a la unión entre el D_1 y D_4 para el circuito de tipo puente. Aterrizar el instrumento con referencia a tierra.
4. Conectar los pines AI_0 y AI_1 a las resistencias de carga de cada circuito y a la entrada de señal para poder hacer comparaciones.

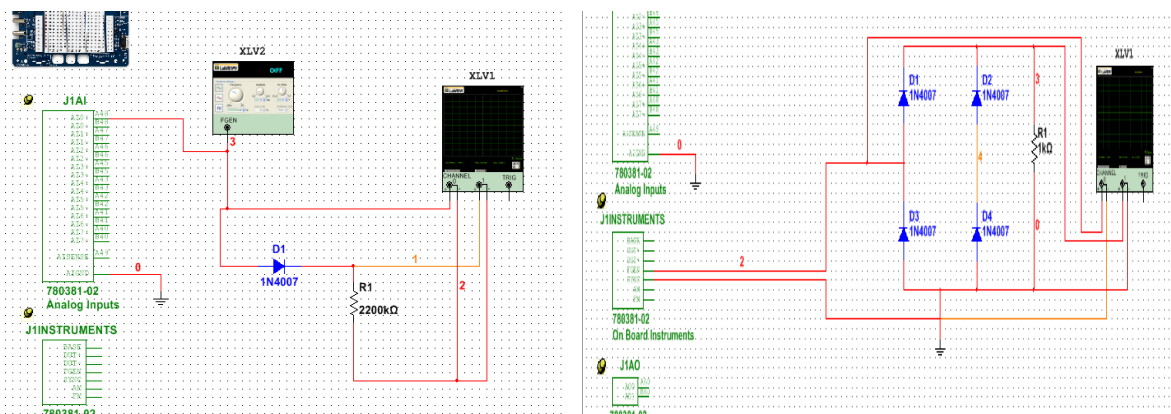


Figura 2.4 Circuitos rectificadores simulados

5. Ejecutar NI ELVISmx Instrument Launcher.
6. Abrir el instrumento Generador de Señales, configurar instrumento a una señal senoidal con amplitud de 10 Volts y frecuencia de 100Hz.

7. Abrir el instrumento Osciloscopio y configurar sus controles a como se muestra en la Figura 2.5.
8. Encender el protoboard, ejecutar los instrumentos y verificar los resultados se asemejen a los descritos en figuras anteriores. Comparar valores reales con los simulados en MULTISIM.

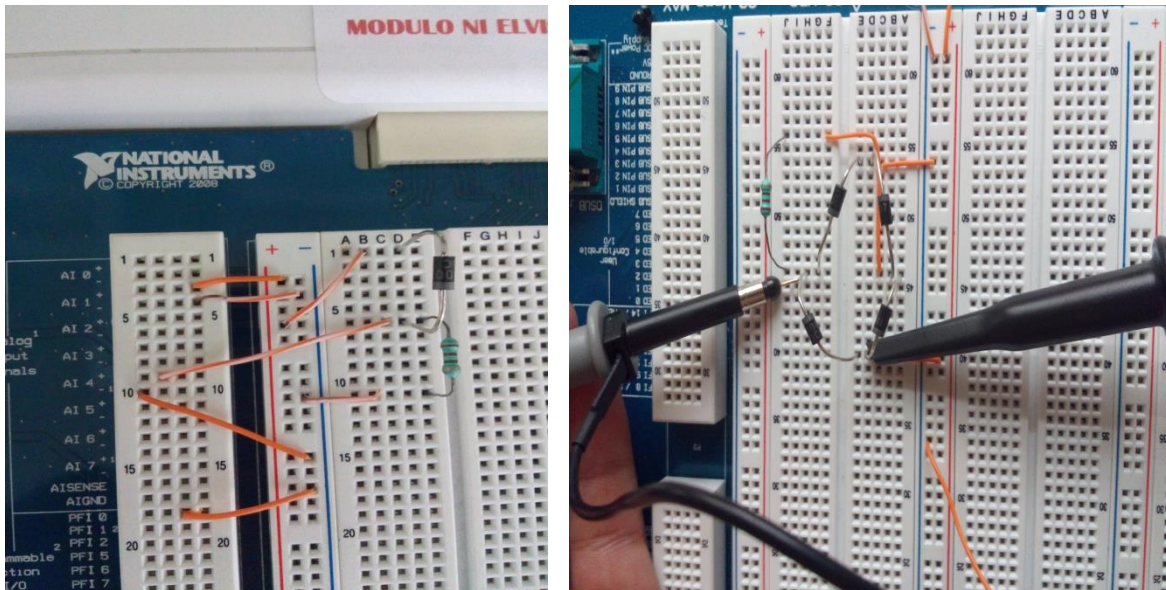


Figura 2.6 Implementación de circuitos rectificadores

2.2.5 Resultados

Al observar las gráficas que se obtuvieron de ambos circuitos se pudo notar la caída de voltaje con respecto a la señal de entrada. La caída de voltaje mayor proviene del rectificador de onda completa y se debe a que en el transcurso de la señal, ésta pasa por dos diodos (cada diodo con una caída de voltaje aproximada a 0.7 Volts).

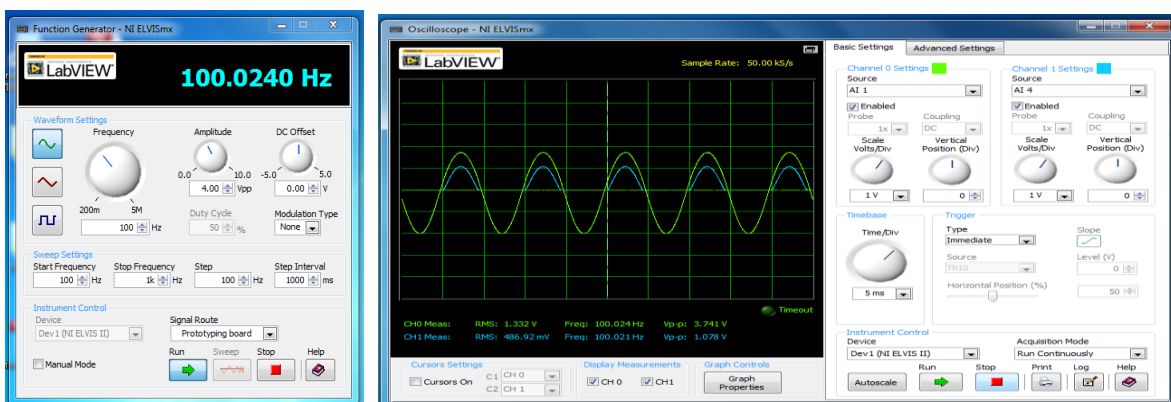


Figura 2.5 Resultados Rectificador de Media Onda

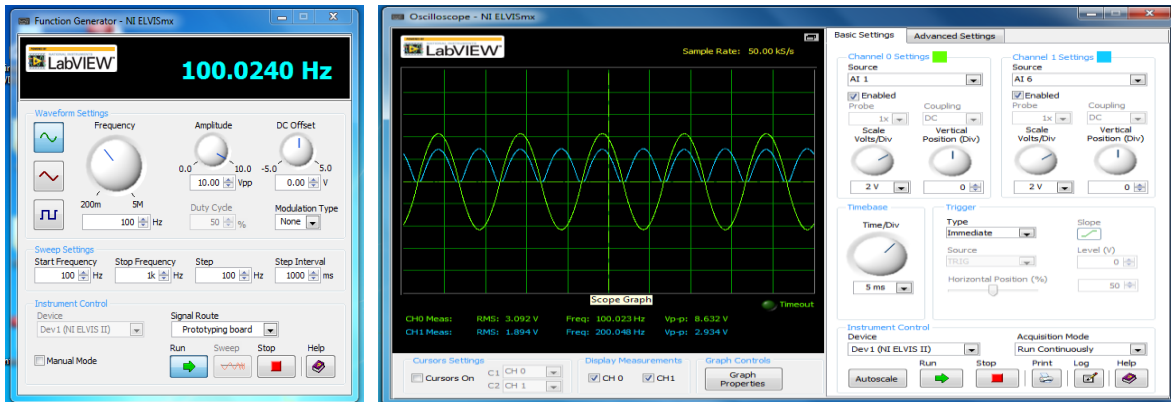


Figura 2.6 Resultados Rectificador de Onda Completa

2.2.6 Comentarios

Los diodos que se utilizaron fueron seleccionados por características que les permiten operar a frecuencias altas. Se invita al lector a realizar las pruebas con diodos 1N4001, e incrementar gradualmente la frecuencia de la señal para que pueda apreciar la distorsión de ésta.

2.3 Práctica No. 2: Doblador de Voltaje de media onda.

2.3.1 Introducción

Un multiplicador de tensión consiste en dos o más rectificadores, lo que produce una tensión continua igual a un múltiplo de la tensión de entrada de pico (2Vp, 3Vp, 4Vp, etc.). Estas fuentes de alimentación se utilizan para dispositivos de alta tensión y corriente pequeña, como los tubos de rayos catódicos.

La Figura 2.7 muestra un doblador de tensión. En el pico del semiciclo negativo, D₁ tiene polarización directa y D₂ tiene polarización inversa. De modo ideal, tal situación debe hacer que C₁ se cargue a la tensión de pico, V_p. En el pico del semiciclo positivo, D₁ tiene polarización inversa y D₂ tiene polarización directa. Como C₁ y la fuente están en serie, C₂ tratará de cargarse a 2V_p. Después de varios ciclos, la tensión C₂ será igual a 2V_p. El circuito se llama doblador de media onda porque el condensador de salida, C₂ se carga solamente una vez durante cada ciclo. En consecuencia el rizado tiene una frecuencia de 60 Hz.

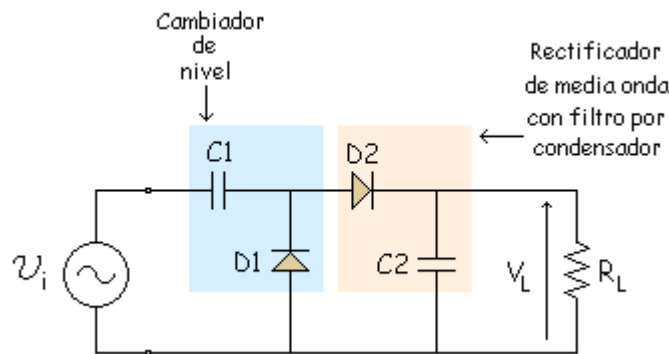


Figura 2.7 Doblador de Voltaje de media onda.

Las consideraciones que se deben tomar en cuenta para el diseño de un doblador de tensión se mencionan a continuación:

1. Antes de implementar el circuito es necesario verificar que los dispositivos que se habrán de utilizar estén diseñados para soportar el voltaje que se ha de multiplicar.
2. Considerar que el voltaje de salida que veremos en la resistencia de carga es un aproximado a valor del V_p de la señal.
3. Si el voltaje de salida del circuito contiene un rizado muy notable, lo ideal es sustituir los capacitores por otros de mayor capacidad. Tener en cuenta que a mayor exigencia de corriente el rizado irá incrementando.

2.3.2 Objetivos de aprendizaje

- Diseñar un doblador de voltaje.
- Comprender el funcionamiento de un diodo si se complementa con un capacitor.
- Implementar el circuito en la tarjeta ELVIS II y hacer anotaciones de las pruebas.

2.3.3 Materiales

- Diodos 1N4007
- Capacitores de 470 uF a 16 Volts
- Resistencia de 2200 Ω

2.3.4 Desarrollo de la práctica

1. En base a los conceptos y conocimientos de semiconductores realizar la simulación del circuito doblador de voltaje que se muestra en la Figura 2.7. Utilizar los valores que se describen en el apartado 2.3.3.

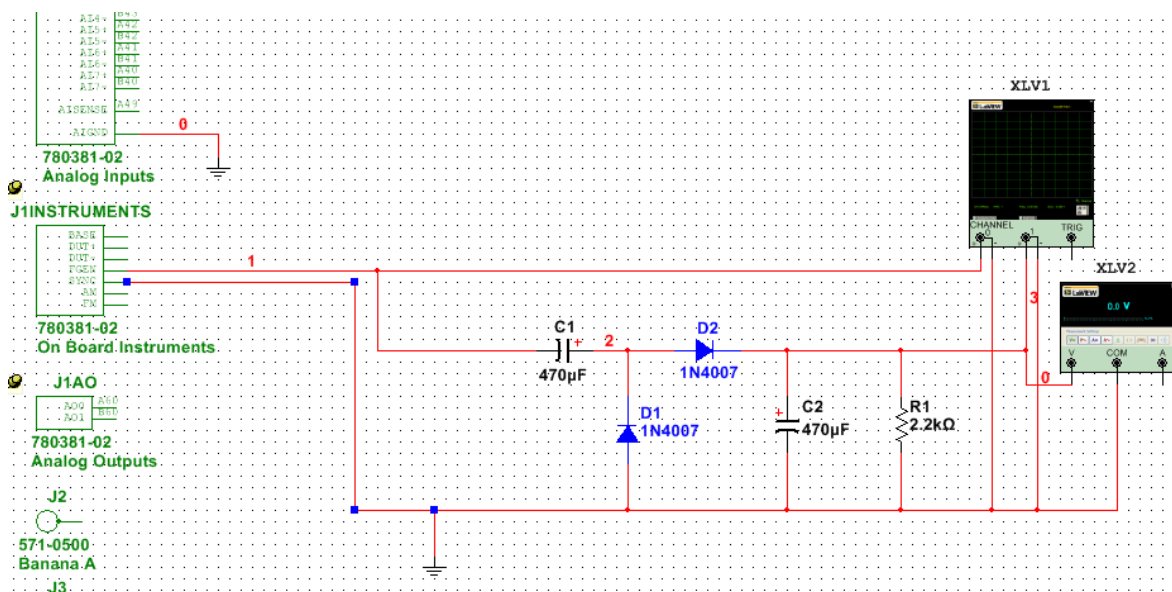


Figura 2.8 Circuito doblador de tensión en MULTISIM.

2. Realizar el Doblador de Voltaje en la plataforma ELVIS II.
3. Conectar el Generador de Funciones (FGEN) desde el protoboard a la terminal negativa del capacitor.
4. Conectar puntas de osciloscopio a las entradas tipo BNC de la estación de trabajo.
5. Conectar los cables con entrada tipo Banana del Multímetro a la estación de trabajo.

6. Abrir NI ELVISmx Instrument Launcher y ejecutar los instrumentos virtuales: Generador de Funciones, Multímetro y Osciloscopio. Configurar como se muestra en la Figura #####.
7. Realizar mediciones y hacer comparaciones con los valores simulados.

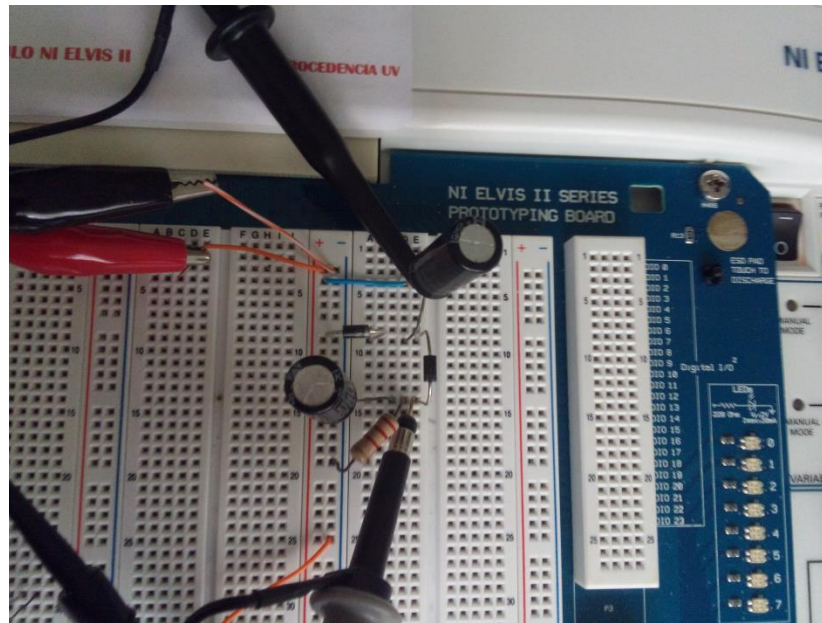
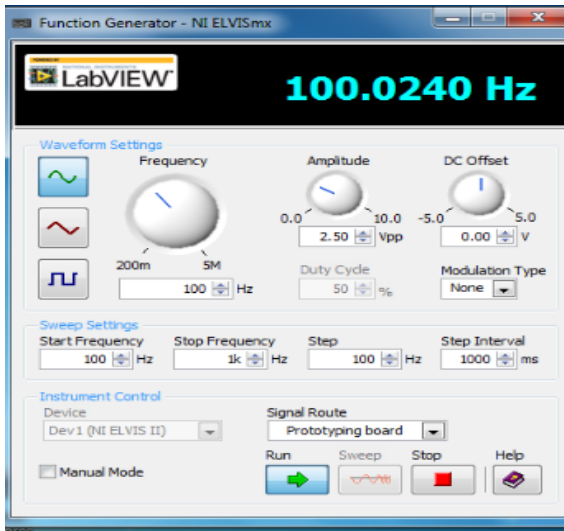


Figura 2.9 Doblador de tensión en plataforma ELVIS II.

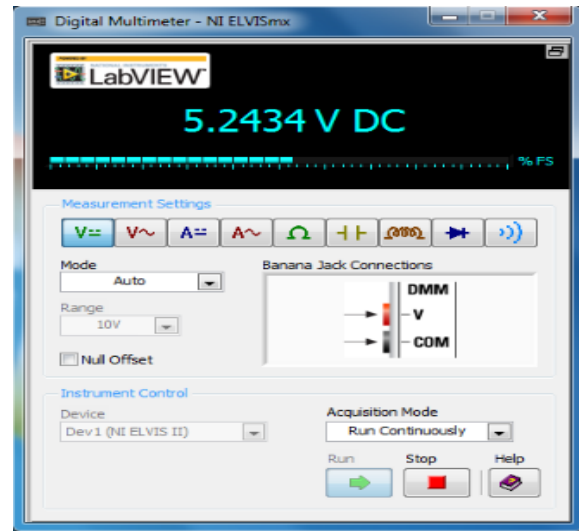
2.3.5 Resultados

Con ayuda de los instrumentos se aprecia que el voltaje de salida que se mide en la resistencia de carga es aproximadamente el doble al V_p del Generador de Funciones. En la Figura 2.10 inciso c), los valores para voltaje RMS son de 2.655 Volts para la señal de entrada y 5.208 Volts para la señal de salida. Muestra también el voltaje pico de la señal rectificada con un rizo de 11.93 mV_{p-p}.

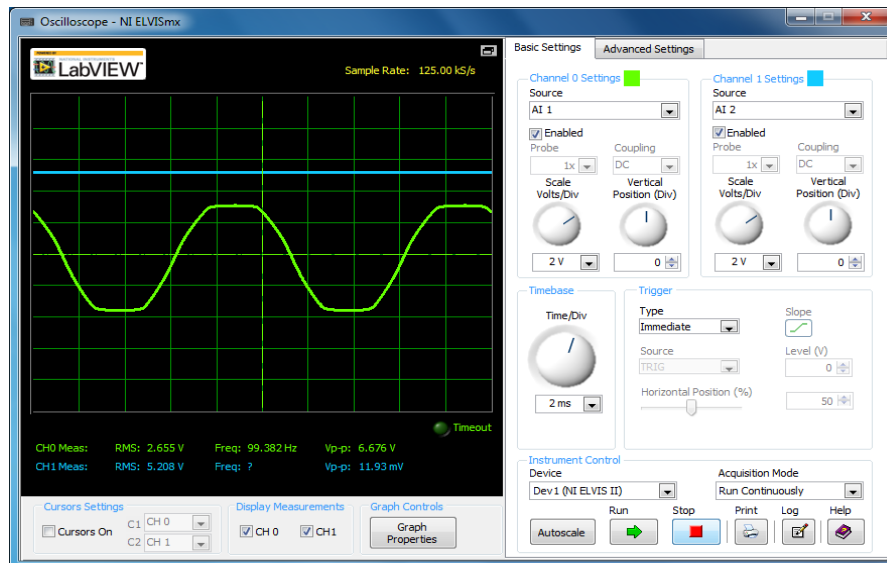
Este circuito ofrece una ventaja en el diseño de fuentes de poder, ya que si se deseara un voltaje elevado la opción por intuición sería un transformador mucho más grande, excediendo costos, además de un mayor espacio en la placa base. Con un multiplicador de tensión se logra obtener voltajes elevados sin necesidad de gastar tanto en componentes estorbosos.



a)



b)



c)

Figura 2.10 Pruebas a Doblador de Voltaje.

2.3.6 Comentarios

La plataforma ELVIS II demuestra ser una herramienta de gran ayuda en la experimentación; trabajar en ella reduce el tiempo de armado permitiendo poner mayor atención en pruebas y mediciones. Esta práctica se realizó de forma rápida y los resultados no contrastaron demasiado con los simulados.

2.4 Práctica No. 3: Regulador de Voltaje con diodo Zener

2.4.1 Introducción

Los diodos rectificadores y los diodos para pequeña señal nunca se emplean intencionalmente en la zona de ruptura, ya que esto podría dañarlos. Un diodo Zener es diferente; se trata de un diodo de silicio que se ha diseñado para que funcione en la zona de ruptura. Llamado a veces diodo de avalancha, el diodo Zener es la parte esencial de los reguladores de voltaje; éstos son circuitos que mantienen el voltaje casi constante con independencia de que se presenten grandes variaciones del voltaje de red y la resistencia de carga.

En la Figura 2.11 se muestran detalles de las características $i-v$ en la región de ruptura. Se observa que en el caso de corrientes mayores a I_{zmin} (especificada en la hoja de datos del Zener), la curva $i-v$ es casi una recta. Por lo general, el fabricante especifica el voltaje V_z a través del diodo Zener a una corriente específica de prueba, I_{zT} (Zona de trabajo). En la gráfica se indica el punto donde coinciden estas coordenadas y se le nombra punto Q . A medida que la corriente que pasa por el Zener se desvía de I_{zT} , cambiara el voltaje que pasa por él, aunque ligeramente.

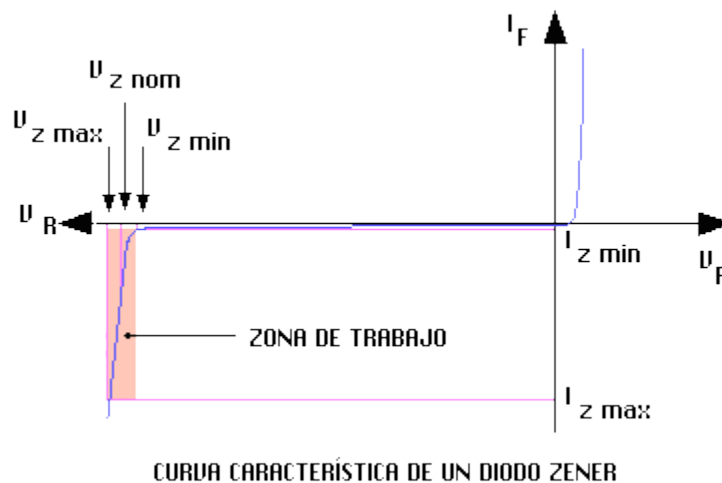


Figura 2.11 Relación corriente-voltaje de un diodo Zener.

Existe una correspondencia con el cambio de corriente ΔI , el voltaje del Zener cambia en ΔV , lo que se relaciona con ΔI mediante

$$\Delta V = r_z \Delta I$$

donde r_z es el inverso de la pendiente de la curva $i-v$ casi lineal en el punto Q. La resistencia r_z es la resistencia incremental del diodo Zener en el punto de operación Q. También se le conoce como resistencia dinámica del Zener, y su valor lo proporciona el fabricante. Obviamente, cuanto menor sea el valor de r_z , más constante permanecerá el voltaje del Zener a medida que cambia su corriente y, por tanto, más ideal se volverá su operación. En este sentido, r_z permanece baja y casi constante en una amplia gama de corrientes, mientras que su valor aumenta de manera considerable en las cercanías de V_{zmin} . Otro parámetro importante es la potencia que puede soportar el dispositivo, este dato viene en la tabla de datos del diodo y éste no debe exceder los límites de operación.

2.4.2 Objetivos de la práctica

- Conocer más acerca de los diodos de propósito general como es el diodo Zener.
- Identificar el punto de operación óptimo para la mayor regulación de voltaje y calcularlo.
- Armar el circuito en la plataforma ELVIS II y llevar cabo mediciones.

2.4.3 Materiales

- Resistencias 220 Ω y 47 Ω
- Diodo Zener 5.1 Volts a 500 mW
- Tarjeta NI ELVIS II

2.4.4 Desarrollo de la práctica

1. Investigar el tipo de circuito que permite regular una fuente de Corriente Continua con diodo Zener.

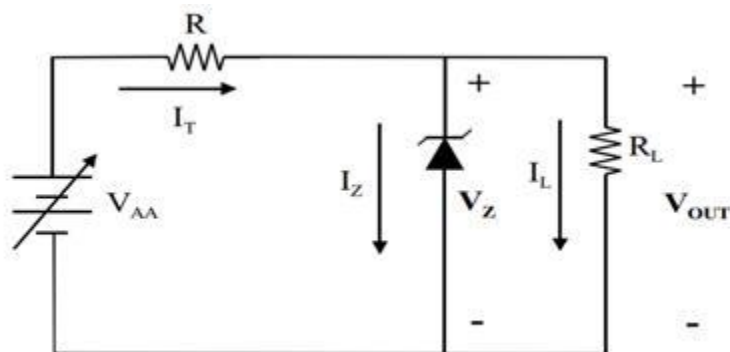


Figura 2.12 Circuito regulador de voltaje con diodo Zener.

2. Realizar los cálculos para la operación de este circuito tomando en cuenta la hoja de datos del dispositivo Zener.

Calcular la máxima corriente que puede operar el diodo Zener con regulación de 5.1 Volts y 500 mW de potencia. Tomar en cuenta el valor de R_L de 220Ω .

$$V_z = 5.1 \text{ V}, P_z = 500 \text{ mW}$$

$$I_L = V_z / R_L$$

$$I_L = 5.1 \text{ V} / 220\Omega = 23 \text{ mA}$$

Calcular la corriente zener máxima y mínima.

$$I_{z\max} = P_z / V_z = 0.5 \text{ W} / 5.1 \text{ V} = 98 \text{ mA}$$

Para $I_{z\min}$ tomar en cuenta que debe ser de al menos el 10% de $I_{z\max}$

$$I_{z\min} = 10\% I_{z\max} = 0.10 (98 \text{ mA}) = 9.8 \text{ mA}$$

Calcular R para los rangos de 7 a 10 Volts que habrá de regular el circuito.

Para 7 Volts:

$$R_{\min} = V_{AA} - V_z / I_L + I_{z\max} = 1.9 \text{ V} / 121 \text{ mA} = 15.70 \Omega$$

$$R_{\max} = V_{AA} - V_z / I_L + I_{z\min} = 1.9 \text{ V} / 32.8 \text{ mA} = 57.92 \Omega$$

Para 10 Volts:

$$R_{\min} = V_{AA} - V_z / I_L + I_{z\max} = 4.9 \text{ V} / 121 \text{ mA} = 40.49 \Omega$$

$$R_{\max} = V_{AA} - V_z / I_L + I_{z\min} = 4.9 \text{ V} / 32.8 \text{ mA} = 149.30 \Omega$$



Elegir un valor comercial de resistencia que se encuentre entre esos valores.

$$47 \Omega$$

3. Con los valores calculados realizar la simulación en MULTISIM del circuito.

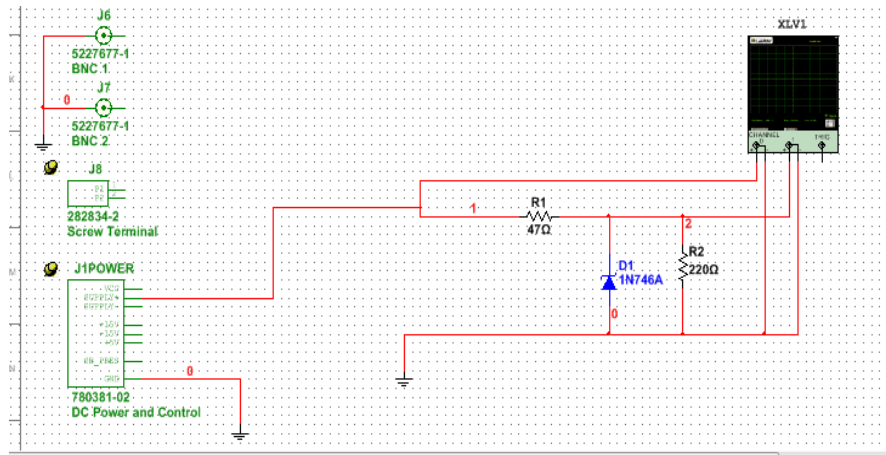


Figura 2.13 Simulación de circuito en Multisim.

4. Realizar el circuito ahora en la tarjeta NI ELVIS II.
5. Conectar los pines de la fuente variable de poder a la terminal de la resistencia R1.
6. Conectar las puntas del osciloscopio a la estación de trabajo.
7. Abrir NI ELVISmx Instrument Launcher
8. Ejecutar los instrumentos para Fuente de Voltaje Variable y Osciloscopio.
9. Realizar las mediciones.

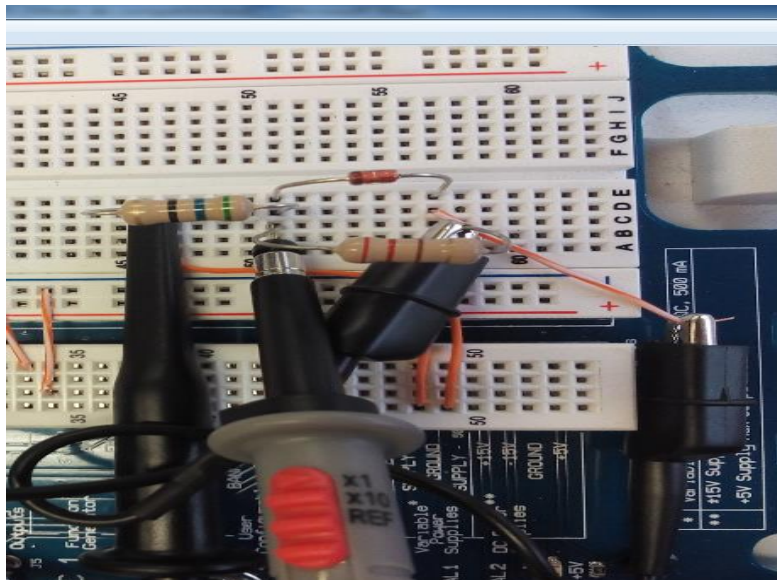
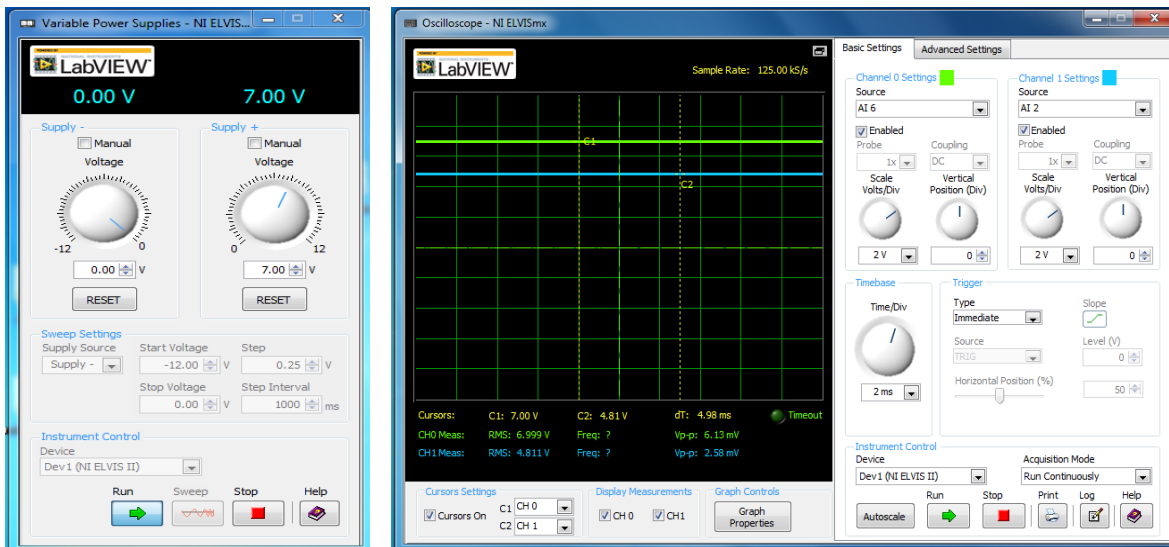


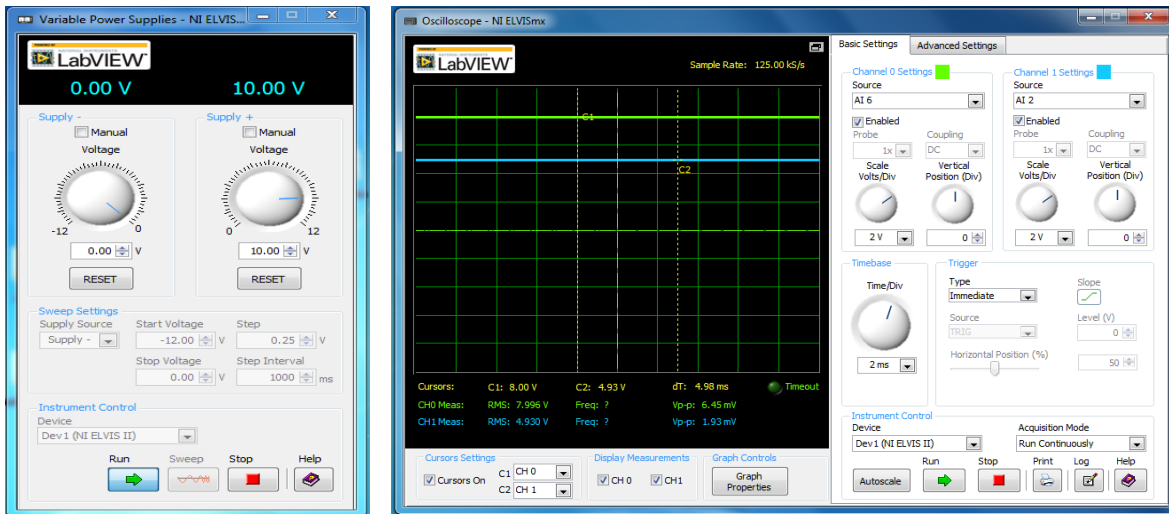
Figura 2.14 Regulador de voltaje con Zener.

2.4.5 Resultados

- Se logró llevar a cabo la práctica y se notó una ligera variación en los valores calculados versus los valores medidos.
- La regulación de voltaje que realizó el dispositivo Zener fue lo más óptima posible.
- La tarjeta NI ELVIS II redujo el tiempo de trabajo para la realización de esta práctica.



a)



b)

Figura 2.15 Resultados de la regulación con circuito Zener: Inciso a) Fuente a 7 Volts, b) Fuente a 10 Volts.

2.5 Práctica No. 4: Variación de voltaje de diodo por cambios en la temperatura

2.5.1 Introducción

La temperatura de la unión es la temperatura del diodo, exactamente en la unión pn. La temperatura ambiente es diferente. Es la temperatura del aire fuera del diodo. Cuando el diodo está conduciendo, la temperatura de la unión es más alta que la temperatura ambiente a causa del calor creado por la recombinación.

La barrera potencial depende de la temperatura de la unión. Un incremento en la temperatura de la unión crea más electrones libres y huecos en las regiones dopadas. Como estas cargas se difunden en la zona de deplexión, ésta se estrecha, lo que significa que hay menos barrera de potencial a temperaturas altas de la unión.

La relación $\Delta V/\Delta T$ representa el cambio en la tensión dividido por el cambio en la temperatura. Ahora podemos establecer una regla para estimar el cambio de la barrera de potencial: *la barrera de potencial de un diodo de silicio decrece 2mV por cada incremento de 1 grado Celsius.*

$$\Delta V/\Delta T = -2 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$$

2.5.2 Objetivos de la práctica

- Se desea diseñar un circuito que permita mantener una corriente fija de polarización del diodo y así poder observar la variación de su voltaje con respecto a la temperatura de la unión.
- Utilizar la plataforma ELVIS II para poder realizar la práctica en menor tiempo.

2.5.3 Materiales

- Circuito integrado TL082
- Potenciómetro de 100 K Ω
- Resistencia de 1 K Ω
- Diodo 1N4007
- Transistor BJT 2N2222

2.5.4 Desarrollo de la práctica

Para iniciar con la práctica se debe de realizar un circuito que ofrezca una corriente fija para la polarización del diodo. Se debe considerar que si la corriente del diodo se vuelve constante, la variación de voltaje dependerá de la temperatura de unión

Para fijar la corriente por el diodo, se utilizará una fuente de corriente. El circuito de la fuente de corriente es el siguiente:

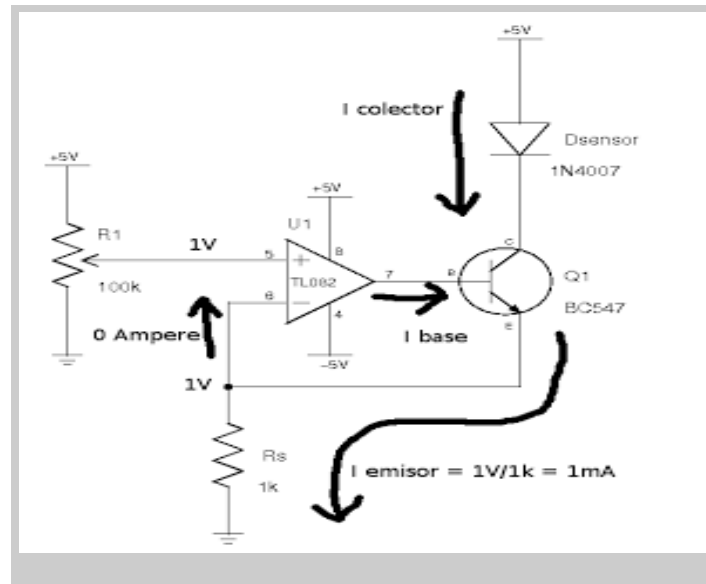


Figura 2.16 Circuito con fuente de corriente.

El divisor de tensión se ajusta para que el voltaje de la entrada no inversora del operacional sea de aproximadamente $V_{+}=1V$.

Si suponemos que el operacional se encuentra en la zona lineal, se tiene un cortocircuito virtual en su entrada que hace que sea $V_{-}=V_{+}=1V$.

Como a la entrada inversora del operacional no ingresa corriente, se tiene que la corriente por el emisor del transistor BJT es $I_E=V_{-}/R_s=1V/1k\Omega=1mA$.

Por otro lado, si el transistor está en la zona lineal, la corriente de base es $I_B=I_C/\beta$ donde β tiene un valor superior a 100. Esta última igualdad permite entonces despreciar a la corriente de base I_B frente a la corriente de colector I_C .

Con esto se tiene que la corriente de colector es aproximadamente la corriente de emisor $I_C=I_E=1mA$. Esta corriente de colector es la que va a estar circulando por el diodo. De esta forma, se logra fijar la corriente en el diodo.

1. Revisar la hoja de datos del dispositivo TL082 y sus conexiones.
2. Una vez que ya se tienen los cálculos y las consideraciones pertinentes se procede a realizar la simulación del circuito en MULTISIM y comprobar que la corriente de polarización sea fija.

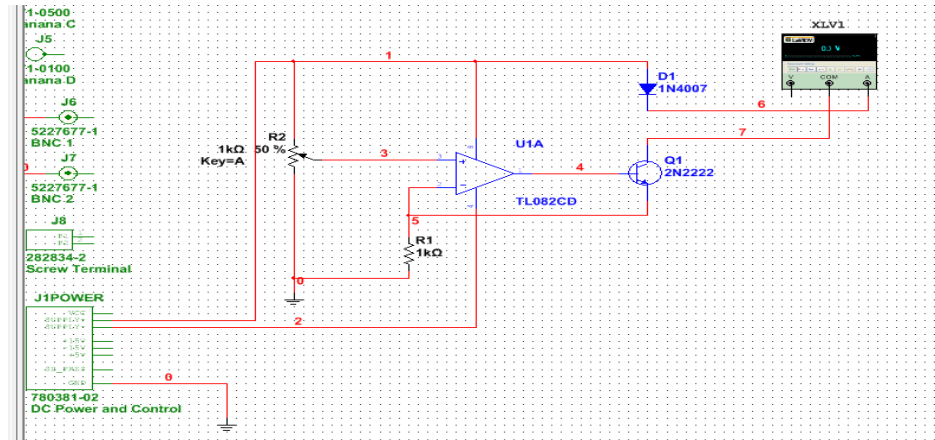


Figura 2.17 Circuito con corriente fija para polarización de diodo.

3. Realizar el circuito en la plataforma ELVIS II.
4. Conectar las fuentes variables para la alimentación del circuito insertando los pines correspondientes en cada terminal.
5. Para medir la corriente de polarización conectar la punta roja del Multímetro en la entrada "A" que se encuentra en el lado izquierdo de la estación de trabajo. Cuando se mida la variación de voltaje cambiar la misma punta, ahora a la entrada VΩ en el mismo lado de la estación.
6. Ejecutar NI ELVISmx Instrument Launcher.
7. Abrir el instrumento Fuentes Variables de Poder y ajustar las salidas a +5 V y -5 V.
8. Abrir el instrumento Multímetro y seleccionar la variable que se desea medir.
9. Realizar anotaciones.

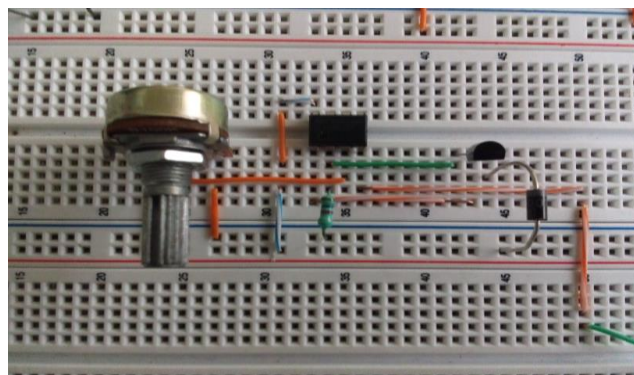


Figura 2.18 Circuito para polarización de diodo

2.5.5 Resultados

- En esta práctica se pudo observar como al exponer el diodo a cambios de temperatura, su voltaje en ambas terminales disminuye gradualmente, aproximadamente $\Delta V/\Delta T = -2 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$.
- Con el circuito de polarización se logró mantener estable la corriente de polarización del diodo.

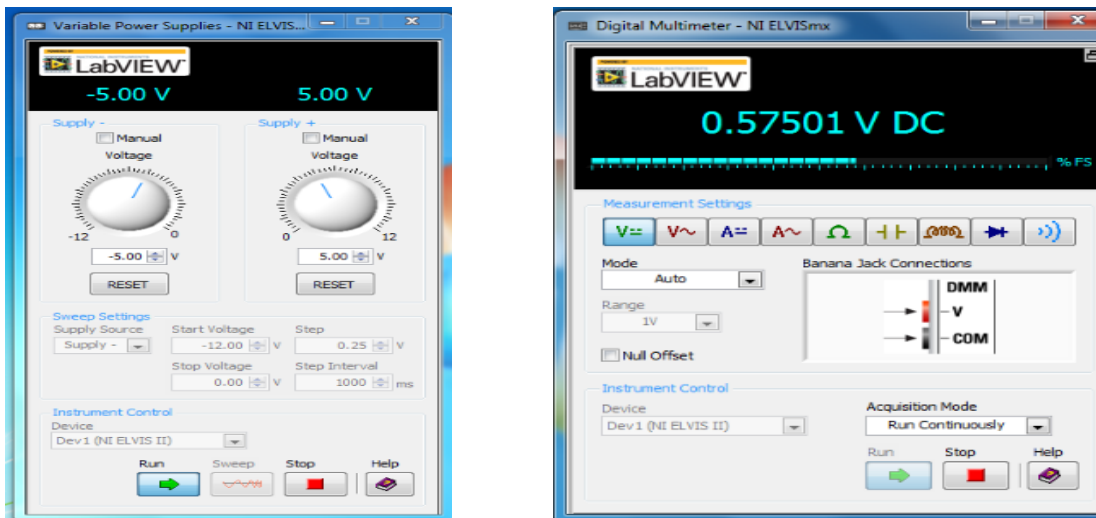


Figura 2.19 Valores para temperatura ambiente.

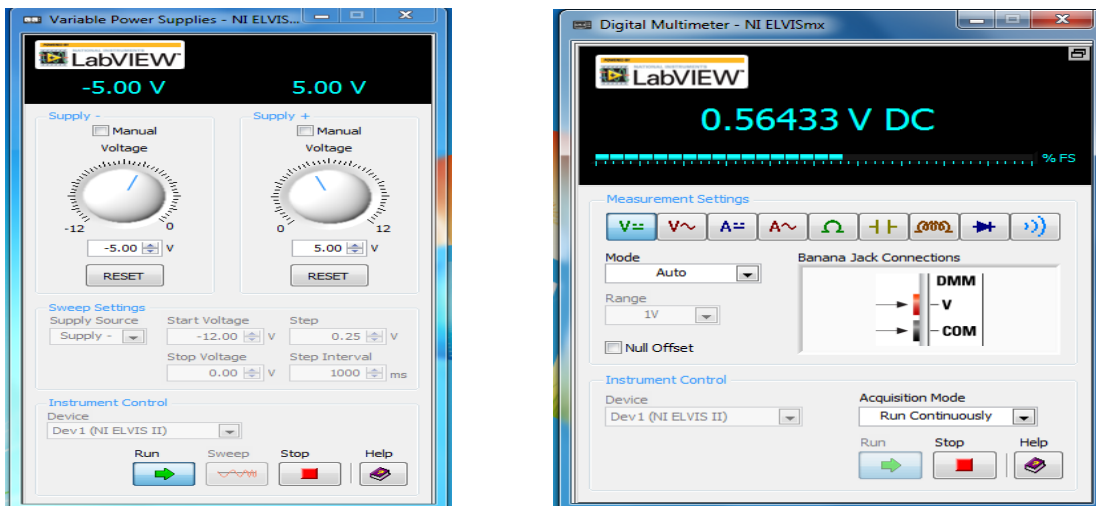


Figura 2.20 Valores para temperatura con incremento.

CAPITULO 3

Transistores BJT

3.1 Antecedentes históricos de los transistores.

En 1951 William Shockley invento el primer transistor de unión, un dispositivo semiconductor que permite amplificar señales electrónicas tales como señales de radio y televisión. El transistor ha llevado a muchas otras invenciones basadas en semiconductores, incluyendo el circuito integrado (CI), un pequeño dispositivo que contiene miles de transistores miniaturizados. Gracias a los CI son posibles las computadoras modernas y otros milagros electrónicos.

El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor utilizado para producir una señal de entrada, cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. Un transistor tiene tres zonas de dopaje. La zona inferior se denomina emisor, la zona central base y la zona superior colector. Existen dos tipos de transistores, los de tipo npn tienen una zona p entre dos zonas n. Los transistores también se construyen como dispositivos pnp, un transistor pnp tiene una zona n entre dos zonas p.

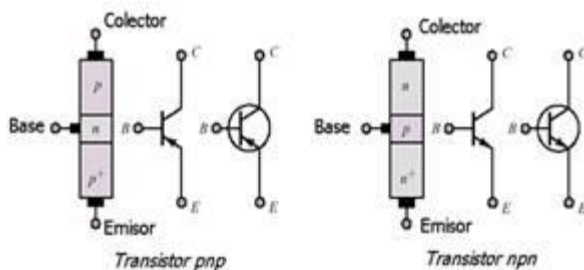


Figura 3.1 Transistores BJT PNP y NPN

Un diodo sin polarización es similar a dos diodos contrapuestos. Cada diodo tiene una barrera de potencial de 0,7 Volts, aproximadamente. Si se conectan fuentes de tensión externas para polarizar un transistor, se obtienen corrientes a través de las diferentes partes del transistor.

El emisor es la sección más fuertemente dopada, su función consiste en emitir o inyectar electrones libres a la base. La base ligeramente dopada también tiene un propósito bien definido: dejar pasar hacia el colector la mayor parte de los electrones inyectados por el emisor. El colector se llama así porque colecta o recoge la mayoría de

los electrones provenientes de la base. La figura 3.2 es la forma más habitual de polarizar un transistor. La fuente de la izquierda polariza directamente al diodo de emisor, mientras que la fuente de la derecha polariza inversamente el diodo de colector.

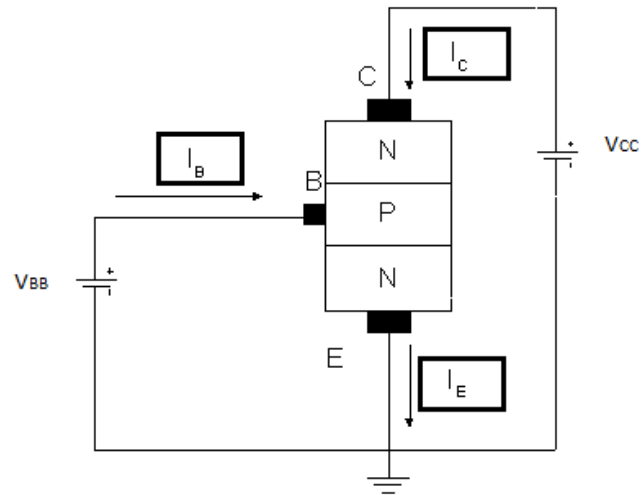


Figura 3.2 Polarización Básica del transistor NPN.

Hay tres corrientes distintas en el transistor (ver Figura 3.2): la corriente de emisor I_E , la corriente de base I_B y la corriente de colector I_C . Como el emisor es la fuente de electrones, su corriente es la mayor de las tres. Casi todos los electrones del emisor circulan hacia el colector, por tanto la corriente de colector es aproximadamente igual a la corriente de emisor. La corriente de base es muy pequeña comparativamente, a menudo menor que el 1 por 100 de la corriente de colector.

Recuérdese la ley de las corrientes de Kirchoff. Establece que la suma de todas las corrientes que entran a un nodo o unión es igual a la suma de todas las corrientes que salen de ese nodo o unión. Al aplicarse a un transistor, la ley de Kirchoff proporciona esta importante relación entre las tres corrientes del transistor:

$$I_E = I_C + I_B$$

Esta ecuación indica que la corriente de emisor es la suma de la corriente de colector y la corriente de base. Teniendo en cuenta que la corriente de base es mucho menor que la corriente de colector, se hace la siguiente aproximación:

$$I_E \approx I_C$$

Otro termino que es importante en el análisis de los transistores es “Alfa”. Alfa se define como la corriente continua de colector dividida por la corriente continua de emisor.

$$\alpha = I_C / I_E$$

Como la corriente de colector es casi igual que la corriente de emisor, alfa es ligeramente menor que 1. Así como alfa, existe otro término que relaciona la corriente de colector con la corriente de base, este es beta “ β ”. La beta de continua se define como la corriente de colector dividida por la corriente de la base.

$$B = I_C / I_E$$

Conociendo estos términos, ahora es posible realizar análisis y cálculos para comprender el funcionamiento de un transistor BJT, esto nos permitirá realizar diseños más adelante.

3.2 Práctica No. 5: Polarización del transistor BJT para región activa.

3.2.1 Introducción

La polarización del BJT se realiza mediante tensión continua y consiste en preparar el transistor para que trabaje en la región activa dentro de un circuito en el cual se le quiere utilizar. Se busca que a través del colector circule una cantidad de corriente I_C , y a su vez se obtenga una tensión entre el colector y el emisor V_{CE} para esa cantidad de corriente, a este procedimiento se le conoce como obtener el punto de operación o punto Q del transistor (Véase la Figura 3.3). La corriente I_C va a depender de la corriente de la base I_B que exista en la malla de entrada, esto porque $I_C = \beta * I_B$. El Voltaje colector-emisor (V_{CE}) dependerá de la malla de salida del circuito, para esto será de utilidad el uso de las curvas características y la ecuación de recta de carga.

Para realizar los circuitos de polarización del BJT es importante tener en cuenta siempre las siguientes características vistas anteriormente que son $I_C = \beta * I_B$, $I_E = I_C + I_B$ (para los cálculos se asume que $I_E \approx I_C$) esto porque I_B es muy pequeña en comparación con I_C , y además que la tensión base emisor $V_{BE} = 0,7V$.

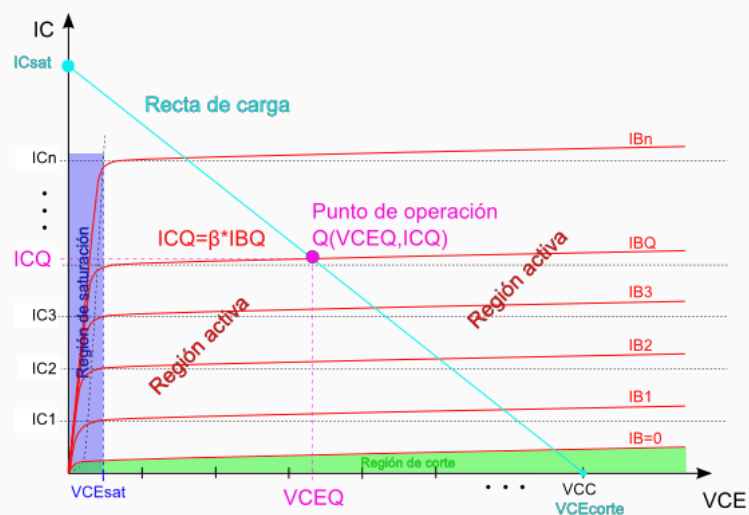


Figura 3.3 Curvas de operación y recta de carga de un circuito polarizado.

3.2.1.1 Polarizador Fija o en Emisor común

El arreglo para este tipo de polarización del BJT se muestra en la figura 3.4, éste circuito es el más sencillo de todos los circuitos de polarización. La resistencia R_C limita la corriente máxima que circula por el transistor cuando este se encuentra en saturación, mientras que la resistencia de base R_B regula la cantidad de corriente que ingresa a la base del transistor (I_B), la cual determina en que zona se polarizará el transistor (saturación, activa o corte).

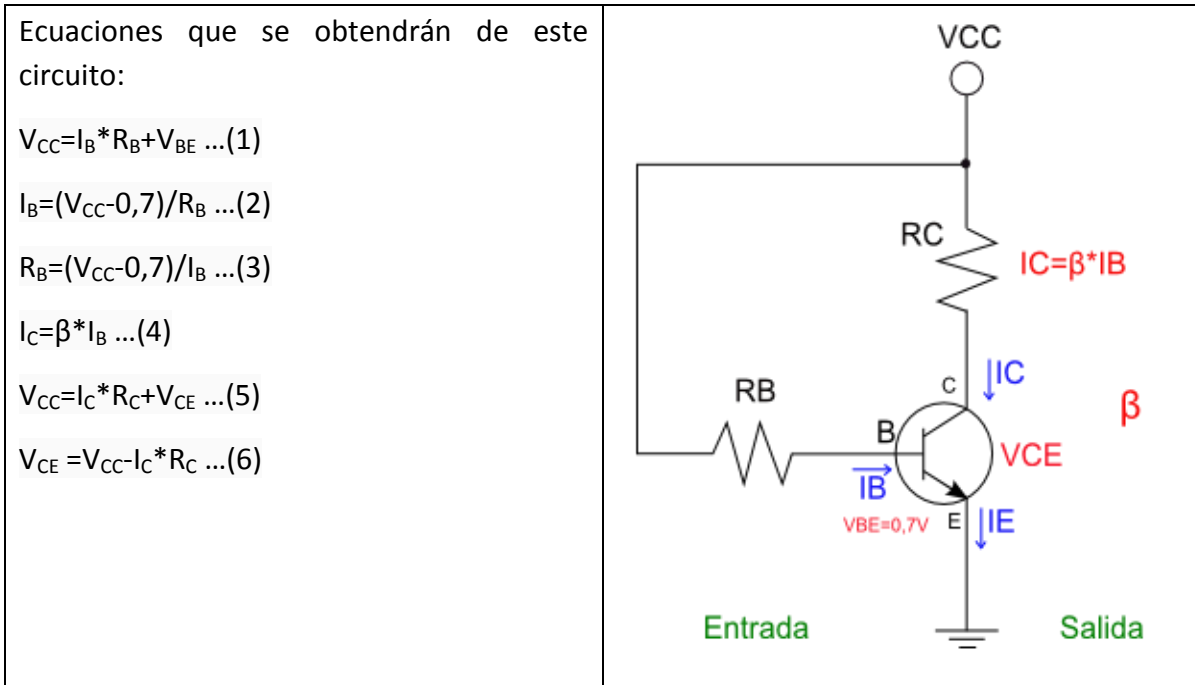


Figura 3.4 Circuito polarizado en emisor común

El diseño de este circuito debe seguir las siguientes indicaciones:

1. Establecer el voltaje V_{CC} que alimentará al circuito.
2. Conocer la β del transistor.
3. Para poder calcular los valores de las resistencias se debe de fijar el punto Q, o punto de operación del transistor, y una vez que se tenga definido proceder a los cálculos. Se recomienda que los valores que se fijen aquí deben encontrarse justo a la mitad de cada eje en la gráfica de operación del circuito (V_{CEQ} e I_{CQ}).
4. Resolver la malla de la base y el emisor y determinar la ecuación que defina a la corriente de la base I_B .
5. Determinar las resistencias resolviendo las mallas con las leyes de Kirchhoff.
6. Buscar valores comerciales más cercanos a los calculados.

3.2.1.2 Circuito polarizado con estabilizador de emisor

Con este circuito se desea estabilizar el punto de trabajo Q evitando desplazamiento de la recta de carga del dispositivo con respecto al circuito anterior. La mejora consiste en agregar una resistencia al emisor y contrarrestar los posibles cambios de voltaje y corriente que afectaran el punto Q.

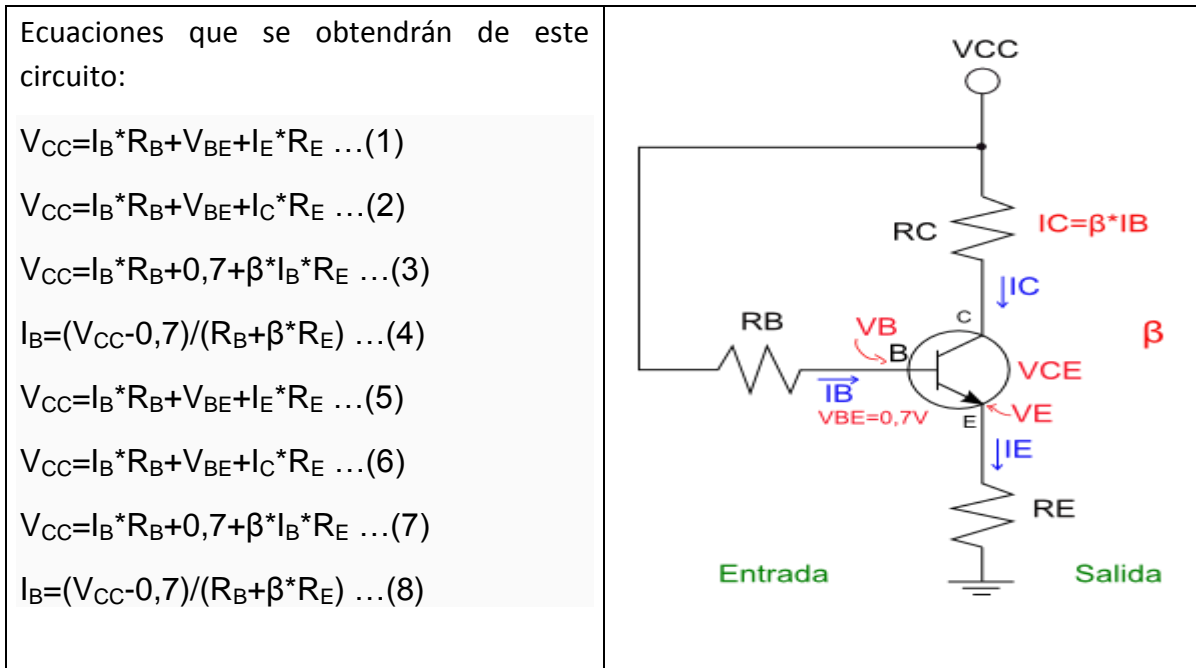


Figura 3.5 Circuito polarizado con estabilizador de emisor

Para diseñar este circuito se deben seguir las siguientes indicaciones y criterios de diseño:

1. Como primer criterio el voltaje en la resistencia de emisor (V_{RE}) debe ser menor o igual a la décima parte del voltaje de la fuente (V_{CC}), para los cálculos teóricos asumiremos la relación de igualdad, entonces: $V_{RE} = V_{CC}/10$.
2. Si además tenemos como dato el punto Q (V_{CEQ} y I_{CQ}), el beta del transistor (β) y las resistencias de base (R_B) y colector (R_C) anteriores, podemos hallar los nuevos valores R_B' y R_C' , así como R_E .
3. Sabemos que: $V_{RE} = I_{EQ} R_E$ además, $I_{EQ} = [(1+\beta)/\beta] I_{CQ}$ entonces, $R_E = [(b/1+b)] * (V_{CC}/10 I_{CQ})$
4. De la ecuación de la recta :

$$I_C = -[1/\{R_C' + [(1+\beta)/\beta] R_E\}] * V_{CE} + [1/\{R_C' + [(1+\beta)/\beta] R_E\}] * V_{CC}$$
5. Podemos concluir que para que se mantenga el mismo punto de trabajo, la pendiente no debe cambiar, por lo tanto se debe cumplir que:

$$R_C' + [(1+\beta)/\beta] R_E = R_C$$
de donde despejamos: $R_C' = R_C - [(1+\beta)/\beta] R_E$

6. Haciendo un análisis similar en la malla de entrada, podemos encontrar la siguiente relación: $R_B' = R_B - (1+\beta) \cdot R_E$

3.2.1.3 Circuito polarizado con divisor de tensión

Con este tipo de polarización la estabilidad del punto Q es mucho mejor, es decir, a medida que el transistor este trabajando, los valores de I_{CQ} , V_{CEQ} se mantendrán casi inalterables. Es por esta razón que este tipo de polarización es la más utilizada cuando se trata de diseñar un amplificador.

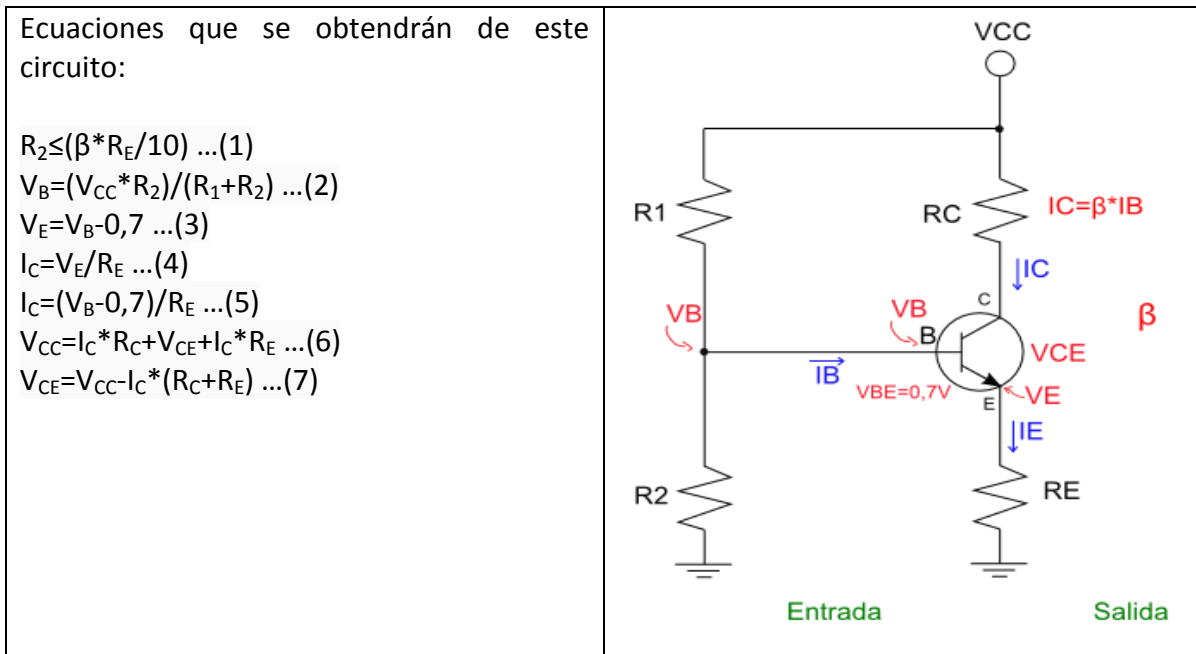


Figura 3.6 Circuito polarizado con divisor de voltaje.

El diseño de este circuito debe seguir los siguientes criterios:

1. La resistencia R_2 debe ser: $R_2 \leq (\beta \cdot R_E / 10)$.
2. El voltaje en el nodo B debe ser el voltaje V_{CC} por el divisor de voltaje de las resistencias R_1 y R_2 .
3. El voltaje de emisor debe ser una décima parte de V_{CC} .
4. Los valores de V_{CEQ} e I_{CQ} deben de ubicarse en la mitad de cada eje de la recta de carga.
5. Definir la corriente que habrá de pasar por el colector y a partir de eso determinar los valores de I_B , I_E , R_E , R_C , R_1 y R_2 .

3.2.2 Objetivos

- Con ayuda del NI ELVIS comprender el modo de operación en región activa del transistor BJT.
- Realizar tres circuitos polarizadores del BJT con sus cálculos respectivamente, comprobar las diferencias que existen entre cada uno por causa de los valores específicos del BJT 2N2222.

3.2.3 Materiales

- 3 Transistores 2N2222A
- Resistencia de 1 K Ω
- 3 Resistencia de 390 K Ω
- Resistencia de 180 K Ω
- 2 Resistencia de 100 Ω
- Resistencia de 10 K Ω
- Resistencia de 1.8 K Ω
- Plataforma NI ELVIS II
- Cable UTP y Pinzas de corte

3.2.4 Desarrollo de la práctica

1. Con base en la introducción de cada circuito de polarización calcular los valores de las resistencias para cada uno.
2. Realizar las simulación de los circuitos en MULTISIM

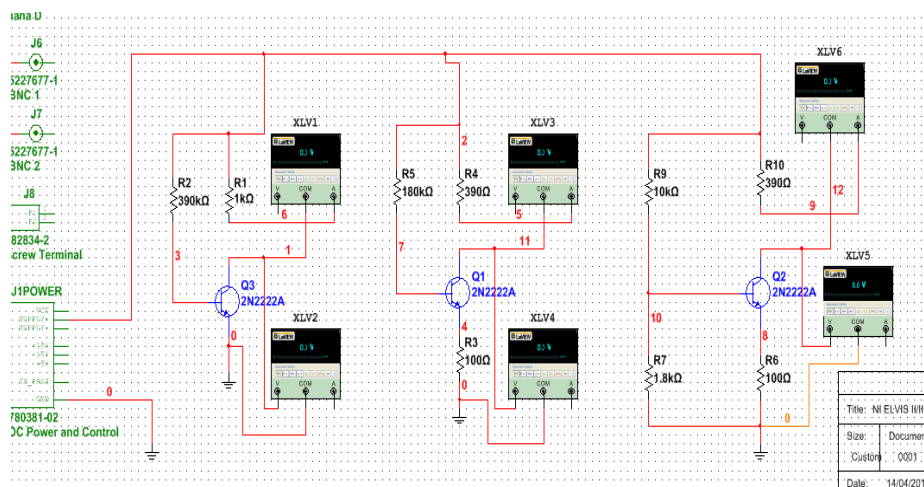
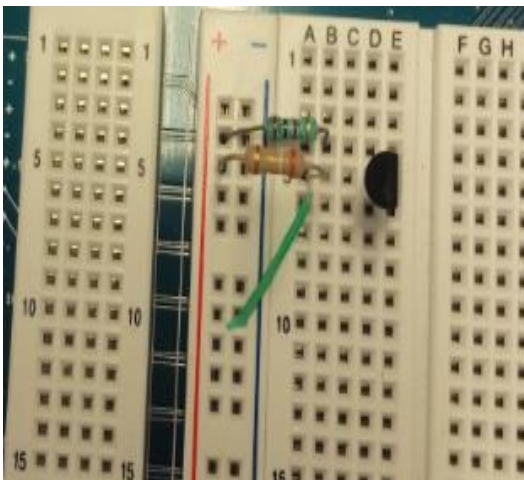
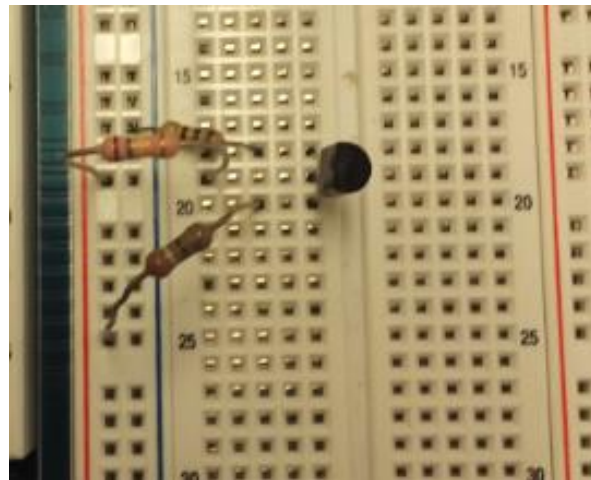


Figura 3.7 Simulación de circuitos de polarización.

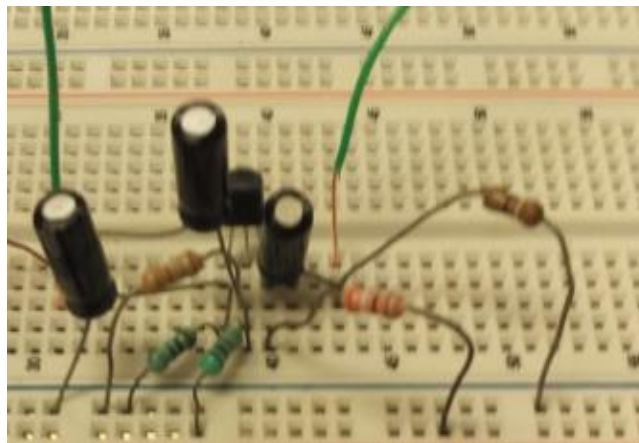
3. Armar cada uno de los circuitos de polarización.
4. Conectar los rieles de alimentación de los costados de los protoboard y puentear con la fuente de alimentación variable positiva.
5. Abrir NI ELVISmx Instrument Launcher.
6. Ejecutar los instrumentos Fuentes Variables de Poder y Multímetro.
7. Tener consideración al utilizar el Multímetro para medir corriente, ya que este cambia de puerto de conexión entre medidas de Voltaje y Corriente.
8. Realizar las mediciones y comparar con los valores calculados.



a)



b)

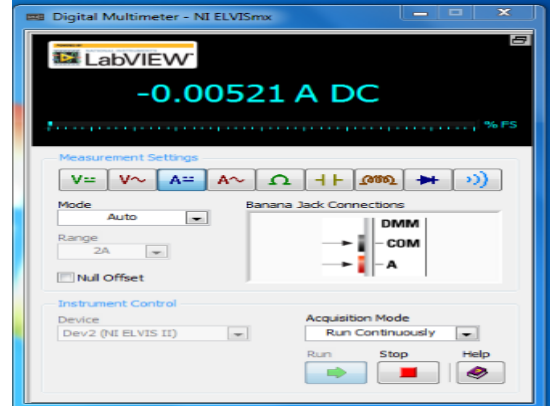
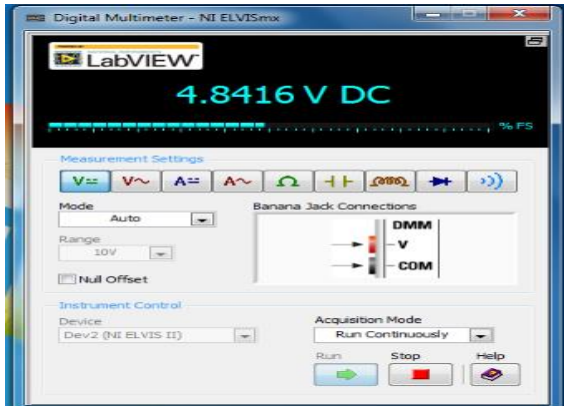


c)

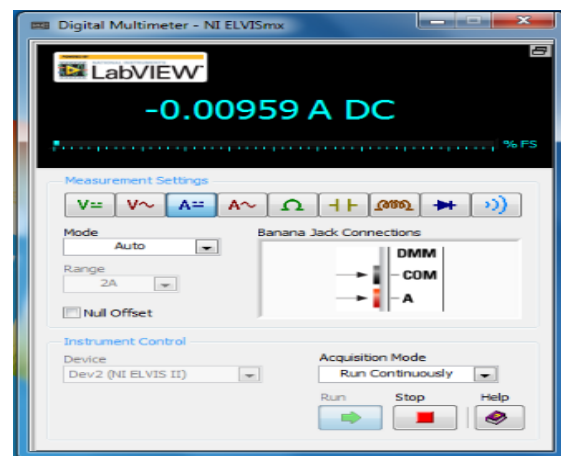
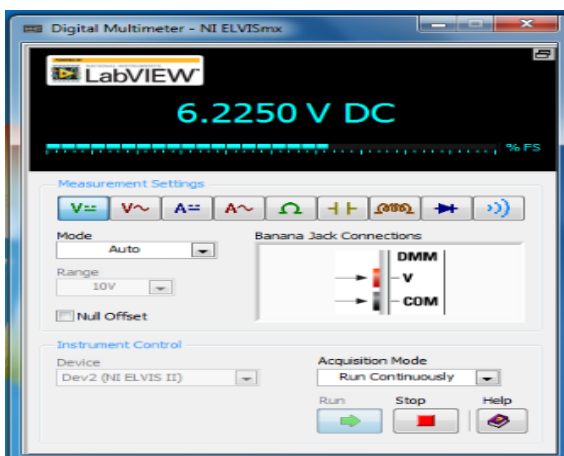
Figura 3.8 Circuitos de polarización

3.2.5 Resultados

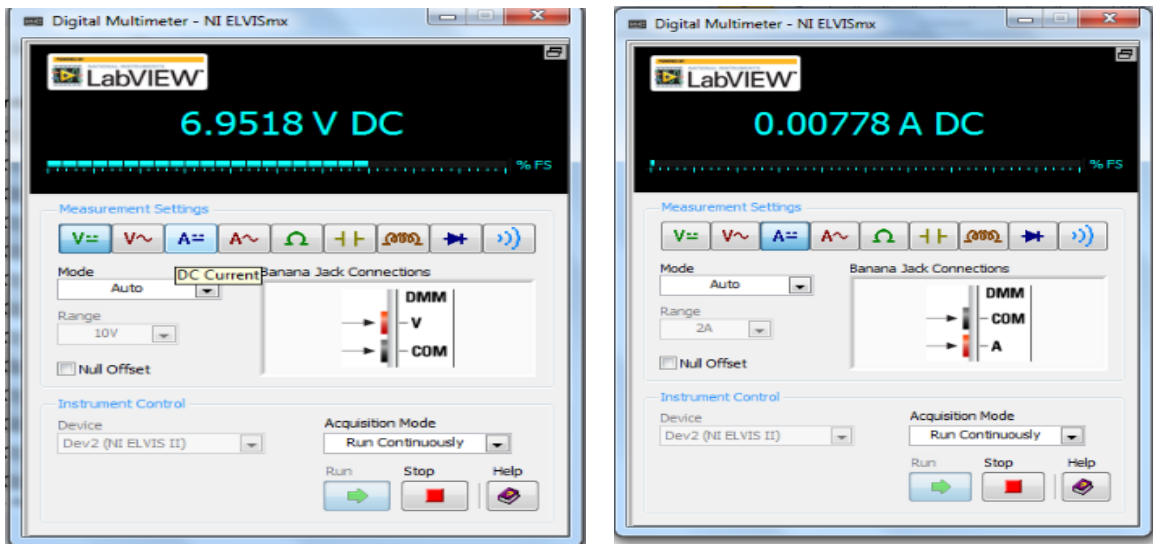
- Con ayuda del multímetro de la plataforma se realizaron las mediciones de los nodos de operación de cada circuito de polarización. Se observó que los primeros dos intentos de polarización (Inciso a y b de la Figura 3.8), tienen limitantes en cuanto a funcionamiento ya que no son capaces de mantener estable su punto de operación. El circuito que mejor responde a las necesidades de diseño es el circuito polarizador por divisor de tensión, éste ofrece mayor estabilidad en la conservación del punto de trabajo “Q” (Véase la figura 3.9).
- Como apoyo extra se hicieron análisis corriente-voltaje con el instrumento Analizador de $i-v$ para dispositivos de tres terminales, en los análisis se pueden observar las curvas de operación para cada circuito. En cada dispositivo se ajustó el instrumento a los datos calculados y en la figura 3.10 se observa un ejemplo.



a) Circuito polarizado: Emisor común



b) Circuito polarizado: Estabilizando al emisor



c) Circuito polarizado: Divisor de tensión

Figura 3.9 Resultados de Voltaje – Corriente de cada circuito.

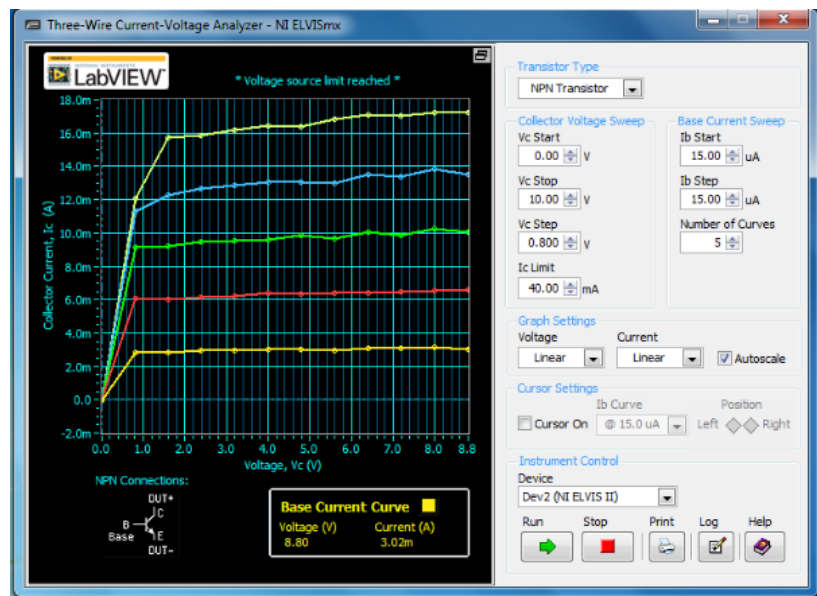


Figura 3.10 Analizador $i-v$ para Transistores.

3.3 Práctica No. 6: Amplificador a pequeña señal con circuito polarizado por divisor de tensión.

3.3.1 Introducción

El transistor BJT tiene dos áreas importantes de aplicación: como amplificador de señales y como interruptor de circuito digital. La base para la aplicación de amplificador es el hecho de que cuando el BJT opera en el modo activo, actúa como una fuente de corriente controlada por voltaje: los cambios en el voltaje base – emisor v_{BE} dan lugar a cambios a la corriente de colector i_C . Así que el modo activo del BJT se puede usar para poner en practica un amplificador de transconductancia. La amplificación de voltaje se obtiene al pasar la corriente del colector por una resistencia R_C .

En particular, se polariza el transistor para que opere a un voltaje base-emisor de DC V_{BE} y una corriente de colector DC correspondiente I_C . Luego se superpone la señal a simplificar, v_{be} , en el voltaje de DC V_{BE} . Al mantener la amplitud de señal en un segmento corto casi lineal v_{be} en un valor pequeño, se podrá restringir al transistor para que opere en un segmento corto casi lineal de la característica i_C - V_{BE} ; así, el cambio en la corriente del colector, i_c , estará relacionado linealmente con v_{be} .

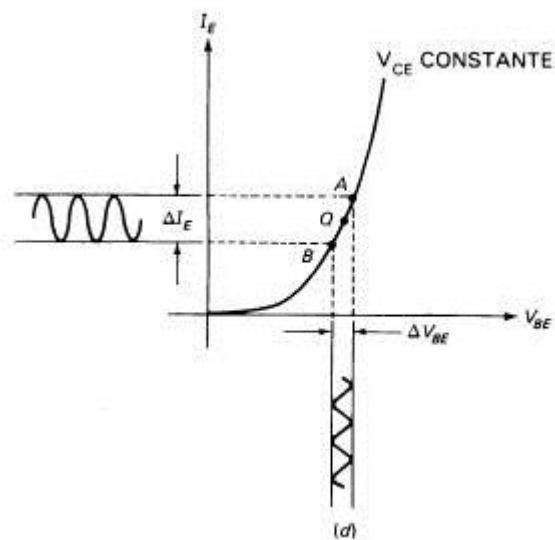


Figura 3.11 Característica de transferencia de un amplificador a pequeña señal.

Del circuito polarizador de transistor con divisor de voltaje, visto en la práctica anterior, tomaremos su análisis de corriente en DC para poder realizar su análisis en AC. Tomemos en cuenta que este circuito se escogió por ser el que mejor operación presentaba con respecto a la inestabilidad en valores que otros tenían.

3.3.1.1 Análisis del circuito en AC

Iniciando con el circuito en DC que se había diseñado antes pasaremos a su análisis en AC para poder encontrar los valores que se necesitan para su diseño a pequeña señal.

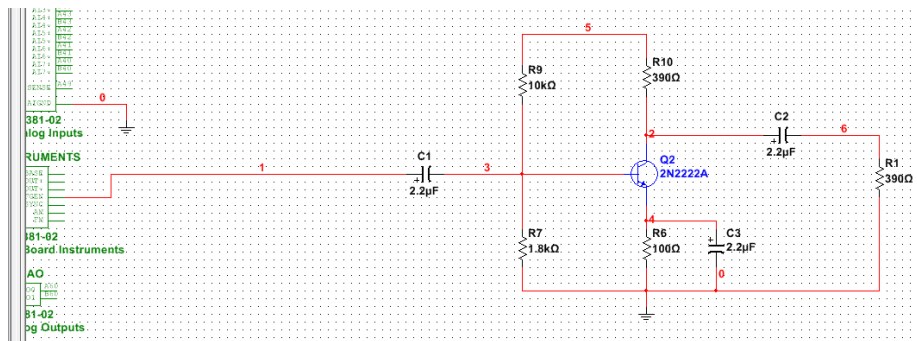


Figura 3.12 Circuito Amplificador con divisor de tensión.

1. Procedemos a reconstruir el circuito pero ahora para cuestiones de Corriente Alterna quedando como en la imagen de la siguiente figura.

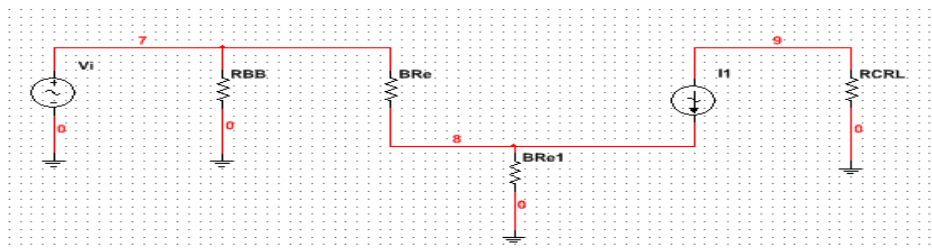


Figura 3.13 Modelo a pequeña señal del circuito amplificador.

2. Hecho esto procedemos a encontrar r_e .

$$r_e = 25\text{mV} / I_E = 2.5 \Omega$$

3. Ahora con un análisis hecho a la malla de la base se obtiene i_b .

$$i_b = V_{in} / \beta r_e + \beta R_{E1}$$

4. Se procede a obtener V_{out} haciendo un análisis de la malla de salida del circuito.

$$V_{out} = - (V_{in} / r_e + R_{E1}) (R_C || R_L)$$

5. De la fórmula anterior y despejando se obtiene la ganancia que se expresa:

$$A_V = V_{out} / V_{in} = - (R_C || R_L) / (r_e + R_{E1})$$

$$A_V = 10.51$$

6. Con este último resultado hacemos las pruebas y comprobamos si nuestro circuito obedece las reglas de diseño que planteamos.

3.3.2 Objetivos

- Con los cálculos estimados diseñar un amplificador y con ayuda del NI ELVIS II realizar las pruebas.
- Demostrar que la mayor estabilidad de circuitos polarizados se logra con un divisor de tensión.

3.3.3 Materiales

- Transistor 2N2222A
- 2 Resistencias de 390 Ω
- Resistencia de 10 K Ω
- Resistencia de 1.8 K Ω
- Resistencia de 100 Ω
- Capacitores de 2.2 μ F
- Cable UTP y pinzas de corte
- Tarjeta NI ELVIS II.

3.3.4 Desarrollo de la práctica

1. Realizar la simulación para el circuito como se muestra en la figura 3.12 en MULTISIM.
2. Armar en la plataforma NI ELVIS II el circuito del amplificador a pequeña señal.
3. Conectar la punta del generador de funciones a la terminal positiva del capacitor C1.
4. Conectar las puntas del osciloscopio a la entrada de la señal y a la resistencia de carga del amplificador.

5. Iniciar NI ELVISmx Instrument Launcher.
6. Ejecutar el generador de funciones y el osciloscopio para realizar las medidas pertinentes.

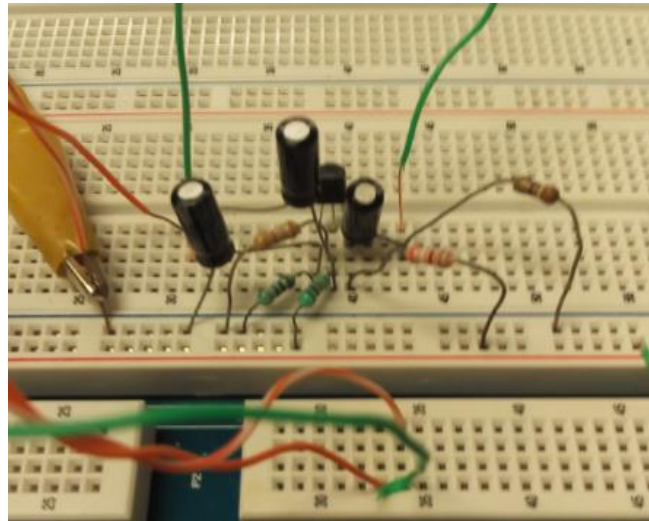


Figura 3.14 Circuito amplificador.

3.3.5 Resultados

- La señal de entrada que se introdujo al amplificador fue aproximada a 200 mVp-p, como la señal más pequeña proporcionada por el Generador de Funciones. En la gráfica del osciloscopio se observará la amplificación que sufre la señal y la distorsión que la envuelve debido a la resistencia de la fuente y las altas frecuencias.

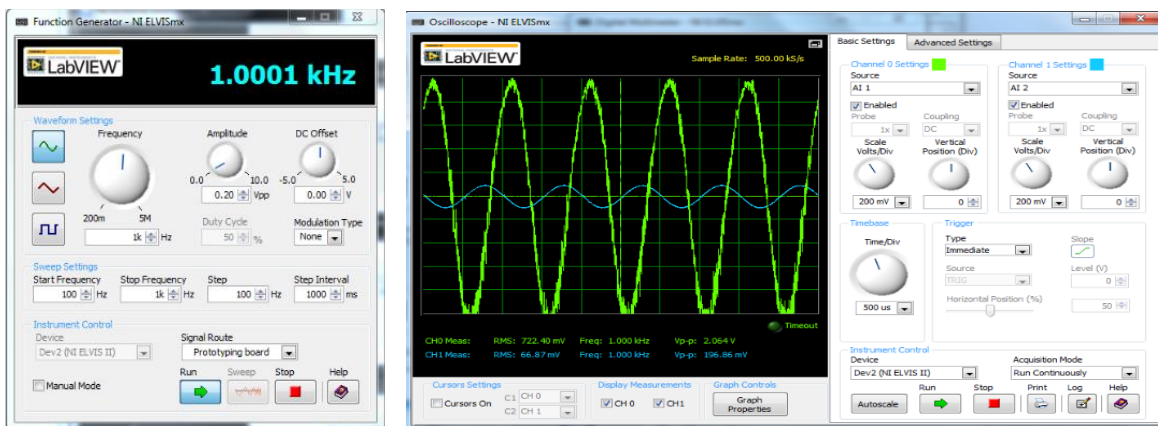


Figura 3.15 Resultado de la señal amplificada.

3.4 Práctica No. 7: Amplificador diferencial

3.4.1 Introducción

El amplificador diferencial (AD) es un circuito pensado para amplificar la diferencia de dos señales.

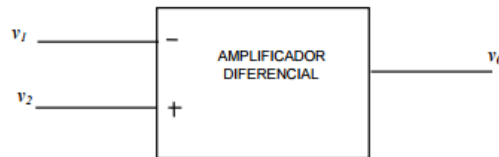


Figura 3.16 Esquema de un amplificador diferencial.

Si se supone el AD representado por el bloque de la figura 3.16, donde se identifican dos entradas, una de ellas definida como inversora (-) y la otra como no inversora (+), y una salida, todas ellas referidas a una masa común, y se excitan las entradas con dos señales cualesquiera (v_1 y v_2), es posible diferenciar:

- Una señal de entrada diferencial (v_{iD}) definida como la diferencia entre la señal aplicada a la entrada inversora, $v_i(-)$ y la señal aplicada a la entrada no inversora, $v_i(+)$:

$$v_{iD} = v_{i(-)} - v_{i(+)} = v_1 - v_2$$

- una señal de entrada a modo común (v_{iC}) definida como la semisuma de las dos entradas:

$$v_{iC} = \frac{v_{i(-)} + v_{i(+)}}{2} = \frac{v_1 + v_2}{2}$$

en consecuencia, es posible expresar:

$$v_1 = v_{iC} + \frac{v_{iD}}{2} \qquad v_2 = v_{iC} - \frac{v_{iD}}{2}$$

Si el circuito es lineal, la salida (v_o) puede expresarse también en función de dos componentes, una a modo común (v_{oC}) y otra a modo diferencial (v_{oD}):

$$v_o = v_{oDS} + v_{oC} = -|A_{vDS}| v_{iD} + A_{vC} v_{iC}$$

dónde:

A_{vDS} : ganancia a modo diferencial simple, o sea, la relación entre la salida y la entrada diferencial, cuando la excitación a modo común es nula.

$$|A_{vDS}| = \left| \frac{v_{oDS}}{v_{iD}} \right|$$

A_{vC} : ganancia a modo común, relación entre la salida y la entrada a modo común cuando ésta es la única excitación del circuito.

$$A_{vC} = \frac{v_{oC}}{v_{iC}}$$

El amplificador diferencial ideal es aquel que a la salida tiene sólo presente la componente diferencial, o sea que rechaza las señales a modo común (ganancia a modo común nula) amplificando sólo las señales a modo diferencial.

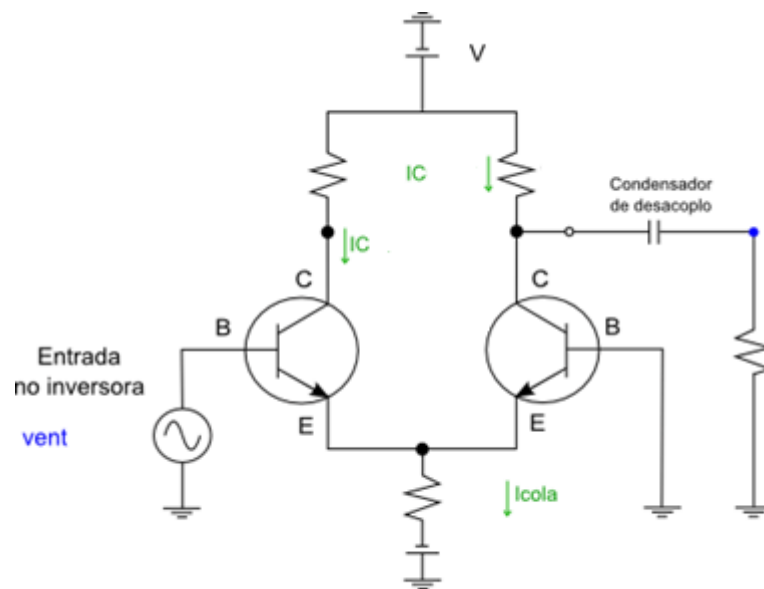


Figura 3.17 Amplificador diferencial

3.4.2 Objetivos

- Diferenciar las características que otorga este diseño con respecto al amplificador a pequeña señal, utilizando el ELVIS II comprender el funcionamiento del circuito.
- Familiarizarse con el uso de transistores BJT conociendo sus aplicaciones.

3.4.3 Materiales

- 2 Transistores 2N2222A
- 2 Resistencias de 4.7 K Ω
- 2 Resistencias de 330 Ω
- Resistencia de 3.3 K Ω
- Resistencia de 1 M Ω

3.4.4 Desarrollo de la práctica

Para el diseño del circuito considerar los siguientes cálculos:

1. Establecer el Voltaje de entrada de la señal que amplificaremos y el Voltaje de salida que se mostrará amplificado.

$$V_{ent}=200 \text{ mV y } V_{sal}=2 \text{ V}$$

2. Determinar la ganancia con estos dos valores:

$$Av= V_{ent} / V_{sal} = 100$$

3. Considerando que:

$$Av = Rc / 2r_e' \quad r_e' = 25 \text{ mV} / I_c$$

Combinamos ambas fórmulas obtenemos que:

$$I_c Rc = 5 \text{ V}$$

4. Determinar la I_{CQ} con la que trabajará el colector, ésta la definimos nosotros y la valoramos en 1mA. Ahora se determina Rc.

$$Rc = 5 \text{ K}\Omega$$

5. Con el valor de Rc ahora obtenemos el valor de r_e'

$$r_e' = Rc / Av = 25 \Omega$$

6. Con un multímetro que tenga la opción de medir beta, hacemos medición de la beta de nuestros transistores y promediamos sus valores para tomar en cuenta durante los cálculos ese valor.

$$\beta = 205$$

7. Calcular la impedancia de entrada con los nuevos valores.

$$Z_{ent} = 2 \beta r_e' = 10,2 \text{ k}\Omega$$

8. Establecer V_{CEQ} y ya establecido encontrar V_{CC} .

$$V_{CEQ} = V_{CC} + 0,7 \text{ V} - I_C R_C, V_{CEQ} = 2,7 \text{ V}$$

$$V_{CC} = 7 \text{ V}$$

9. Calcular la I_{cola} para obtener la resistencia de emisor:

$$I_{cola} = 2 I_E = 2 I_C = 2 \text{ mA}$$

$$R_E = V_{EE} - 0,7 \text{ V} / 2 \text{ mA} = 3,15 \text{ k}\Omega$$

10. Realizar el circuito y comprobar cálculos realizando mediciones en los nodos correspondientes.

Una vez concluido el diseño, seguir los siguientes puntos para la conclusión de la práctica:

1. Simular el circuito de la figura 3.17 en Multisim.

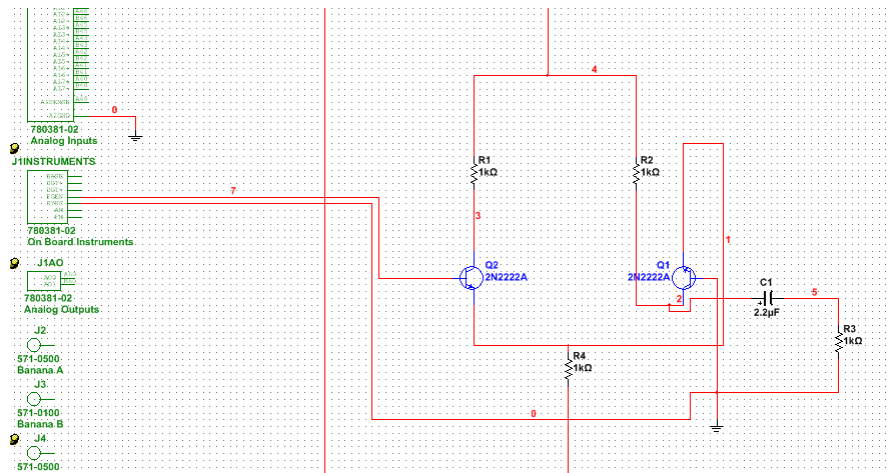


Figura 3.18 Simulación de amplificador diferencial.

2. Armar en la estación ELVIS II el circuito amplificador.
3. Conectar las fuentes Variables de poder.
4. Conectar la punta del generador de funciones y configurar el instrumento para las mediciones.
5. Ejecutar NI ELVISmx Instrument Launcher.

6. Abrir el Generador de Funciones y las Fuentes Variables de Poder.
7. Hacer las mediciones del circuito.
8. Comparar resultados con los cálculos y la simulación.

3.4.5 Resultados

- Este circuito elimina el punto flotante que normalmente existen en las señales que se miden normalmente, se comprobó la amplificación con una ganancia de casi 100 unidades. Al observar la figura 3.19, se apreciará que el Voltaje pico a pico de la señal es de alrededor de 32 mV (senoide azul); por otro lado la senoide de salida (color verde), muestra una amplitud de 1,5 V que aproximan a los cálculos predichos anteriormente. Como variación, contemple que las betas de ambos dispositivos varían en alrededor de 10 a 15 % entre ambos.
- NI ELVIS facilito la conclusión de esta práctica al contener todos los instrumentos necesarios para su realización. Un ejemplo es que nos permite tomar medidas de intensidad y voltaje sin necesidad de utilizar otro equipo (Véase la figura 3.21).

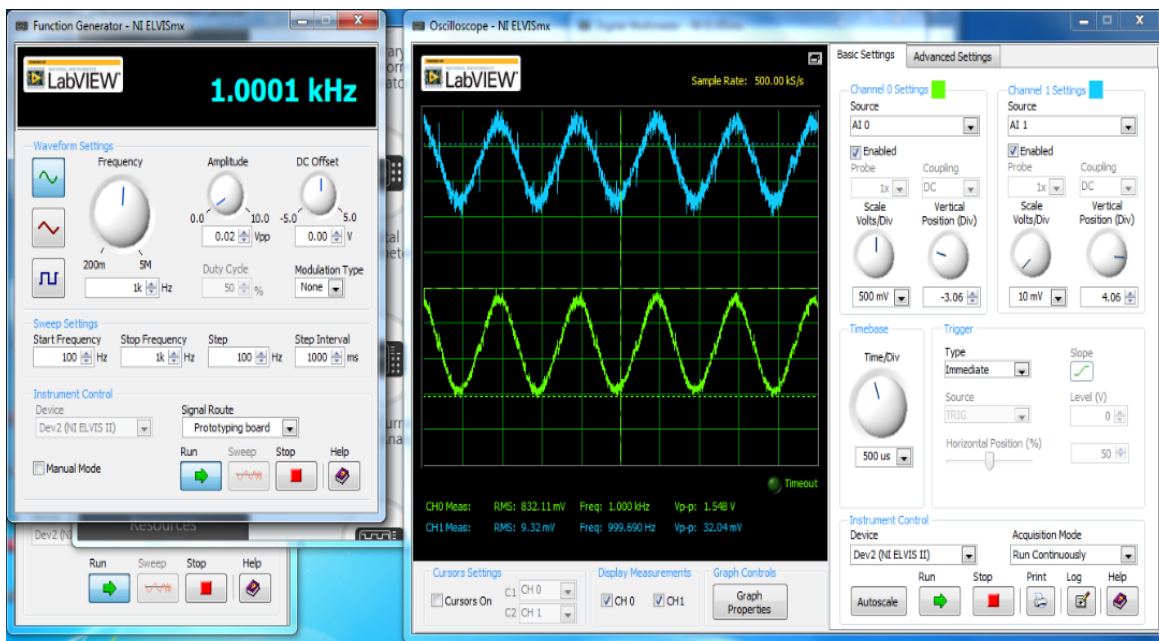


Figura 3.19 Amplificación de la señal.

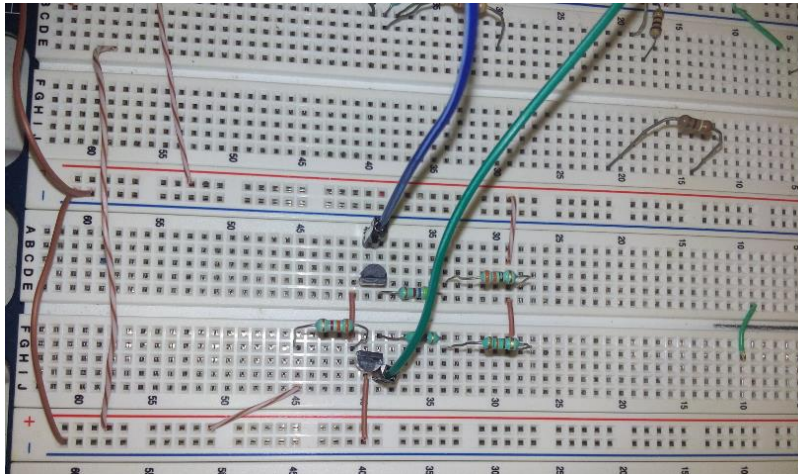


Figura 3.20 Implementación del circuito.

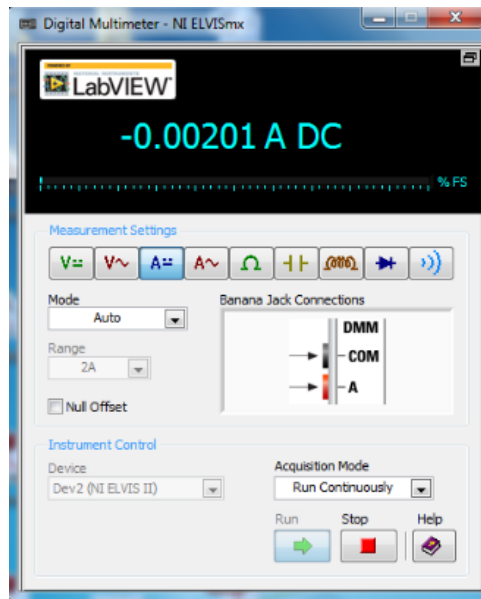


Figura 3.21 Medición de I_c del amplificador diferencial

CAPITULO 4

Transistores JFET

4.1 Antecedentes

El **JFET** (Junction Field-Effect Transistor, en español transistor de efecto de campo de juntura o unión) es un tipo de dispositivo electrónico de tres terminales que puede ser usado como interruptor electrónicamente controlado, amplificador o resistencia controlada por voltaje. Posee tres terminales, comúnmente llamados **drenaje (D)**, **puerta o compuerta (G)** y **fuelle (S)**.

A diferencia del transistor de unión bipolar el JFET, al ser un dispositivo controlado por un voltaje de entrada, no necesita de corriente de polarización. La carga eléctrica fluye a través de un canal semiconductor (de tipo N o P) que se halla entre el drenaje y la fuente. Aplicando una tensión eléctrica inversa al terminal de puerta, el canal se "estrecha" de modo que ofrece resistencia al paso de la corriente eléctrica. Un JFET conduce entre los terminales D y S cuando la tensión entre los terminales G y S (V_{GS}) es igual a cero (región de saturación), pero cuando esta tensión aumenta en módulo y con la polaridad adecuada, la resistencia entre los terminales D y S crece, entrando así en la región óhmica, hasta determinado límite cuando deja de conducir y entra en corte. La gráfica de la tensión entre los terminales D y S (V_{DS}) en el eje horizontal contra la corriente del terminal D (I_D o corriente de drenaje) es una curva característica y propia de cada JFET.

Un JFET tiene una gran impedancia de entrada (que se halla frecuentemente en el orden de 10^{10} ohmios), lo cual significa que tiene un efecto despreciable respecto a los componentes o circuitos externos conectados a su terminal de puerta.

4.1.1 Ecuación de entrada

Mediante la gráfica de entrada del transistor también llamada *Curva característica de transferencia universal*, a la izquierda de la figura adjunta, se pueden deducir las expresiones analíticas que permiten analizar matemáticamente el funcionamiento de este. Así, existen diferentes expresiones para las distintas zonas de funcionamiento.

En la región activa del JFET, siempre que la tensión entre puerta y fuente V_{GS} sea menor que el módulo de la tensión de estrangulamiento o estricción, en la cual el JFET cae en la zona de saturación, V_p también llamada $V_{GS(off)}$, la curva de valores límite de I_D viene dada por la expresión:

$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2$$

Los puntos incluidos en esta curva representan la corriente I_D y la tensión V_{GS} en la zona de saturación, mientras que los puntos del área bajo la curva representan la zona óhmica. Si $|V_{GS}| > |V_p|$ (zona de corte) la corriente de drenaje es cero ($I_D=0$).

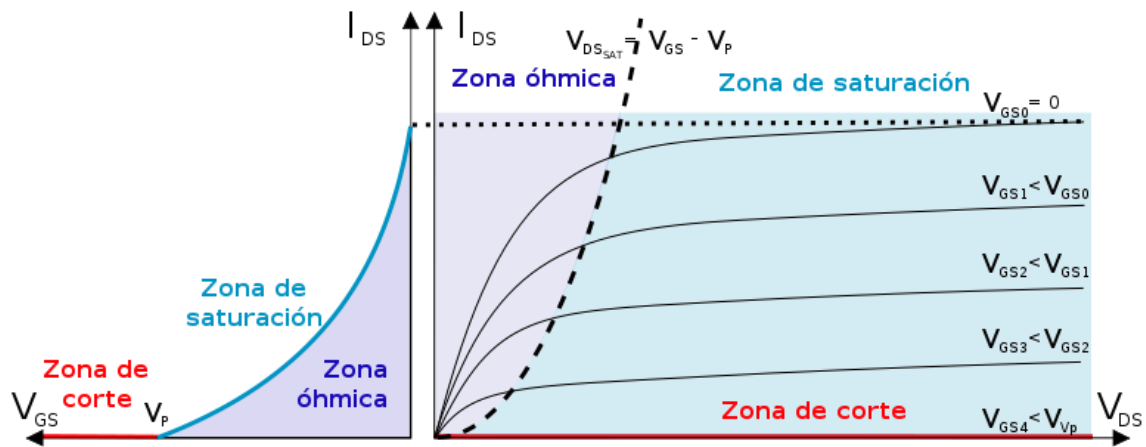


Figura 4.1 Curvas características del JFET.

Conclusiones

La culminación de este manual de prácticas analógicas utilizando la plataforma NI ELVIS II concreto los objetivos que se plantearon de inicio en este proyecto, destaca:

- Se logró elaborar un manual que será de fácil acceso y comprensión para los alumnos que cursan la carrera Ingeniería en Instrumentación Electrónica. Servirá para sentar las bases en el uso de la plataforma, así como las medidas de seguridad y cuidados que la plataforma requiere.
- Presentar un conjunto de 9 prácticas más representativas de los dispositivos semiconductores con los criterios de diseño y resultados de experimentación pertinentes para cada una de ellas.

Al finalizar este proyecto, queda demostrado que NI ELVIS es el equipo idóneo para la realización de prácticas, digitales como analógicas. Las características que ofrece la plataforma son de gran ayuda a la hora de realizar experimentos, ofrece una gran variedad de instrumentos en un espacio compacto y cómodo para trabajar. La distribución de la plataforma permite que las prácticas se realicen en menor tiempo, dejando mucho más espacio para la investigación y experimentación. Con tan solo usar la plataforma ELVIS el estudiante tiene a su alcance una herramienta con el equipo necesario para realizar prácticas básicas y avanzadas de electrónica. Las ventajas de poder guardar gráficas de las mediciones mostradas en pantalla, sumado a la capacidad de guardar archivos de medición de datos, hacen del NI ELVIS II el equipo más completo y necesario para todo laboratorio de electrónica.

La falta de más equipo ELVIS dentro de la facultad es una limitante para que más alumnos aprendan y conozcan las características con las que cuenta la plataforma, en el laboratorio solo hay cinco en existencia, lo que hace complejo que docentes puedan incluirlas en sus prácticas de laboratorio. Comparando la relación costo – beneficio, resalta que la compra de equipo como osciloscopio, generadores de funciones, multímetros o fuentes, por separado, excede el costo de la tarjeta ELVIS la cual tiene un costo de \$51,000.00 MXN. Si bien el NI ELVIS tiene limitaciones con sus instrumentos por la potencia y resolución en algunos instrumentos, esto abre una puerta al uso de software compatible con la plataforma como Multisim y LabVIEW, con esto las prácticas adquieren un carácter mucho más detallado para su análisis.

NI ELVIS II es una herramienta de gran ayuda para el aprendizaje de electrónica, sus campos de aplicación en áreas como Telecomunicaciones, Bioinstrumentación o Sistemas de Control quedan a la espera para trabajos de investigación futuros.

ANEXO 1. Instalación de LabVIEW

1. Inicie Windows como administrador o como usuario con privilegios de administrador.
2. Deshabilite cualquier programa de detección automática de virus antes de instalar. Algunos programas de detección de virus pueden interferir con la instalación.
3. Inserte el Disco 1 de los DVD's de la Plataforma de LabVIEW 2010, busque en la unidad del DVD y haga doble clic en "setup.exe". Haga clic en Next para comenzar.



Figura 1. Instalador del DVD de la Plataforma de LabVIEW.

4. Seleccione si desea introducir los números de serie para instalar productos que ha comprado o si desea instalar el software en modo de evaluación. Si escoge introducir los números de serie, el instalador puede seleccionar el software adecuado para usted.

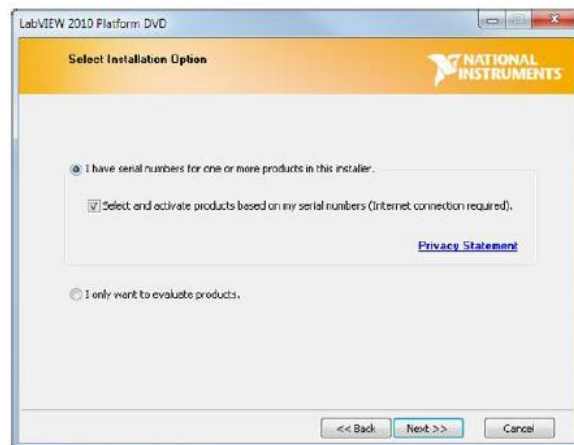


Figura 2. Escoja instalar y activar los productos comprados o instalar en modo de evaluación.

5. Proporcione los números de serie para el sistema de desarrollo de LabVIEW que compró. Si tiene los números de serie para los complementos de LabVIEW, como módulos y juegos de herramientas, también los puede proporcionar ahora.

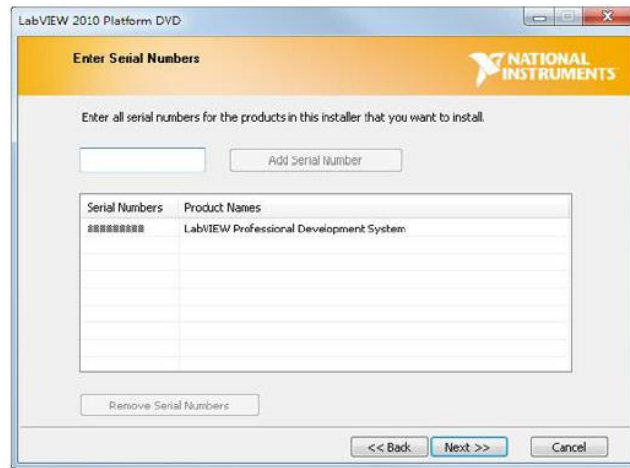


Figura 3. Proporcione los números de serie de los productos comprados que desea instalar.

6. Vea la Lista de Productos Autorizados para el entorno de LabVIEW, módulos y juegos de herramientas de los que tiene licencias válidas, además de controladores de dispositivos. Todos serán seleccionados de forma predeterminada, pero puede elegir no instalar algún producto en la lista si así lo desea.

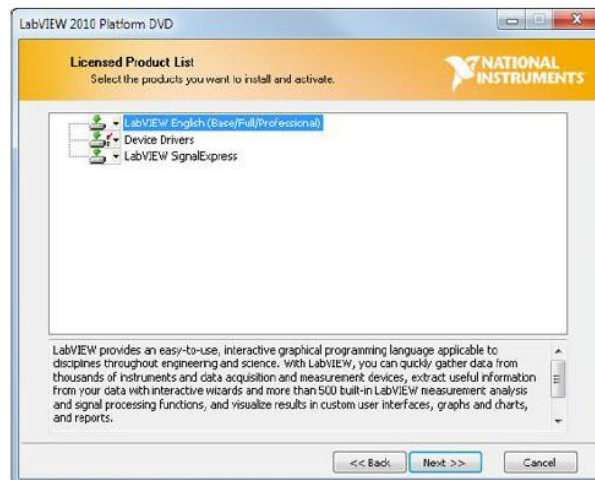


Figura 4. Lista de Productos Autorizados del DVD de la Plataforma de LabVIEW.

7. Revise la Lista de Productos para Evaluación y seleccione cualquier producto adicional (módulos y juegos de herramientas) que desea instalar y evaluar. Para cada producto, debe seleccionar “Instalar” para disminuir la interacción del usuario o “Instalación Personalizada” para configurar su instalación más adelante.

8. También debe de seleccionar NI Multisim, porque es el simulador que trae incluidos los instrumentos virtuales del NI ELVIS II.

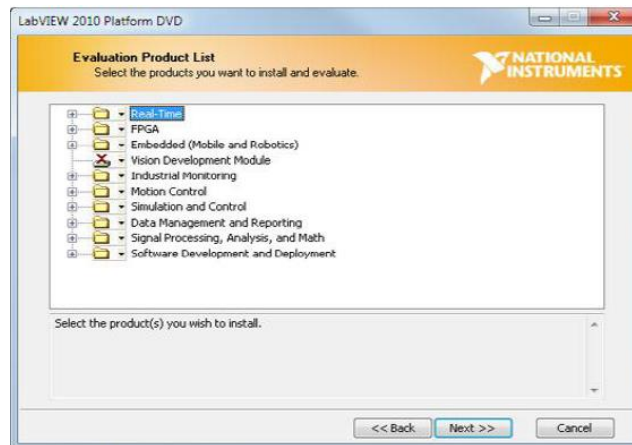


Figura 5. Lista de Productos para Evaluación del DVD de la Plataforma de LabVIEW.

9. El instalador verifica actualizaciones relevantes de los productos que está a punto de instalar. Puede descargar las actualizaciones antes de continuar con la instalación.
10. Escoja el directorio de instalación para software de National Instruments.
11. Acepte los Acuerdos de Licencia y haga clic en Next.
12. Proporcione su nombre completo y empresa. Esta información será usada para procesar el registro de su software.
13. Revise el resumen antes de continuar para asegurarse que todos sus productos serán instalados. Cualquier producto enlistado requiere interacción del usuario para finalizar. De lo contrario, puede dejar la instalación incompleta.

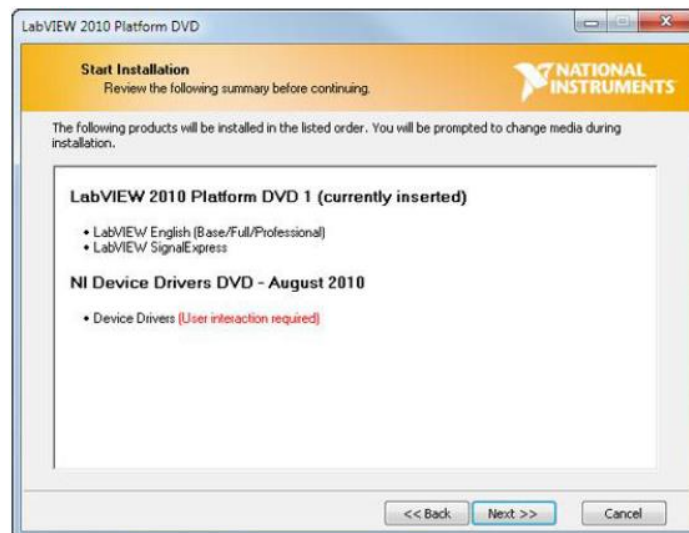


Figura 6. Resumen de la Instalación del DVD de la Plataforma de LabVIEW.

14. Siga las instrucciones en la pantalla para terminar de instalar y activar LabVIEW, y con ello cualquier módulo o juego de herramienta que haya seleccionado.

Al final del proceso de la instalación de LabVIEW, si selecciona instalar los controladores de dispositivos desde la lista de productos, se le pedirá que inserte el DVD de Controladores de dispositivos. De lo contrario, se le pedirá activar su software. Puede activar ahora o esperar hasta que haya terminado de instalar el resto de su software.

Instalar NI ELVIS y los drivers de NI-DAQmx

Después de instalar LabVIEW y cualquier módulo o juego de herramienta aplicable, debe instalar el software controlador NI-DAQmx, antes de conectar cualquier dispositivo de hardware nuevo para que Windows pueda detectarlo.

Siga los siguientes pasos para instalar NI-DAQmx desde el DVD de Controladores de Dispositivos de la Plataforma de LabVIEW:

1. Inserte el DVD de Controladores de Dispositivos cuando el instalador del DVD de la Plataforma de LabVIEW se lo pida.



Figura 7. Inserte el DVD de Controladores de Dispositivos.

2. Seleccione el directorio de instalación para su software de National Instruments, este debe ser el mismo directorio donde instaló LabVIEW.
3. Revise el árbol de características, el cual incluye todos los controladores de dispositivos y software asociado. Adquisición de Datos, Control de Instrumentos, NI Spy y NI Measurement & Automation Explorer son seleccionados de forma predeterminada.
4. Seleccionar el controlador NI ELVISmx for NI ELVIS II

5. Seleccione cualquier controlador de dispositivos adicional que desee instalar para su hardware y haga clic en Next.

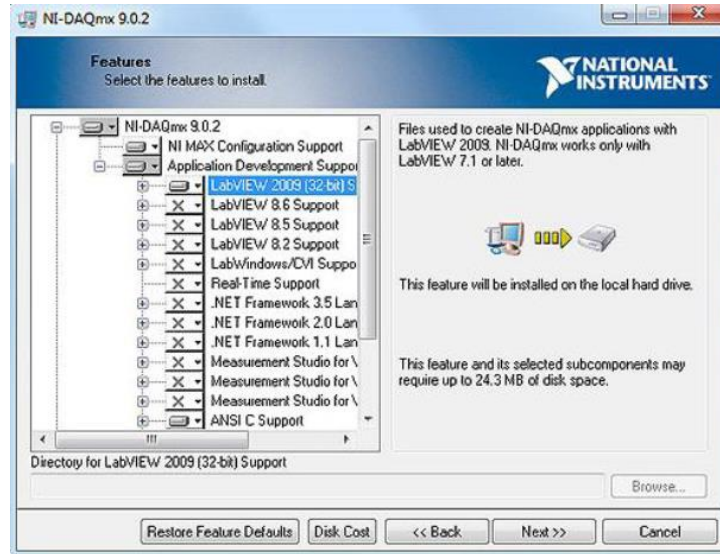


Figura 8. Lista de características de Controladores de Dispositivos.

6. Descargue cualquier actualización antes de continuar con la instalación. El instalador verifica actualizaciones relevantes de los productos que están a punto de instalar.
7. Acepte los Acuerdos de Licencia y haga clic en Next.
8. Revise el resumen antes de continuar con la instalación para asegurarse que todos sus controladores de dispositivos serán instalados.
9. Siga las instrucciones en la pantalla para finalizar la instalación. Reinicie su sistema cuando se le pida.
10. Asegúrese de habilitar cualquier programa de detección de virus que haya deshabilitado, una vez que la instalación haya terminado.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Lajara, J. y Peligrí, J. (2007). *LabVIEW: entorno gráfico de programación* (pág. 4). Barcelona, España: Marcombo S. A.

[2] Malvino A. P. (1993). *Principios de Electrónica*. México, D.F.: Macmillan/Mc Graw – Hill, School Publishing Company.

[3] Adel S. Sedra y Kennet C. Smith (2006). *Circuitos Microelectrónicos*. México, D. F.: Mc Graw – Hill Interamericana.