



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO(A) EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN
GESTIÓN EMPRESARIAL**

TEMA:

**APLICACIÓN DEL SOFTWARE ORCADPSPICE 9.2 EN LA
ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

ALUMNAS:

**JENNIFFER GUERRA FERNANDEZ
CAROLINA ZHIGÜE MACAS**

DIRECTOR:

Ing. Manuel Romero Paz

2011



TESIS DE GRADO

“APLICACIÓN DEL SOFTWARE ORCADPSPICE 9.2 EN LA
ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES”

**Presentada a la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, Carrera de Ingeniería en
Telecomunicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**

REALIZADO POR:

JENNIFFER ANNABELLE GUERRA FERNANDEZ

CAROLINA ESTEFANIA ZHIGÜE MACAS

Para dar cumplimiento con uno de los requisitos para optar por el título de:

Ingeniero en Telecomunicaciones con Mención en Gestión Empresarial

Ing. Manuel Romero Paz

Director de Tesis

Ing.....

Vocal

Ing. Héctor Cedeño Abad

Decano de la Facultad

Ing.....

Vocal

Ing. Manuel Romero Paz

Director de Carrera

CERTIFICACIÓN

Certifico que el proyecto de grado titulado “Aplicación del software ORCADPSPICE 9.2 en la asignatura de electrónica II de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones” desarrollado por Jenniffer Annabelle Guerra Fernández y Carolina Estefanía Zhigüe Macas fue realizado, corregido y terminado, razón por la cual está apto para su presentación y sustentación.

Ing. Manuel Romero Paz

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por la fe, fortaleza, salud y la esperanza para terminar este trabajo, permitiéndonos superar las diferentes dificultades presentadas diariamente.

A nuestros padres por brindarnos la oportunidad de ser personas útiles al desarrollo de la sociedad, y ser nuestro pilar fundamental a lo largo de la carrera y nuestras vidas.

A nuestro tutor Ing. Manuel Romero Paz, por su asesoría y constante apoyo desinteresado entregándonos sus experiencias.

A los docentes de la Universidad Católica de Guayaquil por todos los conocimientos impartidos para nuestro desarrollo profesional.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma aportaron en la elaboración de nuestra investigación.

Gracias, sin ustedes no hubiésemos podido hacer realidad este sueño.

DEDICATORIA

Nuestra tesis de grado es dedicada muy especialmente a nuestros padres por su inmenso amor, apoyo, comprensión y fe; a nuestros familiares y amigos los cuales nos ayudaron en momentos difíciles con sus experiencias y consejos para poder cumplir nuestras metas y convertirnos en personas de éxito.

A nuestro tutor por todo el apoyo ilimitado, la paciencia y la entrega para poder así culminar sin novedad el tema escogido.

RESUMEN

El trabajo detallado a continuación trata acerca de los principales aspectos relacionados con el análisis de la cátedra de Electrónica II que se imparte en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), para permitir la inclusión de un software en el syllabus de la asignatura antes mencionada y de esta manera afianzar los conocimientos de los estudiantes con las prácticas que se desarrollaran con ese programa.

En la actualidad las prácticas del Laboratorio de Electrónica se realizan aisladas de la parte teórica y además deben cubrir los dos semestres de la asignatura de electrónica en un solo ciclo, es necesario para la consolidación de los conocimientos, que dentro de las clases teóricas el docente pueda contar con una herramienta que le permita realizar demostraciones prácticas de la asignatura y brinde la posibilidad de realizar la simulación electrónica de una manera fácil de utilizar y aplicar por parte del estudiantado. En este trabajo de investigación se presenta el análisis para la Aplicación del software ORCADPSPICE 9.2 en la asignatura de electrónica II de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones como una alternativa para conseguir el objetivo propuesto de incluir un componente práctico a las clases teóricas impartidas por los docentes.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.5 HIPÓTESIS.....	5
1.6 OBJETIVOS.....	6
1.6.1 Objetivo General.	6
1.6.2 Objetivos Específicos.....	6

CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 ELECTRÓNICA.....	7
2.1.1 Materiales Semiconductores	7
2.1.2 Dispositivos semiconductores de potencia.....	8
2.1.2.1 Los dispositivos no controlados.....	8
2.1.2.2 Los dispositivos Semi controlados	9
2.1.2.3 Los dispositivos totalmente controlados.....	9
2.1.3 Transistores BJT y JFET.....	10
2.1.4 Transistores de Potencia.....	11
2.1.5 MOSFET de Potencia.....	12
2.2 ANÁLISIS A BAJA FRECUENCIA, GRÁFICA DE BODE.....	13
2.3 CIRCUITO DE AMPLIFICADOR DIFERENCIAL.....	15
2.3.1 Amplificador Operacional.....	16
2.3.2 Parámetros de los amplificadores operacionales.....	17
2.3.3 Amplificador No Inversor.....	17
2.3.4 Amplificador Inversor.....	18
2.3.5 Amplificador seguidor de tensión	19

2.3.6	Amplificador Sumador.....	19
2.3.7	Amplificador Integrador.....	20
2.3.8	Amplificador Diferenciador.....	21
2.3.9	Amplificador de Ganancia Constante.....	21
2.3.10	Aplicaciones de amplificadores operacionales.....	22
2.4	CIRCUITOS CON RETROALIMENTACIÓN Y OSCILADORES.....	22
2.4.1	Osciladores.....	23
2.4.1.1	Oscilador Puente de Wien.....	23
2.4.1.2	Oscilador de Cristal.....	24
2.5	FILTROS.....	25
2.5.1	Filtro Pasa Bajo.....	25
2.5.2	Filtro Pasa Alto.....	26
2.5.3	Filtro Pasa Banda.....	26

CAPITULO 3: PROGRAMA DE SIMULACIÓN ORCADPSPICE 9.2

3.1	DESCRIPCIÓN DE ORCAD 9.2.....	28
3.1.1	<i>Capture</i>	28
3.1.2	<i>Pspice</i>	29
3.1.3	<i>Layout</i>	31
3.2	FUNCIONES BÁSICAS DE ORCADCAPTURE CIS.....	31
3.2.1	Menú <i>File</i> (Fichero).....	33
3.2.2	Menú <i>Edit</i> (Edición).....	33
3.2.3	Menú <i>View</i> (Visualizar)	35
3.2.4	Menú <i>Place</i> (Insertar)	36
3.2.5	Menú <i>PSPICE</i>	37
3.2.6	Menú <i>Options</i> (Opciones).....	40
3.2.7	Menú <i>Window</i> (ventana).....	42
3.2.8	Menú <i>Help</i> (Ayuda).....	43

3.3 ¿CÓMO EMPEZAR UN PROYECTO EN ORCAD?.....	43
3.3.1 Elementos Pasivos.....	46
3.3.2 Escoger los elementos para el Esquemático.....	46
3.3.3 Manipulación de los elementos.....	48
3.3.4 Cableado del esquema.....	49
3.3.5 Ingreso de valores y nombres.....	49
3.3.6 Elementos Activos.....	51
3.4 ORCADPSPICE A/D.....	54
3.4.1 Menú <i>File</i> (archivo).....	55
3.4.2 Menú <i>Edit</i> (Edición).....	56
3.4.3 Menú <i>View</i> (visualizar)	56
3.4.4 Menú <i>Trace</i> (Traza)	59
3.4.5 Menú <i>Simulation</i> (Simulación).....	60
3.4.6 Menú <i>Plot</i> (Trazador).....	61
3.4.7 Menú <i>tools</i> (herramientas).....	62
3.4.8 Menú <i>Window</i> (Ventana).....	64
3.4.9 Menú <i>Help</i> (Ayuda)	64
3.5 TIPOS DE ANÁLISIS.....	64
3.5.1 Transitorio (<i>Time domain</i>).....	65
3.5.2 Barrido de corriente continua (<i>DC sweep</i>).....	66
3.5.3 Barrido de alterna (<i>AC Sweep</i>).....	66
3.5.4 Punto de polarización (<i>BiasPoint</i>).....	68
3.5.5 Análisis paramétrico.....	68
3.5.6 Análisis de Fourier	69
3.5.7 Opción Monte Carlo y <i>Worst Case</i>	70
3.5.8 Opción <i>Save Bias Point</i>	70
3.5.9 Opción <i>Load Bias Point</i>	71
3.5.10 Análisis de Temperatura	71
3.6 EJECUCION DE LA SIMULACION.....	72

CAPITULO 4 APLICACIÓN DEL SOFTWARE ORCAD PSICE 9.2 EN LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II

4.1 PROGRAMA ACTUAL DE LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II.....	77
4.1.1 Diseño de las unidades de estudio (UE)	77
4.2 SYLLABUS ACTUAL DE LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II.....	79
4.3 PRÁCTICAS RECOMENDADAS CON LA APLICACIÓN DE ORCAD.....	83
4.3.1 Práctica # 1: Amplificador operacional en modo diferencial y en modo común...83	
4.3.2 Práctica # 2: Amplificador operacional inversor y no inversor.....89	
4.3.3 Práctica # 3: Amplificador operacional seguidor de tensión.....92	
4.3.4 Práctica # 4: Amplificador operacional sumador y restador.....93	
4.3.5 Práctica # 5: Oscilador puente de Wien.....97	
4.3.6 Práctica # 6: Filtros activos Pasa bajos.....100	
4.4 NUEVO PROGRAMA RECOMENDADO DE LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II.....	103
4.4.1Diseño de las unidades de estudio (UE).....	104
4.5 NUEVO SYLLABUS RECOMENDADO DE LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II.....	105
CONCLUSIONES.....	111
RECOMENDACIONES.....	112
GLOSARIO.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Diodo, dispositivo no controlado.....	8
Figura 2.2: SCR, dispositivo semi controlado.....	9
Figura 2.3: MOSFET, dispositivo totalmente controlado.....	10
Figura 2.4: Diagrama esquemático y dispositivo BJT.....	11
Figura 2.5: Diagrama esquemático y dispositivo JFET.....	11
Figura 2.6: MOSFET.....	13
Figura 2.7: Combinación R-C que definirá una baja frecuencia de corte.....	14
Figura 2.8: Circuito R-C a frecuencias altas.....	14
Figura 2.9: Respuesta a baja frecuencia para el circuito R-C.....	14
Figura 2.10: Un amplificador diferencial construido con dos BJT.....	15
Figura 2.11: Amplificadores Operacionales.....	16
Figura 2.12: Amplificador no inversor.....	18
Figura 2.13: Amplificador operacional inversor.....	18
Figura 2.14: Amplificador seguidor de tensión.....	19
Figura 2.15: Amplificador sumador.....	20
Figura 2.16: Integrador.....	20
Figura 2.17: Amplificador diferenciador.....	21
Figura 2.18: Amplificador Operacional Inversor.....	22
Figura 2.19: Puente de Wien.....	24
Figura 2.20: Diagrama de filtro paso bajo.....	25
Figura 2.21: Diagramas filtro paso alto.....	26
Figura 2.22: Diagramas de filtro pasa banda.....	27
Figura 3.1: Carpeta librería <i>Capture</i>	29
Figura 3.2: Iconos de acceso rápido más representativos de <i>Capture CIS</i>	32
Figura 3.3: Ventana de Gestión de Proyectos y esquemático en <i>Capture CIS</i>	32
Figura 3.4: Ventana de dialogo de propiedades de un componente.	34
Figura 3.5: Cuadro de dialogo de <i>New Simulation Profile</i>	37
Figura 3.6: Menú de configuración para la edición de la simulación.....	37
Figura 3.7: Ventana de <i>Edit Simulattion Settings</i> con todas sus pestañas.....	38

Figura 3.8: Marcadores.....	39
Figura 3.9: Ejemplo de marcador de voltaje.....	40
Figura 3.10: Ventana <i>colors/prints</i> de preferencias.....	40
Figura 3.11: Cuadro de dialogo <i>Page Size</i>	41
Figura 3.12: Ventana <i>Grid Reference</i>	42
Figura 3.13: Pantalla principal de ORCAD <i>Capture CIS</i>	43
Figura 3.14: Opciones para abrir programa <i>Capture CIS</i>	43
Figura 3.15: Menú de Opciones Archivo – Nuevo – Proyecto.....	44
Figura 3.16: Cuadro de dialogo de proyecto nuevo.....	44
Figura 3.17: Cuadro de dialogo para selección de librerías del proyecto.	44
Figura 3.18: Icono marcado de <i>Place Part</i>	46
Figura 3.19: Ventana de situación de componentes.....	47
Figura 3.20: Ventana <i>Place Ground</i> , ubica elementos de masa o referencia.....	48
Figura 3.21: Rotación de elementos.....	48
Figura 3.22: Icono marcado para dibujar cable.....	49
Figura 3.23: Ventana de valores de las propiedades de un componente.....	50
Figura 3.24: Pulsos periódicos producidos por la fuente de voltaje.....	52
Figura 3.25: Fuentes de continua y de alterna respectivamente.....	52
Figura 3.26: Tipos de fuentes.....	53
Figura 3.27: Amplificador Operacional con su respectiva configuración.	53
Figura 3.28: Interruptores abierto y cerrado.....	53
Figura 3.29: Características de un interruptor de estado cerrado ha abierto.....	54
Figura 3.30: Pantalla principal de ORCADPSPICE A/D.....	54
Figura 3.31: Barra de menús de ORCADPSPICE A/D.....	55
Figura 3.32: Ventana de dialogo de <i>View</i>	57
Figura 3.33: Ventana de dialogo de <i>toolbars</i>	58
Figura 3.34: Disposición de opciones en ORCADPSPICE A/D.....	58
Figura 3.35: Permite añadir funciones y relacionarlas al mismo tiempo.....	59
Figura 3.36: Configuración de ejes de la simulación.....	61
Figura 3.37: Ventana que configura la representación de funciones.....	63

Figura 3.38: Grafica de la simulación de ejercicio con respecto a las características descritas en el menú de <i>Probe Options</i>	63
Figura 3.39: Ventana para la selección del tipo de análisis de la simulación.....	65
Figura 3.40: Cuadro de dialogo de tipo de análisis transitorio.....	65
Figura 3.41: Barrido con una fuente de tensión.....	66
Figura 3.42: Cuadro de dialogo de barrido de alterna para la elección del tipo de análisis para la simulación.....	67
Figura 3.43: Análisis AC <i>Sweep/Noise</i>	67
Figura 3.44: Análisis <i>Bias Point</i>	68
Figura 3.45: Análisis Paramétrico, esta ventana es similar a la DC <i>Sweep</i>	69
Figura 3.46: Análisis de Fourier.....	69
Figura 3.47: Análisis Monte Carlo y <i>Worst Case</i>	70
Figura 3.48: Ventana <i>Save Bias Point</i>	71
Figura 3.49: Análisis de temperatura.....	72
Figura 3.50: Opción para la ejecución de la simulación del esquemático.....	72
Figura 3.51: Corrientes y tensiones de polarización.....	73
Figura 3.52: Ventana de salida que nos muestra errores en la práctica.....	73
Figura 3.53: Ventana correspondiente a un análisis transitorio.....	74
Figura 3.54: Selección de cursor.....	74
Figura 3.55: Tipos de cursores para la grafica simulada.....	75
Figura 3.56: <i>Mark label</i>	75
Figura 3.57: Función seleccionada para trasladar a Excel o Matlab.....	76
Figura 4.1: Diagrama esquemático de la práctica.....	84
Figura 4.2: Características para la simulación.....	86
Figura4.3: Simulación amplificador diferencial en PSPICE.....	87
Figura 4.4: Tensiones del circuito.....	87
Figura 4.5: Diagrama de amplificador en modo común.....	88
Figura 4.6: Salida de señales en amplificado de modo común.....	88
Figura 4.7: Diagrama esquemático de amplificador operacional inversor.....	89
Figura 4.8: Simulación en PSPICE de amplificador operacional inversor.....	90
Figura 4.9: Amplificador operacional no inversor.....	91

Figura 4.10: Simulación PSPICE del amplificador operacional no inversor.....	91
Figura 4.11: Diagrama esquemático en Capture CIS.....	92
Figura 4.12: Simulación de seguidor de tensión.....	93
Figura 4.13: Amplificador operacional sumador inversor.....	94
Figura 4.14: Sumatoria de señales en PSPICE.....	94
Figura 4.15: Diagrama de amplificador operacional restador.....	95
Figura 4.16: Simulación amplificador operacional restador.....	96
Figura 4.17: Circuito oscilador Puente de Wien en Capture CIS.....	97
Figura 4.18: Características respectivas para la simulación.....	98
Figura 4.19: Simulación PSPICE de oscilador puente de Wien.....	98
Figura 4.20: Gráfica del espectro de la señal de salida del oscilador con armónicos.....	99
Figura 4.21: Circuito filtro pasa bajos de primer orden.....	100
Figura 4.22: Características del análisis AC sweep.....	101
Figura 4.23: Diagrama de Bode.....	102
Figura 4.24: <i>Evaluate goal function</i>	103
Figura 4.25: Resultado de frecuencia de corte en PSPICE.....	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1: Librerías más utilizadas de PSPICE.....	45
Tabla 3.2: Componentes electrónicos pasivos más utilizados en PSPICE.....	47
Tabla 3.3: Valores (unidades) más usados para los componentes.....	50
Tabla 3.4: Factores de escala para valores de los componentes.....	51
Tabla 3.5: Componentes electrónicos activos más utilizados en PSPICE.....	51

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

A principios del siglo XX los tubos de vacío ayudaron en el crecimiento de la electrónica moderna, por medio de estos se logro la manipulación de señales, algo imposible en los antiguos circuitos telegráficos y telefónicos. El desarrollo de una amplia variedad de tubos, facilito el avance de la tecnología de comunicación radial antes de la Segunda Guerra Mundial, y el desarrollo de las primeras computadoras.¹

El transistor en la actualidad reemplazó al tubo de vacío en la mayor parte de sus aplicaciones. Los siguientes progresos dieron paso a los semiconductores, abriendo camino al circuito integrado. Estos dispositivos pueden contener miles de transistores, facilitando la construcción de circuitos electrónicos complejos, como los de los microprocesadores, satélites o equipos de sonido y video.

Sin duda alguna la electrónica ha revolucionado la vida de las personas, por ello mediante el siguiente trabajo, dedicado especialmente a los profesores y estudiantes de la asignatura de Electrónica II de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, se desea primordialmente motivarlos para la realización de prácticas, además implicar a los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje y orientarlos a que comprendan los conceptos básicos mediante la perspectiva² que nos muestra la simulación y el diseño de circuitos electrónicos.

El programa SPICE (*Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis*, Programa de Simulación con Énfasis en Circuitos Integrados), facilita una herramienta muy útil e interesante para determinar el funcionamiento de circuitos eléctricos y electrónicos digitales y/o analógicos, sin necesariamente recurrir al montaje en el laboratorio.

ORCADSPICE 9.2 es la herramienta ideal para simular diseños básicos con señales mixtas, bajo un entorno de usuario fácil y cómodo, logrando ante todo el interés maestro/ alumno con respecto a la materia de electrónica. De esta manera, la realización

¹<http://www.monografias.com/trabajos5/electro/electro.shtml> monografias.com

²<http://giac.upc.es/JAC10/02/Article%28BeatrizGiraldo%29%2803%29.htm>

de prácticas puede implicar el desarrollo de técnicas que motiven lo suficiente al alumno para obtener resultados satisfactorios. Además permitir aplicar los conceptos que son impartidos en el aula con la teoría, en casos prácticos, muchas veces es más enriquecedor si además es un trabajo continuo entre profesor y alumno.

La información presentada en este documento servirá para afianzar conocimientos de la materia de electrónica II por medio de prácticas explicativas de la teoría en el software ORCADPSPICE 9.2.

En este proyecto se analizarán las diversas actividades para conceptualizar las necesidades del entorno actual e implementar soluciones prácticas en un sistema de software.

Los profesores de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones deben actualmente enfrentarse a nuevos retos tecnológicos, este documento será un apoyo para ellos y facilitara que este logre el encaminamiento que necesita el alumno, cumpliendo objetivos y metas en cuanto a excelencia académica se trata.

1.2 ANTECEDENTES

El software ORCADPSPICE 9.2 es un programa muy práctico para la electrónica ya que este realiza simulaciones electrónicas más precisas, gracias a que fue desarrollado con la ayuda de cientos de ingenieros. Empezando con el primer simulador PSPICE, que fue introducido en 1985, y que actualmente ha sido mejorado y estructurado continuamente logrando que se lo pueda usar en los recientes sistemas operativos y dispositivos.

En el laboratorio de investigación electrónica de la Universidad de California Berkeley, fue desarrollado el programa SPICE por Larry Nagel en conjunto con Donald Pederson. En 1972 nace SPICE1 que fue derivado del programa *CANCER (Computer Analysis of Non Linear Circuits, Excluding Radiation)*, Análisis

Computarizado de Circuitos No Lineales, Excluida de Radiación). A continuación se detalla el desarrollo de este software³:

- SPICE 1 fue programado en *FORTRAN*, (*Formula Translating System Language*, Sistema de Lenguaje de Traducción de Fórmula) y usaba el análisis de nodos para construir el sistema de ecuaciones del circuito. Ésta técnica tenía inconvenientes al representar inductancias, fuentes de tensión sin referencia y fuentes controladas, además SPICE 1 contaba con pocos elementos y análisis de transitorios con paso fijo.
- SPICE2, nace en 1975 y como características principales tenía análisis transitorios con paso variable, más elementos, y además se permitía controlar la memoria.
- SPICE3, fue desarrollado en lenguaje C por Thomas Quarless en 1989. Tenía una interfaz gráfica *X Windows* (sistemas de ventanas X), y usaba la misma sintaxis que sus predecesoras.

Al principio el código de SPICE fue distribuido bajo un costo por la Universidad de Berkeley, retribuyendo el costo de las cintas magnéticas. Actualmente el programa está cubierto por la licencia *BSD*, (*Berkeley Software Distribution, Distribución de Programas Berkely*).

SPICE sirvió de base para otros programas de simulación de universidades e industrias. La primera versión comercial del SPICE fue ISPICE, las más destacadas comercialmente fueron HSPICE y PSPICE, en cuanto a las académicas de SPICE incluían XSPICE, desarrollada en el Instituto Tecnológico de Georgia, en esta última se agregaron códigos de análisis analógicos y digitales, además permitía simular dispositivos semiconductores.

En vista de que la cátedra de electrónica II de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones de la UCSG se basa solo en la parte teórica que se refiere a conceptos, ejercicios, problemas, etc., se deberá considerar la aplicación de los

³<http://www.ecircuitcenter.com/SpiceTopics/History.htm>.

conocimientos teóricos de los estudiantes en este programa para así lograr que interactúen más con la materia y afiancen su aprendizaje.

El software de simulación de circuitos ORCADPSPICE 9.2 es una herramienta de mucho valor y ayuda para los diseñadores electrónicos para el proceso y pruebas de los proyectos que se realizan. Este software es uno de los más utilizados en el mundo, ya que ofrece mucha variedad en opciones como es la amplia disponibilidad de modelos de componentes, continuidad en el proceso de diseño, ediciones de esquemáticos, simulaciones y finalmente implementaciones de circuitos impresos.

Este software ayuda al diseñador a ahorrar tiempo de diseño y costos, ya que solo en cuestión de segundos se puede dar cuenta si el circuito funciona adecuadamente, para que así pueda trabajar de una manera más eficiente en su proyecto.

En la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones, ORCADPSPICE 9.2 será un complemento a las clases teóricas de la asignatura de Electrónica II y a las prácticas que se realizan en el Laboratorio de Electrónica.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En el mundo actual, las diversas metodologías usadas en las universidades son más aplicativas con el objetivo de lograr en los estudiantes el entendimiento teórico-práctico de las materias pretendiendo de esta manera alcanzar la excelencia académica; disponiendo de herramientas actuales para el manejo de un pensum más extenso y variado.

El seguimiento a este tipo de metodologías lleva a la planificación, investigación y elaboración de la tesis, ya que mejoran el estudio de la materia dictada, basándose en los mismos conceptos pero con ampliaciones de cada tema con la finalidad de obtener la comprensión y aplicación actual de la materia dictada.

La justificación de la tesis plantea reformar el desarrollo y entendimiento de la materia de Electrónica II, basada en nuevas visiones ilustrativas y prácticas, el manejo de un software profesional basado en características sencillas sin complejidades en su utilización, denominado ORCAD 9.2, el cual reúne varias herramientas usadas en el plano de la electrónica e informática integral, es decir, “hacer de todo” en el mundo de la electrónica.

Desde el punto de vista metodológico, el desarrollo de esta investigación estará basado en el uso del método deductivo, debido a que permitirá la integración de la parte teórica de la cátedra con la aplicada; lo cual proporcionará un juicio técnico respecto a las diversas aplicaciones de la electrónica.

Dicha investigación, abrirá nuevos horizontes en cuanto al desarrollo de la investigación en el campo de la electrónica; los alumnos podrán alcanzar otra perspectiva de la temática estudiada que les permita brindar soluciones prácticas frente a una problemática, lo que conlleva alcanzar un perfil profesional de excelencia, al haber sido instruidos en hechos reales y observables.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la asignatura de Electrónica II del Quinto Ciclo de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones es necesario complementar la parte teórica con aspectos prácticos sobre esta tecnología.

1.5 HIPÓTESIS

La aplicación de un software que proporcione una disponibilidad de modelos de componentes y la continuidad de diseño, simulación e implementación de circuitos electrónicos, para obtener resultados en la aplicación de los circuitos invitando a los estudiantes a interactuar con esta tecnología, brindaría el complemento práctico necesario a los conocimientos teóricos impartidos por los docentes.

1.6 OBJETIVOS

A continuación se detallan el objetivo general del proyecto y los objetivos específicos planteados:

1.6.1 Objetivo General

Implementar la aplicación del software ORCADPSPICE 9.2 en la asignatura de Electrónica II del Quinto Ciclo de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones como una solución a la necesidad de insertar un componente práctico en el programa académico de dicha materia.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Buscar información referente a simuladores para las prácticas de laboratorio de la materia de Electrónica.
- Determinar el programa adecuado para utilizarse en la asignatura.
- Practicar el uso del programa de simulación ORCADPSPICE 9.2
- Determinar las prácticas que se deberían realizar dentro de la asignatura.
- Incluir estas prácticas dentro del pensum de la materia.

En el siguiente capítulo se describirán algunos conceptos fundamentales del campo de la Electrónica, tales como los materiales semiconductores, los dispositivos de potencia, los transistores y los amplificadores operacionales, todos estos son temas abarcados en el programa de la asignatura de Electrónica II de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

A continuación, se hará una breve descripción de algunos conceptos importantes en el ámbito de la electrónica, especialmente acerca de los temas incluidos en la asignatura objeto de esta investigación.

2.1 ELECTRÓNICA

Dentro del estudio de la materia de Electrónica II, se logra el análisis y manejo de circuitos electrónicos, los cuales están compuestos por elementos básicos dentro del campo electrónico, tales como resistencias, inductores, condensadores, líneas de transmisión, las fuentes de tensión, fuentes de corriente y los interruptores que finalmente tratan de predecir las tensiones y corrientes en todos los lugares dentro de un circuito.

En la parte inicial del programa de estudio de Electrónica II, se analizan los dispositivos semiconductores de potencia, los cuales son componentes electrónicos que se caracterizan por sus propiedades manipulables por la adición de impurezas, conocidas también como dopaje.

2.1.1 Materiales Semiconductores

El término mencionado como semiconductor intenta o menciona por sí mismo un conjunto de características. El prefijo Semi se lo aplica a una etapa de niveles que se encuentra situado a la mitad entre los límites, y Conductor es un término que se aplica a diferentes materiales de gran flujo de carga, cuando una fuente de voltaje de carga limitada se logra aplicar a través de los terminales.

El aislante se caracteriza como un material que ofrece una muy baja conductividad bajo la presión de una fuente de voltaje aplicada. Por tanto, un conductor es solo un material que gana un nivel de conductividad sobre algún punto entre los extremos que posean un aislante y conductor.⁴

⁴Libro: Electrónica de Potencia Autor: Muhammad H. Rashid - 2da. Edición.

2.1.2 Dispositivos semiconductores de potencia

En la electrónica los dispositivos semiconductores de potencia se pueden dividir en tres grupos⁵:

- 1.-Los dispositivos no controlados
- 2.-Los dispositivos semicontrolados
- 3.-Los dispositivos controlados totalmente

2.1.2.1 Los dispositivos no controlados

Dentro de los dispositivos no controlados se encuentran los diodos, los cuales son componentes discretos que logran la circulación de corriente en sus terminales en un sentido determinado, y de la misma manera la bloquea en sentido opuesto. Los estados de conducción o cierre *ON* (encendido) y bloqueo o abertura *OFF* (apagado) dependen básicamente del circuito de potencia, por ello estos dispositivos no disponen de ningún terminal de control externo. En la figura 2.1 se presenta un modelo típico del dispositivo, su símbolo y el sentido de conducción de la corriente.

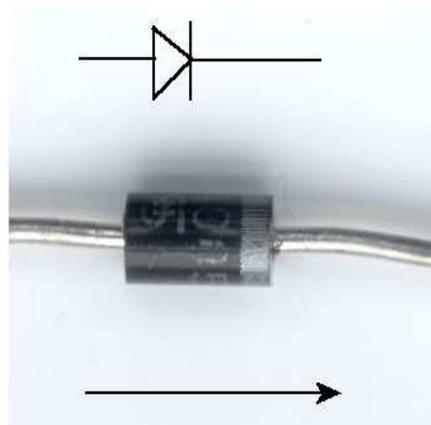


Figura 2.1: Diodo, dispositivo no controlado.

Fuente: <http://www.dtic.upf.edu/~jlozano/interfaces/interfaces1.html>.

⁵Libro: Electrónica de Potencia Autor: Muhammad H. Rashid - 2da. Edición.

2.1.2.2 Los dispositivos Semi controlados

Dentro de este grupo se encuentran los tiristores, el **SCR** (*Silicon Controlled Rectifier*, Rectificador Controlado de Silicio) y el **TRIAC** (*Triode for Alternating Current*, Trío para Corriente Alterna), en este caso el paso de conducción basado en *On-Off* (prendido-apagado), proviene de una señal de control externa que se la aplica en uno de los terminales del dispositivo, conocido como puerta representada en los circuitos por la letra G (*Gate*), es decir, que existe un control externo para el paso de conducción pero no hacia el bloqueo del dispositivo. La figura 2.2 presenta dos modelos de estos dispositivos y el símbolo utilizado en los circuitos electrónicos.

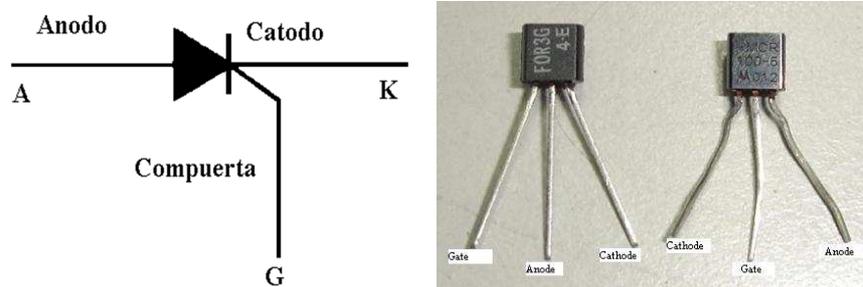


Figura 2.2:SCR, dispositivo semi controlado.

Fuente:

<http://proton.ucting.udg.mx/temas/circuitos/omar/Omar.htm><http://phchitchai.wbvschool.net/es/archivos/1365>

2.1.2.3 Los dispositivos totalmente controlados

En este grupo se hallan los BJT (*Bipolar Junction Transistor*, Transistor de Unión Bipolar), el MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*, Transistor de Efecto de Campo de Óxido Metálico), los IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*, Transistor Bipolar de Compuerta Aislada) y los tiristores GTO (*Gate Turn-Off Thyristor*, Tiristores Apagados por Compuerta), entre otros.

Cada uno de los dispositivos semiconductores de potencia se manejan con parámetros específicos, entre ellos, la tensión de ruptura, la resistencia que especifica el aumento de la capacidad del dispositivo a la vez disminuyendo su velocidad, el tiempo de ganancia y pérdida en la conmutación de los estados, la zona de operaciones de seguridad y la resistencia térmica.

En la figura 2.3 se puede observar un modelo del MOSFET en que se han marcado sus respectivos terminales y el símbolo con que se lo representa en el que también se aprecian sus terminales debidamente especificados.

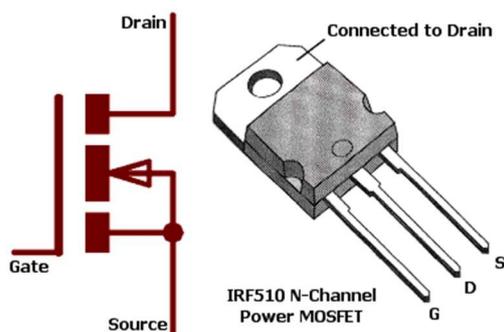


Figura 2.3: MOSFET, dispositivo totalmente controlado.

Fuente: <http://gamnet.galeon.com/mosfet.htm>.

2.1.3 Transistores BJT y JFET

Generalmente, los transistores en el área de potencia funcionan como interruptores; entre ellos se puede mencionar al BJT, ya que logra trabajar en circuitos analógicos y digitales en los cuales se logra aumentar la corriente de las señales de audio, video o pulsos.

De acuerdo al tipo de material semiconductor utilizado en su construcción se dividen en dos tipos: el NPN y el PNP, su diferencia radica en el sentido del flujo de corriente en cada uno; conjuntamente tiene una división de base, colector y emisor; es decir, que se puede introducir una cantidad de corriente que llega a la base, por consiguiente es entregada al emisor una cantidad mayor a esta, es un factor que se denomina amplificación.⁶ En la figura 2.4 está representado un transistor de este tipo con su respectivo símbolo y modelo característico.

⁶Libro: Electrónica de Potencia Autor: Muhammad H. Rashid - 2da. Edición.

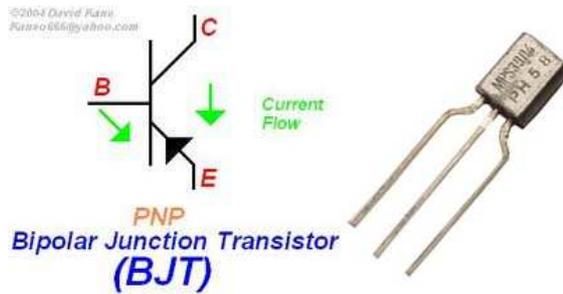


Figura 2.4: Diagrama esquemático y dispositivo BJT.

Fuente: http://insayne_kokane.tripod.com/diodes.shtml.

El JFET (*Junction Field-Effect Transistor*, Transistor de Efecto de Campo de Unión) se caracteriza por una buena ganancia y alta impedancia de entrada, es decir, bajo consumo; este circuito electrónico según ciertos valores de entrada que obtenga reacciona dando valores de salida, ya que es un transistor de campo eléctrico y sus valores de entrada son las tensiones eléctricas sujetas entre los terminales de fuente (S) y compuerta (G). El símbolo del JFET y un modelo típico del mismo son presentados en la figura 2.5.

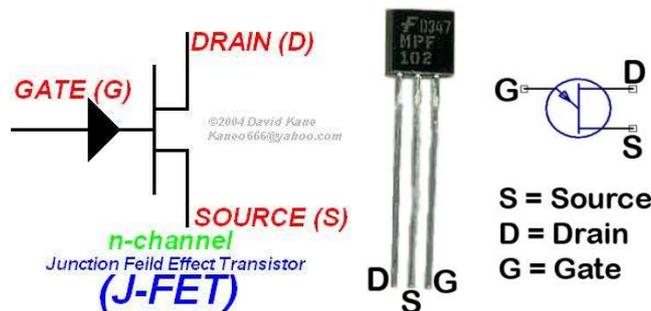


Figura 2.5: Diagrama esquemático y dispositivo JFET.

Fuente: <http://electronicquipment12.blogspot.com/2009/11/jfet.html>

<http://www.electroniccircuits.com/electronic-circuits/sensitive-rf-voltmeter-probe/>

2.1.4 Transistores de Potencia

Los transistores de potencia se manejan al igual que un transistor normal, ya que se mantiene como amplificador, oscilador, conmutador o rectificador; se suma a esto características controladas de activación y desactivación; características como las altas tensiones e intensidades que soporta, por ello las altas potencias que logra disipar.

Actualmente la velocidad de conmutación de los transistores es mucho mayor que de los tiristores llegando a proporcionar un flujo de corriente bidireccional por el amplio uso de convertidores de cd-ca y ca-cd con diodos conectados en paralelo inverso. Con la finalidad de clasificarlos, se encuentran divididos en cuatro categorías⁷:

- 1.- Transistores bipolares de juntura (BJT)
- 2.- Transistores semiconductores de metal de oxido de efecto de campo (MOSFET)
- 3.- Transistores de inducción estática (SIT)
- 4.- Transistores bipolares de compuerta aislada (IGBT)

Se puede denominar como interruptores ideales a los BJT o MOSFET, SIT o IGBT; los tiristores interruptores de conmutación forzada son más complejos que un transistor interruptor.

Es notable indicar que los transistores poseen ciertas limitaciones, es decir, restricciones a algunas aplicaciones. De manera segura se encontrara una adecuación a una aplicación en particular a estas características y especificaciones solo examinándolas.

2.1.5: MOSFET de Potencia

Principalmente se requiere de una corriente de base para controlar el flujo de corriente que existe en el colector, es decir, un BJT es un dispositivo controlado por corriente. El MOSFET de potencia es un dispositivo que requiere de un pequeño voltaje de entrada, es decir que es controlado por voltaje.

Dentro de los convertidores de alta frecuencia y baja potencia los MOSFET de potencia están encontrando más aplicaciones. Además requiere de cuidados especiales ya que los MOSFET tienen problemas de descargas electrostáticas para su manejo. Un modelo típico se muestra en la figura 2.6

⁷Libro: Electrónica de Potencia Autor: Muhammad H. Rashid - 2da. Edición.

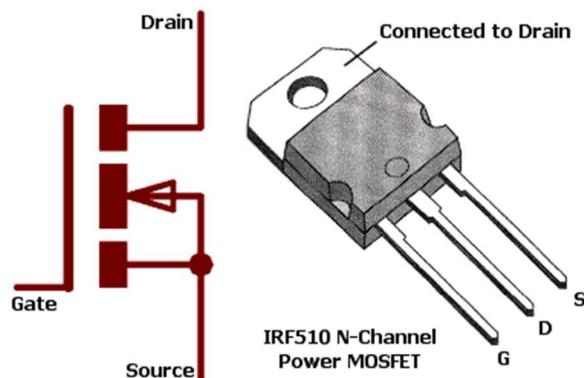


Figura 2.6: MOSFET

Fuente: <http://gamnet.galeon.com/mosfet.htm>

2.2 ANÁLISIS A BAJA FRECUENCIA, GRÁFICA DE BODE

Un Diagrama de Bode es una representación gráfica que sirve para caracterizar la respuesta en frecuencia de un sistema⁸.

En un amplificador con BJT o FET de una sola etapa que opera en la región de baja frecuencia, los capacitores y los parámetros de resistividad del circuito determinan las frecuencias de corte.

En cada elemento capacitivo que interviene se puede establecer un circuito R-C y determinar de esta manera las frecuencias de corte debidas a cada capacitor, se puede comparar para establecer cuál será la frecuencia de corte en baja frecuencia del sistema. Un análisis detallado empezara con la serie de combinaciones R-C y el procedimiento que tendrá como resultado una grafica en frecuencia con un tiempo mínimo⁹.

En la figura 2.7 se puede apreciar la combinación RC que define el corte en baja frecuencia.

⁸http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_Bode

⁹Libro: Teoría de circuitos Autor: Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky – 6ta. Edición.

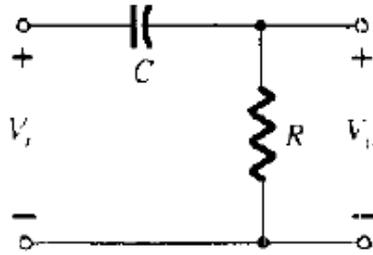


Figura 2.7: Combinación R-C que definirá una baja frecuencia de corte.
 Fuente: Libro: Teoría de circuitos de Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky /Sec. 11.5/Pág. 519

El cambio de la ubicación de los componentes de la combinación RC mostrada en la figura 2.8 permite determinar el corte en alta frecuencia.

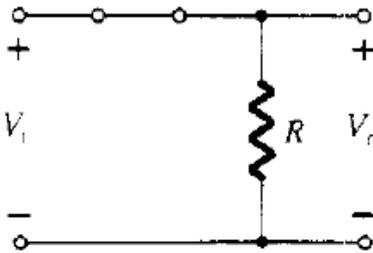


Figura 2.8: Circuito R-C a frecuencias altas.
 Fuente: Libro: Teoría de circuitos de Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky /Sec. 11.5/Pág. 519.

En la figura 2.9 se observa la respuesta de circuito RC en baja frecuencia incluyendo la frecuencia de corte, a esta curva se conoce como gráfica de Bode.

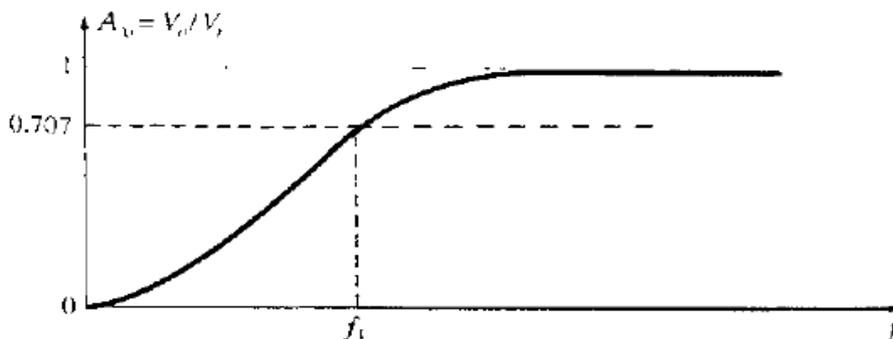


Figura 2.9: Respuesta a baja frecuencia para el circuito R-C.
 Fuente: Libro: Teoría de circuitos Autor: Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky/Sec. 11.5/Pág. 519.

2.3 CIRCUITO DE AMPLIFICADOR DIFERENCIAL

Se lo emplea en circuitos integrados y es un tipo de conexión conocida y muy utilizada; se puede describir considerando al amplificador diferencial básico:

El circuito se compone de dos entradas y salidas separadas, estos emisores están conectados juntos, aunque en su mayoría usan alimentaciones de voltaje separadas este tipo de circuito también puede operar con una sola alimentación. Un amplificador diferencial construido utilizando dos BJT puede observarse en la figura 2.10.

Si se aplica una señal de entrada conectada la otra entrada a tierra, a este proceso se le denomina operación de un solo terminal. Si llegan dos señales con polaridad opuesta, la operación se denomina de doble terminal.¹⁰

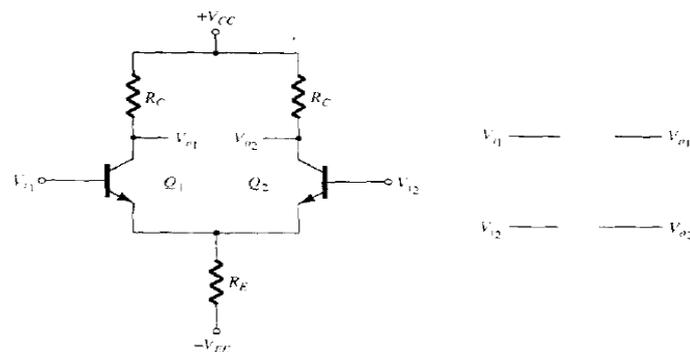


Figura 2.10: Un amplificador diferencial construido con dos BJT

Fuente: Libro: Teoría de circuitos Autor: Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky/Sec.
12.9/Pág. 583.

El proceso de un solo terminal utiliza una sola señal de entrada, pero debido al tipo de conexión aplicado de emisor-común, la señal de entrada puede operar en ambos transistores produciendo una salida en ambos colectores.

El amplificador diferencial es la base de los amplificadores operacionales y otros circuitos electrónicos modernos, tales como circuitos comparadores, amplificadores de instrumentación, entre otros.

¹⁰ Libro: Teoría de circuitos Autor: Robert L. Boylestad & Louis Nashelsky – 6ta. Edición.

El amplificador diferencial es un elemento clave en la eliminación de ruidos e interferencias.

En la operación de doble terminal se aplican dos señales de entrada y su diferencia tiene resultado una salida en ambos colectores. La aplicación de una señal de entrada común da como resultado señales opuestas, cancelándose esas señales, por esta razón la señal resultante es cero.

Una de sus características principales es la gran ganancia que tiene cuando se aplican señales opuestas en las entradas comparados con la pequeña ganancia que resulta de las entradas comunes.

2.3.1 Amplificador Operacional

Un amplificador operacional es un amplificador diferencial de alta ganancia, que esta acoplado en continua; es decir que amplifica desde DC. Este es un circuito complejo cuyo esquema consiste en dos entradas y una salida, ésta última es producida por la diferencia de las dos entradas multiplicadas por un factor conocido como A (ganancia)¹¹.

Su utilización es diversa ya sea en operaciones matemáticas analógicas (suma, resta, multiplicación, división, integración, derivación, etc.) o para amplificación de señales.

La figura 2.11 muestra dos modelos de amplificadores operacionales y su símbolo característico.

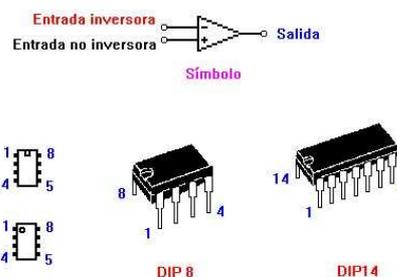


Figura 2.11:Amplificadores Operacionales.

Fuente: <http://electronica.webcindario.com/glosario/ampop.htm>.

¹¹<http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadores-operacionales/amplificadores-operacionales2.shtml>

2.3.2 Parámetros de los amplificadores operacionales

- **Ganancia en lazo abierto:** Indica la ganancia de tensión en ausencia de realimentación. Se puede expresar en unidades naturales (V/V, V/mV) o logarítmicas (dB). Son valores habituales 100.000 a 1.000.000 V/V.
- **Tensión en modo común:** Es el valor medio de tensión aplicado a ambas entradas del operacional.
- **Tensión de Offset:** Es la diferencia de tensión, aplicada a través de resistencias iguales, entre las entradas de un operacional que hace que su salida tome el valor cero.
- **Corriente de Offset:** Es la diferencia de corriente entre las dos entradas del operacional que hace que su salida tome el valor cero.
- **Corrientes de polarización (Bias) de entrada:** Corriente media que circula por las entradas del operacional en ausencia de señal
- **Slew rate:** Es la relación entre la variación de la tensión de salida máxima respecto de la variación del tiempo. El amplificador será mejor cuanto mayor sea el *Slew Rate*, el cual está limitado por la compensación en frecuencia de la mayoría de los amplificadores operacionales. Existen amplificadores no compensados (con mayor *slew rate*) usados principalmente en comparadores, y en circuitos osciladores, debido de hecho a su alto riesgo de oscilación.
- **Relación de Rechazo en Modo Común (RRMC):** Relación entre la ganancia en modo diferencial y la ganancia en modo común.

2.3.3 Amplificador No Inversor

Este tipo de montaje permite que la señal de salida se encuentre en fase con la de entrada. La utilización de esta configuración es menos utilizada que la del Amplificador Operacional Inversor. Debido a que su ganancia siempre será superior a 1. En la figura 2.12 se puede apreciar un amplificador no inversor.

$$\text{Ganancia } A = \frac{V_{out}}{V_{in}}; > 1$$

$$V_{out} = v_{in} \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

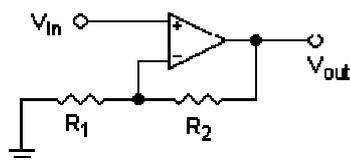


Figura 2.12: Amplificador no inversor.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_operacional

2.3.4 Amplificador Inversor

El amplificador inversor es quizás el montaje más utilizado de los amplificadores operacionales.

Su función es la de invertir la señal de salida con respecto a la entrada, o lo que es lo mismo, desfazarla 180°. Esto es importante para aquellas señales senoidales donde hay que cuidar su fase. Por el contrario, en las tensiones continuas, el valor de salida tendrá el signo cambiado con referencia a la entrada. La grafica 2.13 muestra un amplificador operacional inversor.

$$\text{Ganancia } A = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

$$V_{out} = -v_{in} \frac{R_f}{R_{in}}$$

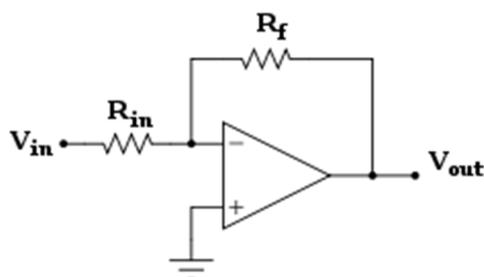


Figura 2.13: Amplificador operacional inversor.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_operacional

Esta configuración es una de las más importantes, porque gracias a esta configuración, se puede elaborar otras configuraciones, como la configuración del derivador, integrador, sumador. En sistemas microelectrónicos se puede utilizar como *buffer*, poniendo dos en cascada¹².

¹²http://lcr.uns.edu.ar/electronica/Introducc_electr/2011/clases/OPAMP.pdf

2.3.5 Amplificador seguidor de tensión

En el amplificador operacional en modo seguidor de tensión, la tensión de la señal de entrada es igual a la tensión de salida, es decir, la señal de salida sigue a la de entrada, de ahí su nombre.

Estos circuitos tratan de aprovechar las características de alta impedancia de entrada y baja de salida de los amplificadores operacionales. Su uso más corriente es el de adaptador de impedancias de diferentes etapas, ya que, en teoría no consume ninguna corriente en su entrada y entrega señal en su salida.

La grafica 2.14 muestra un bosquejo de un amplificador seguidor de tensión.

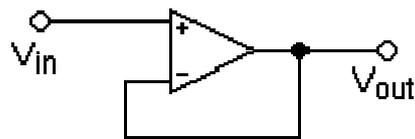


Figura 2.14: Amplificador seguidor de tensión.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_operacional

Se usa como un *buffer*, para eliminar efectos de carga o para adaptar impedancias. Tiene una elevada impedancia de entrada y una muy baja impedancia de salida.

2.3.6 Amplificador Sumador

Es un circuito construido en base a un amplificador operacional que permite realizar sumas algebraicas de varias señales analógicas. Su tensión de salida se la obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$V_o = -R_f(V_1/R_1 + V_2/R_2 + V_3/R_3 \dots) = -R_f \left(\sum_{i=1}^N \frac{V_i}{R_i} \right)$$

En la figura 2.15 se puede observar un amplificador con tres señales de entrada.

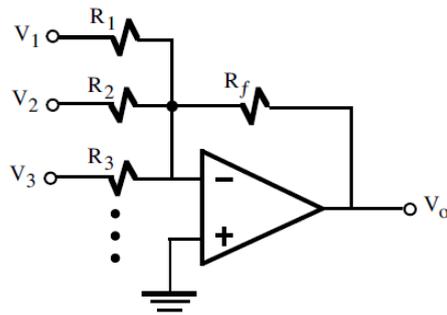


Figura 2.15: Amplificador sumador.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadoresoperacionales/amplificadores-operacionales2.shtml>

2.3.7 Amplificador Integrador

Un integrador se logra obtener sustituyendo en la configuración inversora la resistencia de realimentación por un condensador. Por ello la relación resultante para la tensión es:

$$V_o(t) = -\frac{1}{RC} \int V_1(t) dt$$

Es decir que al aplicar una ecuación la resultante será que la tensión de salida es la integral de una señal analógica a la entrada. Dentro de esta operación intervendrá la carga inicial del condensador, el circuito dual implementara la ecuación que se especifica. La figura 2.16 muestra un circuito integrador.¹³

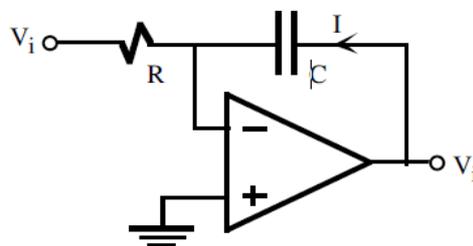


Figura 2.16: Integrador.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadores-operacionales/amplificadores-operacionales2.shtml>

¹³<http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadores-operacionales/amplificadores-operacionales2.shtml>

2.3.8 Amplificador Diferenciador

Un amplificador diferenciador como el que se muestra en la figura 2.17 es un circuito que proporciona la siguiente ecuación resultante:

$$v_o(t) = -RC \frac{dv_1(t)}{dt}$$

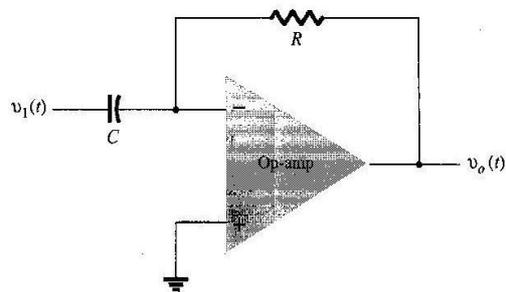


Figura 2.17: Amplificador diferenciador.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadores-operacionales/amplificadores-operacionales2.shtml>

2.3.9 Amplificador de Ganancia Constante

Entre los diversos amplificadores de ganancia constante el más utilizado es el amplificador inversor, cuyo circuito se muestra en la figura 2.18; su salida se la obtiene multiplicando la entrada por una ganancia constante determinada por la resistencia de entrada (R_1), y la resistencia de retroalimentación (R_f), teniendo una salida invertida con relación a la entrada, de acuerdo a la siguiente ecuación:¹⁴

$$\text{Ecuación: } V_0 = - \left[\left(\frac{R_f}{R_1} \right) V_1 \right]$$

¹⁴<http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadores-operacionales/amplificadores-operacionales2.shtml>.

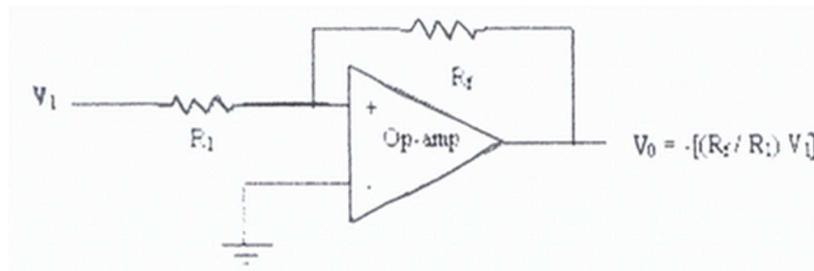


Figura 2.18: Amplificador Operacional Inversor.

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadores-operacionales/amplificadores-operacionales2.shtml>

2.3.10 Aplicaciones de amplificadores operacionales

Las principales aplicaciones de los amplificadores operacionales son las siguientes:

- Calculadoras analógicas
- Filtros
- Preamplificadores y buffers de audio y video
- Reguladores
- Conversores
- Evitar el efecto de carga
- Adaptadores de niveles (por ejemplo CMOS y TTL)¹⁵

2.4 CIRCUITOS CON RETROALIMENTACIÓN Y OSCILADORES

La base de un circuito electrónico es su señal de entrada, la cual es producida por la excitación, mientras que la señal de salida es la respuesta a tal excitación; en este proceso aparece la retroalimentación la cual es la inyección de una pequeña porción de la señal de salida en la entrada, mezclándose ambas señales para producir cambios de suma o resta.

¹⁵http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_operacional

2.4.1 Osciladores

Este es un sistema encargado de crear diversas perturbaciones o cambios periódicos en un ambiente específico, ya sea en el medio material (sonido) o en el plano electromagnético (ondas de radio, infrarrojo, microondas, luz visible, rayos X, rayos gamma, rayos cósmicos). Disponen de un circuito totalmente capaz de convertir la corriente continua en una corriente que varía de manera periódica en el tiempo; las oscilaciones pueden ser sinusoidales, cuadradas o de varias formas, dependiendo la forma que tiene la onda producida.

2.4.1.1 Oscilador Puente de Wien

En electrónica un oscilador de puente de Wien es un tipo de oscilador que genera ondas sinusoidales sin necesidad de ninguna señal de entrada. Un oscilador de puente de Wien es un tipo de oscilador electrónico que puede producir una amplia gama de frecuencias. El puente consta de cuatro resistencias y dos condensadores. También se puede ver como un sistema de retroalimentación positivo combinado con un filtro pasa-banda¹⁶.

La frecuencia de oscilación viene dada por:

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

La figura 2.19 representa un oscilador puente de Wien. Donde A representa al sistema de retroalimentación positiva y β representa a un filtro pasa banda.

¹⁶http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Wien_bridge_oscillator

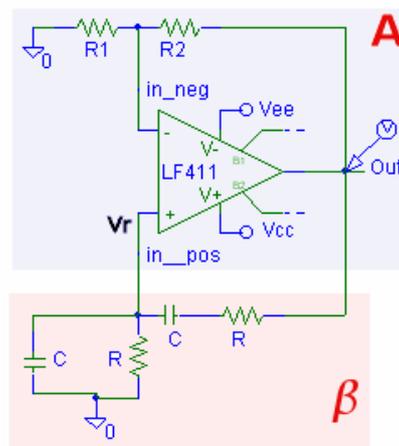


Figura 2.19: Puento de Wien.

Fuente: <http://www.huarpe.com/electronica/osc/wien.html>

2.4.1.2 Oscilador de Cristal

Un oscilador de cristal es aquel oscilador que incluye en su realimentación un resonador piezoeléctrico. Se caracteriza por su estabilidad de frecuencia y pureza de fase, dada por el resonador.

La frecuencia es estable frente a variaciones de la tensión de alimentación. La dependencia con la temperatura depende del resonador, pero un valor típico para cristales de cuarzo es de 0,005% del valor a 25 °C, en el margen de 0 a 70 °C¹⁷.

Estos osciladores admiten un pequeño ajuste de frecuencia, con un condensador en serie con el resonador, que aproxima la frecuencia de este, de la resonancia serie a la paralela.

¹⁷http://es.wikipedia.org/wiki/Oscilador_de_cristal

2.5 FILTROS

Su función principal es controlar las frecuencias permitiendo o no el paso de ellas dependiendo de su valor.

Existen filtros activos y pasivos, la diferencia entre ellos es que estos últimos son solamente una combinación específica de resistencias, capacitores e inductores; en un filtro pasivo, su salida es de menor magnitud que la de la entrada. Mientras que en los filtros activos están compuestos por resistores, capacitores y dispositivos activos como Amplificadores Operacionales o transistores. Los filtros se clasifican de acuerdo al rango de frecuencias cuyo paso permiten de la siguiente manera:

2.5.1 Filtro Pasa Bajo

Es un filtro electrónico que introduce muy poca atenuación a las frecuencias que son menores que una determinada, llamada frecuencia de corte. Las frecuencias que son mayores que la de corte son muy atenuadas¹⁸. La figura 2.20 muestra la forma de onda de salida de un filtro pasa-bajo.

Frecuencia de Corte: $f_{OH} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$ **Ganancia de Voltaje:** $A_v = 1 + \frac{R_f}{R_1}$

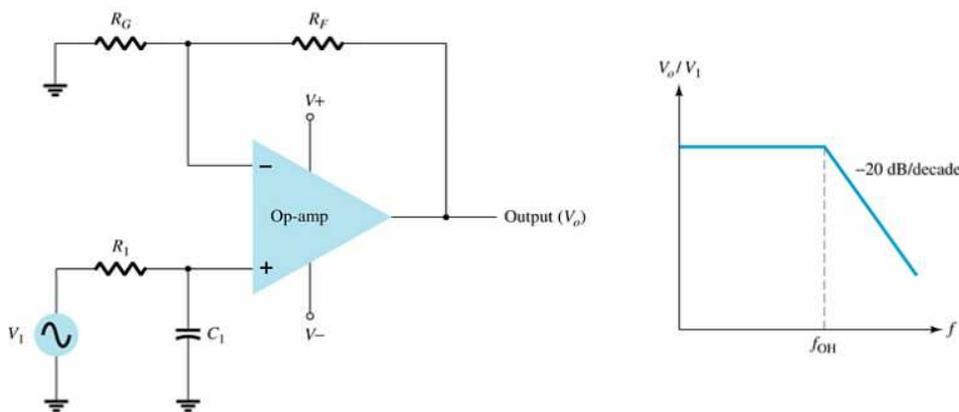


Figura 2.20: Diagrama de filtro paso bajo.

Fuente: <ftp://ftp.itmerida.mx/SistemasAnalogicos/SistemasAnalogicosMecanica/SistemasAnalogicos/Unidad1/OpAmpAplic.pdf>

¹⁸<http://www.terra.es/personal2/equipos2/filtros.htm>

2.5.2 Filtro Pasa Alto

Es un filtro electrónico en cuya respuesta en frecuencia se atenúan los componentes de baja frecuencia pero no las de alta frecuencia, incluso puede amplificarse en los filtros activos, su forma de onda de salida se muestra en la figura 2.21¹⁹.

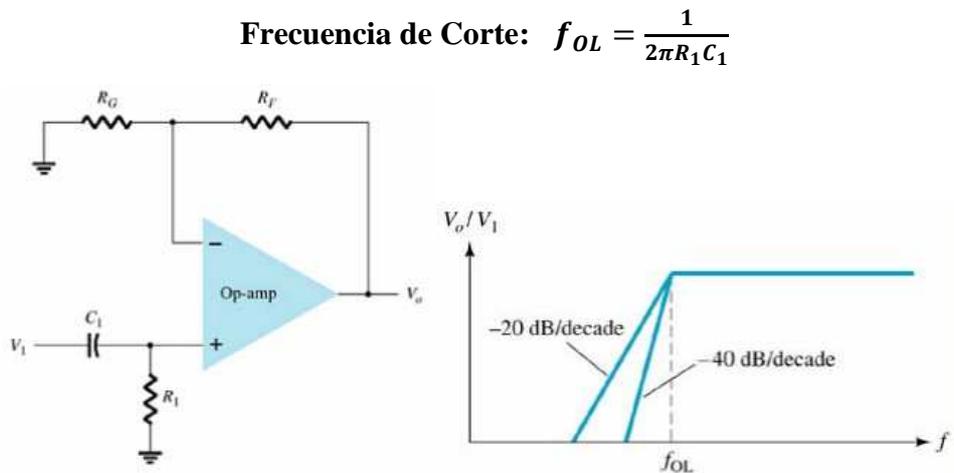


Figura 2.21:Diagramas filtro paso alto.

Fuente:<ftp://ftp.itmerida.mx/SistemasAnalogicos/SistemasAnalogicosMecanica/SistemasAnalogicos/Unidad1/OpAmpAplic.pdf>

2.5.3 Filtro Pasa Banda

Permiten el paso de componentes frecuenciales contenidos en un determinado rango de frecuencias, comprendido entre una frecuencia de corte superior y otra inferior. La forma de onda de salida de un filtro pasa banda se muestra en la figura 2.22.

¹⁹ <http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadores-operacionales/amplificadores-operacionales2.shtml>

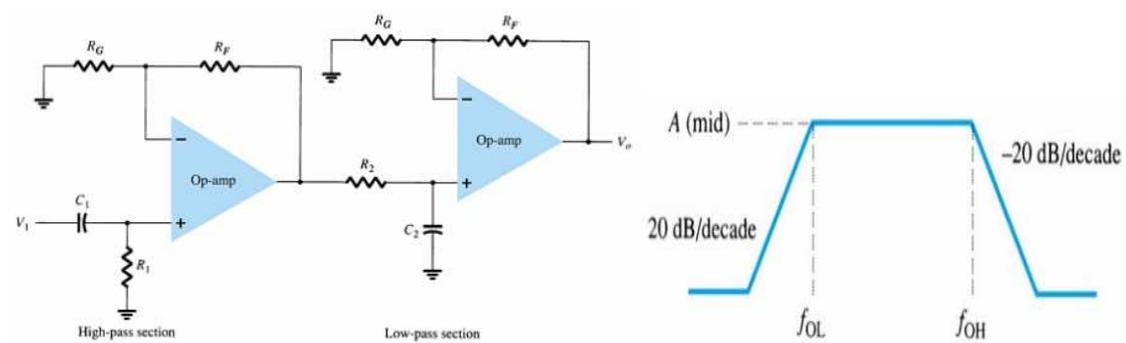


Figura 2.22: Diagramas de filtro pasa banda.

Fuente: <ftp://ftp.itmerida.mx/SistemasAnalogicos/SistemasAnalogicosMecanica/SistemasAnalogicos/Unidad1/OpAmpAplic.pdf>

Otro camino para construir un filtro Pasa Banda, es utilizar un filtro Pasa Bajo en serie con un filtro Paso Alto ya que entre ellos existe un rango de frecuencias que ambos dejan pasar²⁰.

En el siguiente capítulo se presentará en forma detallada el programa de simulación ORCADPSPICE 9.2, sus principales características y su operación.

²⁰<http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadores-operacionales/amplificadores-operacionales2.shtml>

CAPÍTULO 3: PROGRAMA DE SIMULACIÓN ORCADPSPICE 9.2

La herramienta de **CAD**(*ComputerAidedDesign*,Diseño Asistido por Computador), ofrece una solución completa para el diseño de circuitos electrónicos. A continuación se detallarán las principales características del programa de simulación ORCAD 9.2.

3.1 DESCRIPCIÓN DE ORCAD 9.2

ORCAD está constituido por tres programas básicamente²¹: *Capture*, *PSPICE* y *Layout*, y cada uno de ellos puede trabajar de manera independiente.

- ***Capture***: Edición de esquemas.
- ***PSPICE***: Simulación de circuitos.
- ***Layout***: Creación de circuitos impresos.

Cada programa consecuentemente deberá de poseer sus respectivas librerías. Como son para *Capture* símbolos normalizados, los modelos para la simulación en *PSPICE* y para crear circuitos impresos tenemos la representación de los “*footprint*” en *Layout*. Las aplicaciones más importantes de ORCAD son²²:

1. Simulación de un circuito a partir del esquema de un circuito: Relacionado a *Capture* y *PSPICE*.
2. Mediante un esquema la creación de una placa de circuito impreso: relacionado a *Capture* y *Layout*.

3.1.1 *Capture*

ORCAD mezcla dos herramientas, el esquemático *Capture* y el simulador *PSPICE*. El esquemático dispone de librerías que se encuentran en otros ficheros con extensión “.*olb*” que tiene el símbolo del componente, consecuentemente debe de haber referencias entre librerías. Si no se crea o encuentra dicho fichero no se podrá realizar la simulación presentando mensajes de error.

²¹Libro: Creación de nuevos componentes para ORCAD 10.3

²²<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Manual%20sobre%20ORCAD%20Pspice%209.1.pdf>

PSPICE describe en un fichero de texto, el circuito y análisis requerido mediante comandos y declaraciones, a este archivo se le llama fichero del circuito. La sintaxis de las declaraciones permite dejar parámetros sin especificar tomando valores por defecto. Este fichero del circuito es leído por PSPICE, y comprueba que no hay errores en las conexiones y sintaxis declaradas y finalmente se realiza la simulación.

PSPICE es una versión para PC (*Personal Computer*, Computador Personal) de SPICE (que actualmente está disponible en ORCAD Corp. *Cadence Design Systems, Inc.*). Una versión para estudiantes (con capacidad limitada) viene con varios libros de texto, denominada PSPICE AD Lite. La información sobre PSPICE AD está disponible en el sitio web de ORCAD y si web de ORCAD, y siendo de libre difusión: <http://www.ORCAD.com/PSPICEad.aspx>.

PSPICE incluye un sin número de programas que cubren diferentes fases del diseño electrónico, desde la creación de un circuito hasta su respectiva implementación. Es decir, al instalar PSPICE se estará instalando no solo un simulador de circuitos analógicos y digitales sino también:

- Un programa de edición gráfica de circuitos.
- Un osciloscopio virtual y analizador de ondas.
- Una aplicación para optimizar el comportamiento del circuito.
- Un editor de estímulos.
- Un conjunto de utilidades que le permiten editar y caracterizar componentes, definir subcircuitos, etc.

Además, PSPICE posee librerías analógicas y digitales de los componentes estándar (como NAND, NOR, flip-flops, Muxes, FPGAs, PLDs, componentes digitales y muchos más). Esto hace que sea una herramienta útil para una amplia variedad de aplicaciones digitales y analógicas. El circuito puede contener los siguientes componentes:

- Fuentes de corriente y fuentes dependientes e independientes de voltaje.
- Resistencias
- Condensadores
- Inductores
- Líneas de transmisión
- Amplificadores operacionales
- Interruptores
- Diodos
- Transistores bipolares
- Transistores MOS
- JFET
- MOSFET
- Puertas digitales, entre otros componentes.

3.1.3 Layout

Layout es la parte de ORCAD que permite realizar los diseños de los circuitos impresos, utiliza librerías con extensión “.lib”. Para poder ver el contenido del fichero se debe utilizar una herramienta de *layout*, llamada gestor de librerías, también denominado “*LibraryManager*”, que muestra el listado de las librerías y componentes disponibles en cada una de ellas. Para acceder al gestor de librerías se lo realiza en: “*Tools\LibraryManager*”.

Layout es una parte de ORCAD que no será detallada en esta tesis, debido a que la materia de Electrónica II se basa específicamente en la creación y simulación de circuitos, y no en la creación de PCBs.

3.2 FUNCIONES BÁSICAS DE ORCADCAPTURE CIS

A continuación se muestran los menús que contienen las herramientas y operaciones necesarias para trabajar en *Capture*. Aunque son funciones muy conocidas, antes de empezar se dará un pequeño repaso a los distintos iconos que aparecen en la barra de tareas principal. Los principales íconos de acceso rápido de *Capture CIS* se muestran en la figura 3.2.

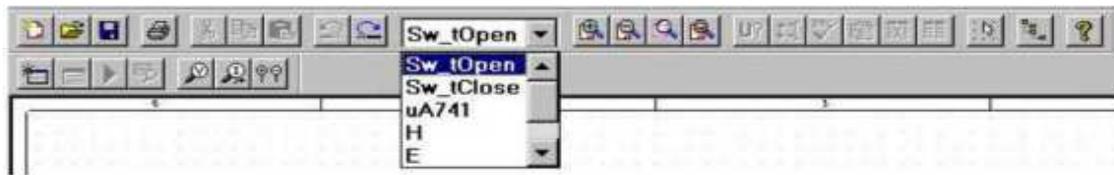


Figura 3.2: Iconos de acceso rápido más representativos de *Capture CIS*.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

Los tres primeros iconos empezando por la parte superior izquierda, son los que representan las opciones de nuevo proyecto, abrir existente y guardar, luego encontramos imprimir, copiar, cortar, deshacer y deshacer lo deshecho. El desplegable que sigue brinda la opción de escoger entre los últimos componentes utilizados en el esquema, y finalmente encontramos el zoom.

La segunda línea de iconos corresponde a los marcadores y habilitaciones de voltajes e intensidades para polarización en corriente continua.

En la figura 3.3 se muestra la ventana correspondiente a la Gestión de Proyectos y esquemático de *Capture CIS*.



Figura 3.3: Ventana de Gestión de Proyectos y esquemático en *Capture CIS*.

Fuente: Libro Problemas de electrónica con ORCADPSPICE.

A continuación se describirá las opciones²⁵ de la barra de menú para poder entender de mejor manera el funcionamiento de *Capture CIS*.

3.2.1 Menú *File* (Fichero)

Contiene comandos como: abrir, guardar, cerrar, nuevo, exportar e importar archivos, entre otros para poder iniciar la sesión de trabajo. *New* y *Open* tienen el mismo menú desplegable con las siguientes opciones:

- **Project (proyecto):** Abre una ventana para definir un nuevo proyecto.
 - **Design (ficheros de diseño):** Se accede solo a los ficheros básicos de diseño de un circuito determinado como: esquemáticos, librerías, entre otros.
 - **Library (librería):** Permite agregar librerías.
 - **VHDLfile (fichero VHDL)**
 - **Text file (fichero de texto):** Permite crear un fichero de texto donde se anotara cambios sobre el proyecto en curso.
- **PSPICELibrary (Librería PSPICE):** Permite crear una librería de componentes para PSPICE. Primero solicita el nombre del proyecto, y luego enlaza directamente con la aplicación *ORCAD (Model Editor, Editor de Modelos)*, en donde se procede a crear dicha librería. Ya creados los archivos mostraran las siguientes extensiones:
 - **Archivos tipo Project:** extensión *.opj.
 - **Archivos tipo Design:** extensión *.dsn.
 - **Archivos tipo Library:** extensión *.olb.
 - **Archivos tipo VHDL:** extensión *.vhd.
 - **Archivos tipo Textfile:** extensión *.txt.
 - **Archivos tipo PSPICELibrary:** extensión *.lib.

3.2.2 Menú *Edit* (Edición)

Permite la edición del circuito trabajado. Contiene las siguientes opciones:

²⁵http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf

- **Undo Place (deshacer):** permite como dice su nombre deshacer una operación realizada.
- **Redo (rehacer):** Rehace operación realizada.
- **RepeatPlace (repetir):** Reitera operación realizada.
- **Cut (cortar):** Corta objeto seleccionado.
- **Copy (copiar):** Copia objeto seleccionado anteriormente.
- **Paste (pegar):** Coloca donde deseemos objeto copiado y cortado previamente.
- **Delete (borrar):** Borra objeto seleccionado.
- **Selectall (seleccionar todo):** Selecciona todos los elementos presentes en el proyecto.
- **Properties (propiedades):** Abre una ventana diferente con respecto al elemento seleccionado como se muestra en la figura 3.4, y así configurar las propiedades del elemento.

En la Figura 3.4 se puede apreciar la ventana de diálogo de propiedades de un componente.



Figura 3.4: Ventana de diálogo de propiedades de un componente.

Fuente: http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf

- **Link Database (enlazar base de datos):** Incluye o agrega base de datos.
- **Part (componente):** Abre la aplicación *Parts* que se explicara en la sección 3.3.2 y es usada para la edición de componentes.
- **Mirror (espejo):** Menú desplegable con opciones del efecto espejo.
- **Rotate (rotar):** Permite rotar componentes.
- **Group (agrupar):** Agrupa varios componentes.
- **Ungroup (desagrupar):** desagrupa bloque seleccionado anteriormente.
- **Find (encontrar):** permite realizar búsquedas de cualquier tipo de componente.

3.2.3 Menú *View* (Visualizar)

Opciones referentes a la visualización del programa. Se puede configurar lo que se desea ver y como se desea ver. Contiene las siguientes opciones:

- ***AscendHierarchy* (ascender en la jerarquía):** Permite ascender en el diagrama jerárquicamente desde un circuito a un subcircuito.
- ***DescendHierarchy* (descender en la jerarquía):** Opción inversa a la anterior.
- ***Go to (ir a):*** Por medio de una ventana de dialogo permite dirigirnos hacia un punto de referencia indicado.
- ***Zoom* (enfocar):** Presenta menú desplegable para cambiar aspecto de la pantalla como:
 - ***In* (ampliar):** Amplia pantalla con respecto al puntero del ratón.
 - ***Out* (reducir):** función inversa a la anterior.
 - ***Scale* (escala):** ventana de dialogo que permite seleccionar escala del dibujo para valores predefinidos o personalizados.
 - ***Area* (amplia área):** Amplia área con el botón izquierdo del ratón.
 - ***All* (ajustar):** Ajusta zoom a tamaño normal.
 - ***Selection* (ampliar selección):** Ajusta el zoom de la selección de componentes.
 - ***Redraw* (redibujar):** Redibuja eliminando trazos inútiles.
- ***Grid* (rejilla):** Permite activar o desactivar la rejilla.
- ***Gridreferences* (referencias de la rejilla):** Oculta referencias de la rejilla.
- ***ToolPalette* (barra de componentes):** Barra referente a la inserción de componentes.
- ***Toolbars* (barra de herramientas):** Barra de herramientas del circuito.
- ***StatusBars* (barra de estado):** Barra de estado de la aplicación como: escala, posición del cursor, etc.

3.2.4 Menú *Place* (Insertar)

Permite colocar componentes en el área de trabajo del circuito trabajado, además permite graficar líneas, círculos, etc.

- ***Part* (componente):** Ventana de dialogo que nos permite insertar componentes como *resistencias*, capacitores, diodos, etc.; asociados a las librerías de los circuitos.
- ***Wire* (conexión):** Permite realizar conexiones en el circuito.
- ***Bus* (bus):** Sirve para crear e líneas a manera de buses, muy útiles para los circuitos.
- ***Junction* (nudo):** Crea nudos en los circuitos, aunque la mayoría de veces es colocado automáticamente.
- ***BusEntry* (entrada a bus):** Crea entradas para líneas de bus.
- ***NetAlias* (nombrar conexión):** Sirve para asignar a las líneas de conexión del circuito un nombre referencial.
- ***Power* (alimentación):** Componentes restringidos a fuentes de alimentación.
- ***Ground* (masa):** Componentes restringidos a terminales o masas.
- ***Off-Page Conector* (conectores fuera de página):** Conexiones de circuitos en diferentes proyectos.
- ***Hierarchical Block* (bloque jerárquico):** Define propiedades del circuito a crear. Selecciona cuadro o marco de encapsulado.
- ***Hierarchical Port* (puerto jerárquico):** Componentes restringidos a los terminales de conexión de subcircuitos.
- ***No Connect* (no conexión):** Establece no conexiones del proyecto.
- ***Title Block* (bloque de título):** Selecciona bloques de titulo, cuadros de texto que permite etiquetar proyectos.
- ***Bookmark* (marca de texto):** Crea marcas de texto.
- ***Text* (texto):** Inserta texto.
- ***Line* (línea):** Dibuja líneas de diferentes tamaños.
- ***Rectangle* (rectángulo):** Dibuja rectángulos.
- ***Ellipse* (elipse):** Dibuja elipses.
- ***Arc* (arco):** Dibuja arcos.
- ***Picture* (imagen):** Inserta imágenes *.bmp.

3.2.5 Menu *PSPICE*

Brinda opciones para la simulación del circuito, con herramientas que preparan al circuito para su adecuada simulación.

- ***New Simulation Profile* (nuevo fichero de simulación):** Ventana de dialogo que indica el nombre del fichero a realizar. El cuadro de diálogo respectivo se muestra en la figura 3.5.

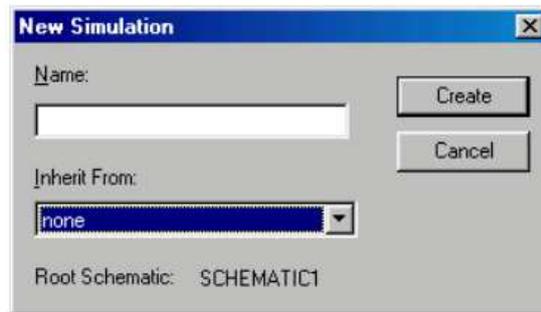


Figura 3.5: Cuadro de dialogo de *New Simulation Profile*.

Fuente: http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf

- ***Edit Simulation Setting* (configurar la simulación):** Se logrará especificar el tipo de simulación, cuyo menú de configuración se muestra en la figura 3.6.

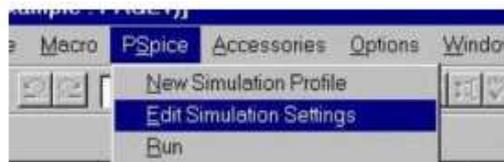


Figura 3.6: Menú de configuración para la edición de la simulación en *PSPICE*.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

En la figura 3.7 se muestra la ventana de *EditSimulationSettings* con todas sus pestañas.

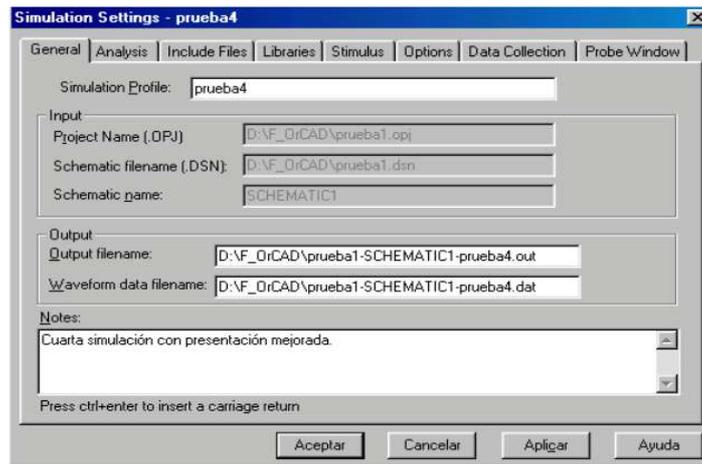


Figura 3.7: Ventana de *Edit Simulation Settings* con todas sus pestañas.

Fuente: http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf.

- **General:** Parámetros generales como: nombre del archivo, entradas, salidas y notas.
- **Analysis (análisis):** Permite configurar tipos de análisis que se explicaran más adelante como: time domain, DC Sweep, AC Sweep, entre otros.
- **IncludeFiles (archivos incluidos):** Permite la inclusión de circuitos leídos antes del principal.
- **Libraries (librerías):** Esta ventana muestra librerías listadas y utilizadas en el proyecto.
- **Stimulus:** Permite añadir ficheros ya creados, y que se pueden utilizar en el circuito.
- **Options(opciones):** Provee opciones de simulación adicionales. Influyendo en la rapidez, precisión y presentación de las graficas.
- **Data collection (colección de datos):** Presta la opción de guardar y escoger ficheros *.cds.
- **Probewindow (ventana de prueba):** Permite configurar en el instante a mostrar la ventana de ORCADPSPICE A/D, así como el esquemático realizado en Capture.
- **Run (ejecutar):** Inicia la simulación.
- **Viewsimulationresults (ver resultados de la simulación):** Enlaza con ORCADPSPICE A/D, y abre el fichero de ondas con respecto a la última simulación.

- **ViewOutput File (ver fichero de salida):** Se enlaza con el editor de texto, y abre el fichero de salida *.out de la ultima simulación. Este fichero posee información del circuito simulado y sus análisis como: esquema del circuito, componentes, punto de trabajo.
- **CreatNetlist (creación del fichero de conexión):** Genera el fichero de las conexiones *.net, y verifica la existencia de errores.
- **View Netlist (ver fichero de conexión):** Muestra en el bloc de notas el fichero anterior.
- **Place OptimizerParameters (establece parámetros óptimos)**
- **Markers (marcadores):** Antes del análisis en PSPICE se debe de especificar los nudos que desea monitorear, tanto de su tensión, como de su intensidad. Para ello hay que abrir "PSPICE - Markers" y seleccione la magnitud que desee medir.²⁶ Tal como se muestra en la figura 3.8.

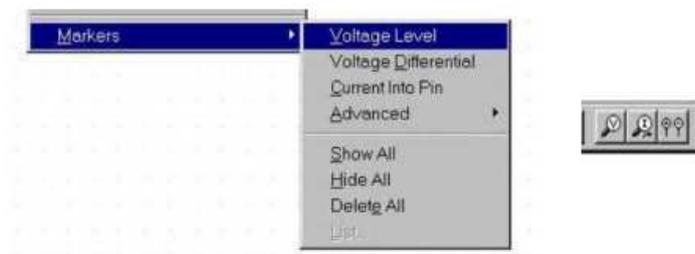


Figura 3.8: Marcadores, seleccionar magnitud a medir en un punto, también se puede hacer lo mismo con los iconos de la derecha.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

Existen tres tipos de marcadores: el de tensión, el de tensión diferencial y el de intensidad.

Si se estuviera trabajando para hacer un barrido de alterna (es decir, para hallar un Bode) pueden usarse los marcadores avanzados, medidos en dB. Para abrirlos se necesita configurar el análisis como "AC Sweep" anteriormente.

- **Marcador de tensión.** Da la tensión de un determinado punto respecto del nudo que hayamos marcado como tierra.

²⁶<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

- **Marcador de intensidad.** Da la intensidad que pasa por el punto marcado.
- **Marcador diferencial de tensión.** Marca la diferencia de tensión entre dos puntos.

Además se pueden usar marcadores avanzados como por ejemplo marcadores de fase, de parte real, compleja, etc. Para acceder a ellos, de clic en *Advanced*.

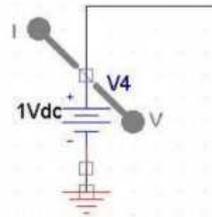


Figura 3.9: Ejemplo de marcador de voltaje.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

3.2.6 Menú *Options* (Opciones)

El menú opciones muestra opciones generales para desarrollar adecuadamente el circuito. La ventana correspondiente a los colores a elegir se muestra 3.10.

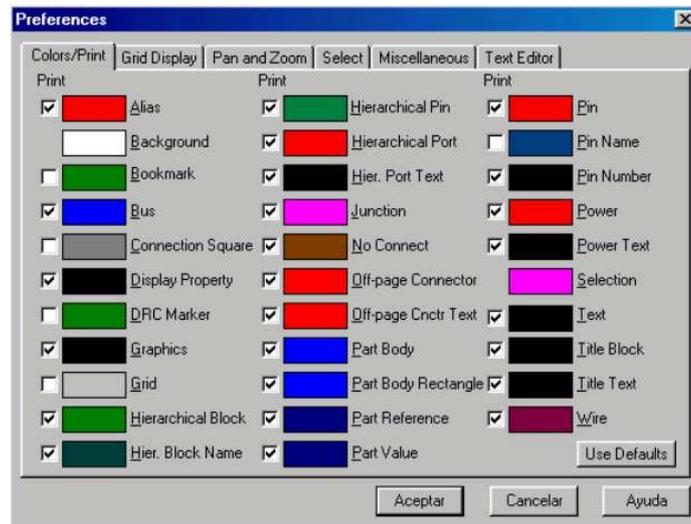


Figura 3.10: Ventana *colors/prints* de preferencias.

Fuente: http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf

- **Preferences (preferencias):** Permite personalizar los circuitos con los parámetros detallados a continuación:
 - **Colors/Print (impresión de colores):** Posibilita el cambio en el color de los diferentes elementos de un circuito.
 - **Griddisplay:** Muestra u oculta la rejilla.
 - **Pan and zoom:** Permite modificar la escala del zoom tanto en el capturador de esquemas y en el editor de símbolos.
 - **Select (seleccionar):** Permite la selección de componentes con el cursor.
 - **Miscellaneous:** Permite configurar el estilo de las líneas y formato de texto.
 - **Text editor (editor de texto):** Facilita la configuración del formato de texto.
- **DesignTemplate (designación general):** Permite configurar parámetros a nivel general del circuito. El cuadro de diálogo para determinar el tamaño de página se muestra en la figura 3.11.

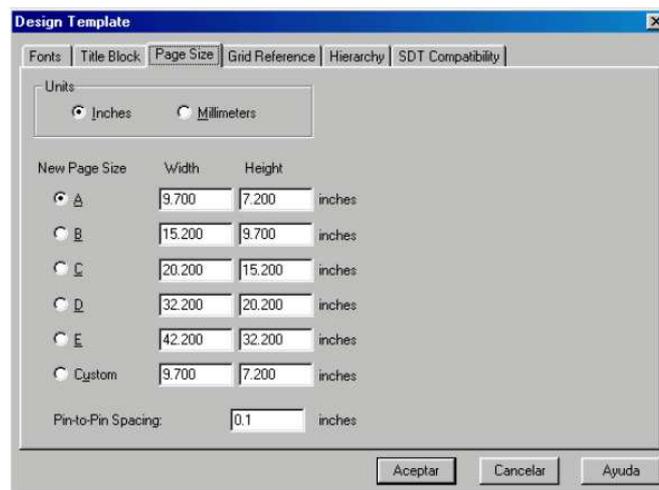


Figura 3.11: Cuadro de dialogo *Page Size* (tamaño de pagina) en *Design Template*.

Fuente: http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf.

- **Fonts:** Establece fuentes de texto para cada elemento.
- **Title Block (bloque de titulo):** Sirve para identificar proyectos, identificando títulos, nombres, etc.
- **Page Size (tamaño de página):** Sirve para configurar el tamaño de la página y las unidades empleadas en el proyecto.
- **Grid Reference:** Configura referencias adicionales agregadas a la rejilla. La ventana respectiva se muestra en la figura 3.12.

- **Hierarchy (jerarquía):** Propone forma de jerarquización de subcircuitos.
- **SDT Compatibility (compatibilidad SDT)**

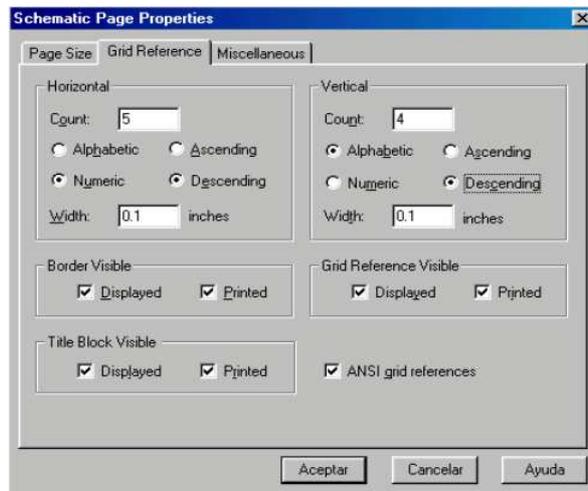


Figura 3.12: Ventana *Grid Reference*.

Fuente: http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf.

3.2.7 Menú *Window* (ventana)

Ofrece opciones para: crear, clasificar, modificar y borrar ventanas.

- **New Window (ventana nueva):** Crea nueva ventana.
- **Cascade (cascada):** Permite visualizar todas las ventanas abiertas en forma de cascada.
- **TitleHorizontally (mosaico horizontal):** Permite revisar las ventanas abiertas a manera de mosaico horizontal.
- **TitleVertically (mosaico vertical):** Igual al anterior pero de manera vertical.
- **ArrangeIcons (colocar iconos)**
- **Session log (anotaciones de la sesión):** Muestra la ventana “*Session log*” y contiene anotaciones del proyecto como: *checkingforunconnectedwires* (chequea cables sueltos), *checking off-page connections* (chequea terminales de salida), *checking Pin toportconnections* (chequea pines de conexión), *creatingPSPICenetlist* (crea fichero de conexión), etc.
- **Lista de archivos**

3.2.8 Menú *Help* (Ayuda)

Permite obtener ayuda sobre el programa ya sea de internet o de tutoriales adheridos en el programa. La ventana correspondiente se muestra en la figura 3.13.

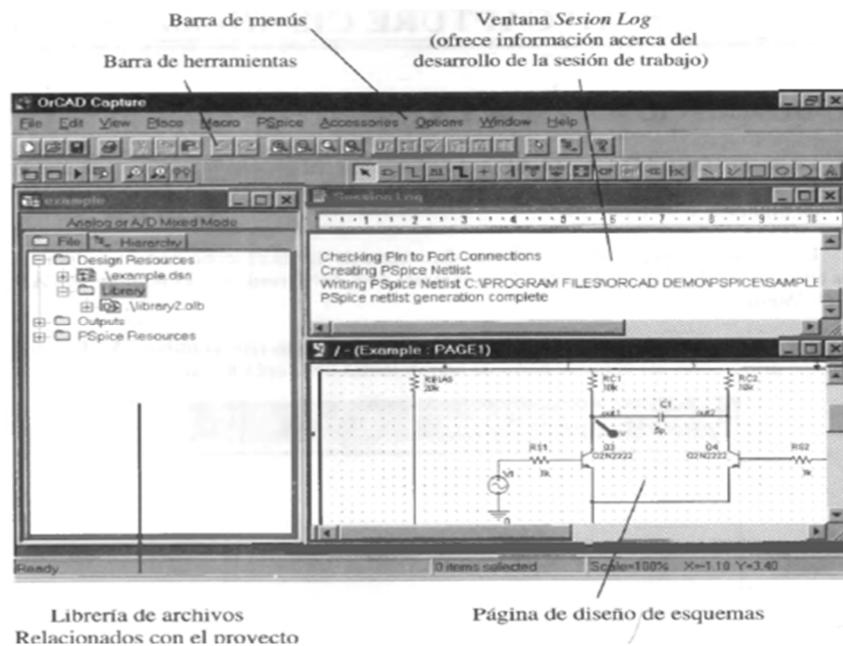


Figura 3.13: Pantalla principal de ORCAD*Capture CIS*.

Fuente: Libro Teoría de circuitos con ORCADPSPICE: 20 prácticas de laboratorio.

3.3 ¿CÓMO EMPEZAR UN PROYECTO EN ORCAD?

En primer lugar se empezará por **crear un nuevo proyecto**²⁷. Para ello se abre el programa *Capture CIS* de la carpeta ORCAD. Las opciones para abrir dicho programa se pueden observar en la figura 3.14.

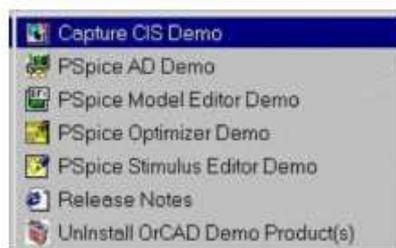


Figura 3.14: Opciones para abrir programa *Capture CIS*.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

²⁷<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

Abierto el programa se selecciona en el menú *File* la opción *New-Project*, como se muestra en la figura 3.15.

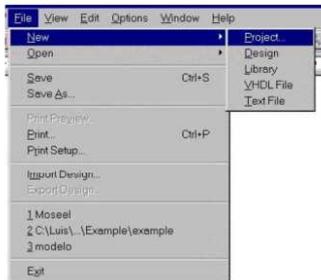


Figura 3.15: Menú de Opciones Archivo – Nuevo – Proyecto.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

En el siguiente cuadro se deberá ubicar en la parte superior el respectivo nombre del proyecto y en la parte inferior una ruta para los ficheros. Se debe de seleccionar la opción “*Analogor Mixed-Signal Circuit Wizard*” en el cuadro de diálogo mostrado en la figura 3.16 para permitir realizar simulaciones en los circuitos dibujados.



Figura 3.16: Cuadro de dialogo de proyecto nuevo.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

Al elegir el nombre y el tipo del proyecto, el programa pedirá las librerías a instalar como muestra la figura 3.17.

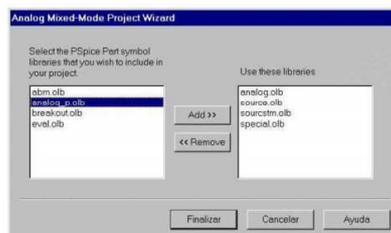


Figura 3.17: Cuadro de dialogo para selección de librerías del proyecto.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

Las librerías instaladas aparecerán en el lado de la derecha, mientras que las que no lo están lo harán en la izquierda. Para seleccionarlas, basta con marcarlas una por una e ir pulsando "Add". Del lado derecho del cuadro aparecerán las librerías añadidas, ORCAD permitirá manejar hasta 8 librerías al mismo tiempo para simular circuitos, como las que se muestran en la tabla 3.1

Tabla 3.1: Librerías más utilizadas de PSPICE.

Fuente: http://www.eie.ucr.ac.cr/uploads/file/software/Guia_ORCAD%209.1.pdf

Librería	Descripción
ANALOG.OLB	Componentes electrónicos pasivos como: resistencias, bobinas, capacitores y fuentes dependientes.
SOURCE.OLB	Colección de fuentes de alimentación de corriente y tensión.
EVAL.OLB	Elementos activos específicos con nombre y parámetros internos asignados como: tiristores, triacs, transistores, fets, OPAMP, multiplexores, decodificadores, etc.
SPECIAL.OLB	Elementos especiales como: imprimir, tipo de análisis, polaridad a un nudo, etc.
ABM.OLB	Operaciones como: coseno, valor absoluto, derivadas, logaritmos, transformadas, etc.
BREAKOUT.OLB	Elementos activos como: diodos y transistores, y elementos pasivos como: potenciómetros, capacitores e interruptores.
CONNECT.OLB	Varios tipos de conectores, con terminales diferentes. (Circuitos digitales)
PORT.OLB	Elementos como las conexiones a tierra y algunos conectores sin hilos de conexión.
MARKER.SLB	Librería que contiene marcadores.

Los diferentes elementos de los circuitos a realizar se encuentran en varias librerías como se ha mencionado anteriormente y están incluidas en el directorio `\LIBRARY\PSPICE\` con extensión *.OLB, accedendo desde *Part- Place* a estas.

Se pueden seleccionar todas las librerías, aún así necesariamente habrá que escoger las siguientes: "*analog*", "*source*", "*eval*", "*special*", entre las más importantes.

Un documento que permitirá conocer la respectiva librería de cualquier elemento que se desee simular puede ser encontrado en el siguiente *link*: http://www.seas.upenn.edu/~jan/spice/PSPICE_LibraryguideORCAD.pdf.

3.3.1 Elementos Pasivos

En la barra de iconos correspondiente a las distintas opciones del menú **Place** se puede identificar iconos interesantes utilizados con frecuencia como los siguientes:

- **Place part** para situación de componentes
- **Place wire** para el cableado
- **Place net alias** para dar nombre a un punto del circuito
- **Place junction** para situar intersecciones de pistas
- **Place power** para fuentes de alimentación
- **Place ground** para situar elementos de masa (referencia 0 voltios)

3.3.2 Escoger los elementos para el Esquemático

La colocación de un elemento pasivo se puede hacer a través del menú **Place** opción **Part** dando clic en el icono de la barra de herramientas que se encuentran a la derecha, o pulsando la letra **P**, de estas dos formas aparecerá la ventana de situación de componentes mostrada en la figura 3.18.



Figura 3.18: Icono marcado de Place Part.

Fuente: Autores.

Para seleccionar el elemento que se desea utilizar, solo basta con escribir las primeras letras del componente. Al pulsar sobre *libraries* se puede seleccionar bibliotecas de elementos específicos. Un elemento no aparece si no se encuentra en la librería cargada. La ventana respectiva se muestra en la figura 3.19.

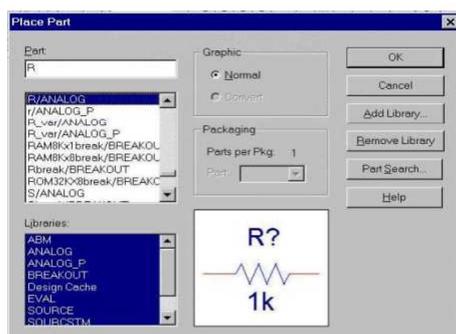


Figura 3.19: Ventana de situación de componentes.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

Si se coloca el cursor del *mouse* sobre el icono aparecerá el nombre. Al seleccionar el componente, este puede llevarse a cualquier parte del esquemático. Si no se desea volver a colocar ningún elemento del mismo tipo en el esquema, después de apretar el botón derecho se selecciona "*End Mode*". La tabla 3.2 muestra los componentes más utilizados.

Tabla 3.2: Componentes electrónicos pasivos más utilizados en PSPICE.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

Componentes Pasivos	Librería	Descripción
R	<i>Analog</i>	Resistencia
C	<i>Analog</i>	Capacidad
L	<i>Analog</i>	Autoinducción
0	<i>Source</i>	Tierra (referencia cero)
XFRM_LINEAR	<i>Analog</i>	Inducción mutua

En el análisis de transitorios de los condensadores y bobinas, se deberá escoger unas condiciones iniciales, esto se da en la ventana de propiedades del elemento, dando doble clic con el botón izquierdo sobre el elemento.

Necesariamente el esquema debe de tener un punto de potencial definido cero (0/Source), esta opción la brinda *place ground* cuya ventana se puede observar en la figura 3.20, caso contrario, este no se podrá simular.

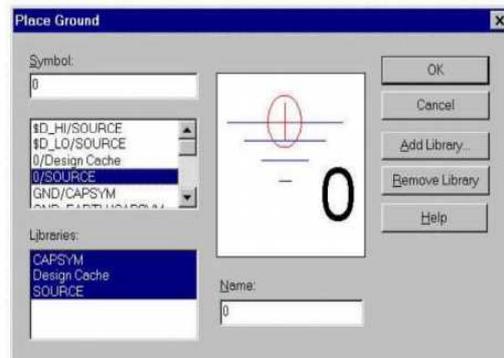


Figura 3.20: Ventana *Place Ground*, ubica elementos de masa o referencia (0 voltios).
 Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

3.3.3 Manipulación de los elementos

Estos componentes pueden manejarse de diferentes formas. Lo primero que se debe hacer es seleccionar el componente con el botón izquierdo del ratón, inmediatamente este se marcara de color rojo. A continuación se mencionan algunas acciones que pueden realizarse:

- Si se desea girar el componente en la forma mostrada en la figura 3.21, se da clic en el menú *Edit /rótate* o con el comando R. Se debe de considerar que las rotaciones se desarrollan en el sentido contrario a las manecillas del reloj, no es lo mismo rotar un polo positivo en una dirección que en otra al igual que no son lo mismo 90° que 270°.

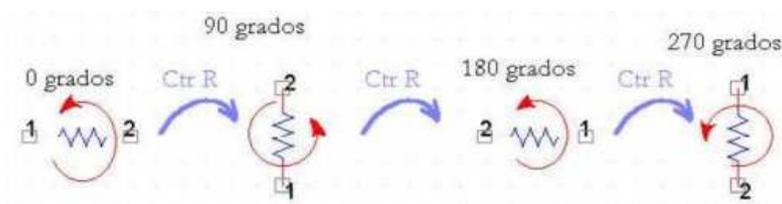


Figura 3.21: Rotación de elementos.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

- Para copiar y pegar se da clic en *Edit / Copy* y *Edit / Paste* o Ctrl + C y Ctrl + V.
- Si desea mover el objeto, se lo selecciona y sin levantar el dedo del ratón se lo desplaza.
- Si se desea borrarlo, se lo selecciona y se pulse *Supr.*
- Para finalizar si se desea acercar y alejar el zoom, se tecléa I y O.

Todos estos procedimientos funcionan para grupos de elementos también, solo bastará con seleccionarlos todos a la vez dentro de un mismo cuadro con el ratón.

3.3.4 Cableado del esquema

Al tener ubicados los elementos se comienza con la respectiva **interconexión de los componentes**. Esta se realiza con la barra de menú *Place wire*, dando clic en la barra de herramientas o directamente con *W*. El puntero se convertirá en un lápiz, y sólo quedará unir los distintos puntos haciendo clic en los terminales. Para terminar de dibujar un tramo, se hace doble clic con el botón izquierdo del ratón. En el caso de querer dejar de usar la opción de interconexión, se debe apretar el botón derecho y seleccionar "*End Wiring*". El ícono para dibujar los cables en el esquema se muestra en la figura 3.22.



Figura 3.22: Icono marcado para dibujar cable.

Fuente: Autores.

3.3.5 Ingreso de valores y nombres

Para finalizar el esquema se **introducen los valores** de los elementos ya sean en ohmios, voltios, etc. Para dar valores se hace doble clic en el elemento con el botón izquierdo del ratón sobre el valor del componente, y se completa el campo *Value* de la ventana emergente mostrada en la figura 3.23. Para el nombre del componente se realiza lo mismo pero se inserta el nombre del componente.

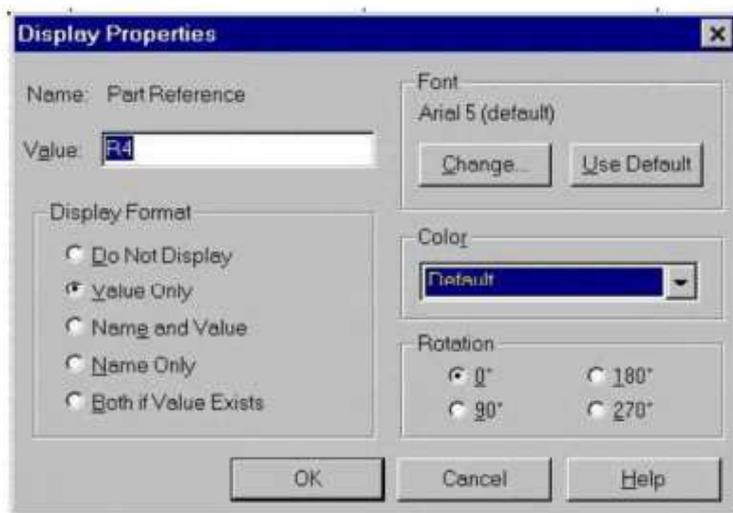


Figura 3.23: Ventana de valores de las propiedades de un componente.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

En la Tabla 3.3 se incluyen más unidades más usadas para los componentes.

Tabla 3.3: Valores (unidades) más usados para los componentes.

Fuente: Libro Problemas de electrónica con ORCADPSPICE.

Elemento	Unidades	Símbolo
Fuentes de tensión	Voltios	V
Fuentes de corriente	Amperios	A
Resistencias	Ohmios	Ohm
Capacidades	Faradios	F
Inductores	Henrios	H

Los factores de escala para los valores de los componentes se muestran en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4: Factores de escala para valores de los componentes.

Fuente: Libro Problemas de electrónica con ORCADPSPICE.

Factor de escala	Valor	Nombre del prefijo
T	10^{12}	Tera
G	10^9	Giga
MEG	10^6	Mega
K	10^3	Kilo
M	10^{-3}	mili
U	10^{-6}	micro
N	10^{-9}	nano
P	10^{-12}	pico
F	10^{-15}	femto

3.3.6 Elementos Activos

La selección se hará igual como se detalló para los elementos pasivos, los únicos que cambian son los componentes, que ahora serán los que se detallan en la Tabla 3.5:

Tabla 3.5: Componentes electrónicos activos más utilizados en PSPICE.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

Componentes Activos	Librería	Descripción
VDC	<i>Source</i>	Fuente de continua
VAC	<i>Source</i>	Fuente de alterna
VPULSE	<i>Source</i>	Pulsos periódicos (ondas cuadradas y triangular)
E	<i>Analog</i>	Fte de tensión controlada por tensión
F	<i>Analog</i>	Fte de intensidad controlada por intensidad
G	<i>Analog</i>	Fte de intensidad controlada por tensión
H	<i>Analog</i>	Fte de tensión controlada por intensidad
uA741	<i>Eval</i>	Amplificador operacional
Sw_topen	<i>Eval</i>	Interruptor apertura
Sw_tclose	<i>Eval</i>	Interruptor cierre

La manipulación e implantación son idénticas a las descritas en el caso de los elementos pasivos, sólo que ahora se especifica unos atributos diferentes, los que se mencionan a continuación:

- **Pulso:** Especificar los distintos valores de tensiones, tiempos y el periodo. La fuente producirá un pulso periódico, esta operación se puede observar en la figura 3.24.

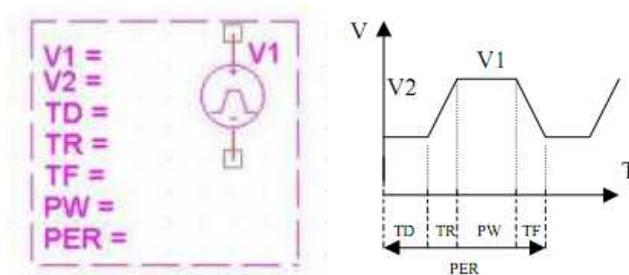


Figura 3.24: Pulsos periódicos producidos por la fuente de voltaje.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

- **Fuente de voltaje continuo:** Hay que señalar cuál es su tensión.
- **Fuente de voltaje alterno:** Hay que indicar el valor de la componente continua, y el valor de la componente alterna. Sus símbolos se muestran en la figura 3.25.

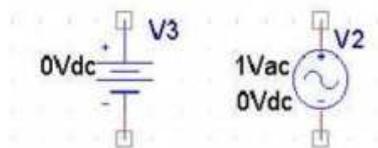


Figura 3.25: Fuentes de continua y de alterna respectivamente.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

- **Fuente de tensión controlada por tensión o intensidad:** Hay que conectarla e indicar su ganancia.
- **Fuente de intensidad controlada por tensión o intensidad:** Hay que conectarla e indicar su ganancia.

Los tipos de fuentes se muestran en la figura 3.26.

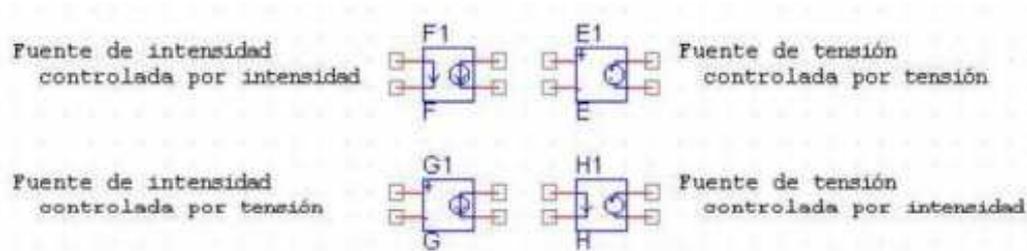


Figura 3.26: Tipos de fuentes.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

- **El amplificador operacional:** Denominado uA741 por PSPICE. Debe ser conectado por los pines 4 y 7 a una fuente de tensión de 12v. Las dos entradas son los terminales 2 y 3. La salida es el pin 6, como se muestra en la figura 3.27.

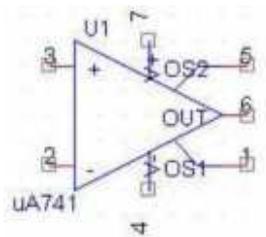


Figura 3.27: Amplificador Operacional (OP-AMP) con su respectiva configuración.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

- **Interruptor:** Se debe de especificar el tiempo de apertura o cierre, hecho esto, el programa simulará su apertura o cierre en el tiempo especificado. Su simbología se muestra en la figura 3.28.

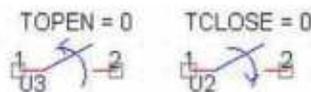


Figura 3.28: Interruptores abierto y cerrado.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

En PSPICE, el interruptor es una resistencia variable que pasa de tener un valor muy bajo (RCLOSED) a tener uno muy alto (ROPEN) o viceversa, en un tiempo muy pequeño (TTRAN). Sus características se muestran en la figura 3.29.

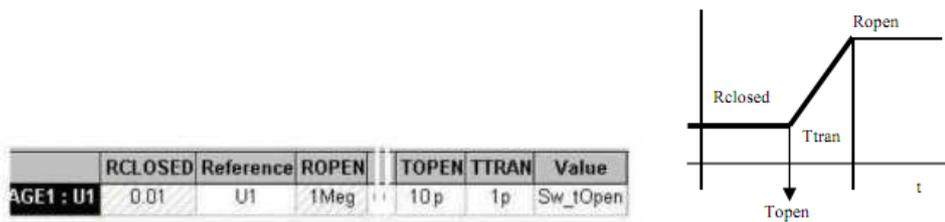


Figura 3.29: Características de un interruptor que pasa de estado cerrado ha abierto.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

3.4 ORCADPSPICE A/D

ORCADPSPICE A/D es la aplicación que permite visualizar todas las señales y formas de ondas que tienen lugar en cualquier punto del circuito simulado. Funciona como cualquier osciloscopio de laboratorio.

A través de la opción del menú desplegable PSPICE de ORCADCAPTURE, seleccionando la opción: *View Simulation Results*. De esta forma se abre directamente el resultado de la simulación del circuito editado actualmente. La pantalla principal se muestra en la figura 3.30.

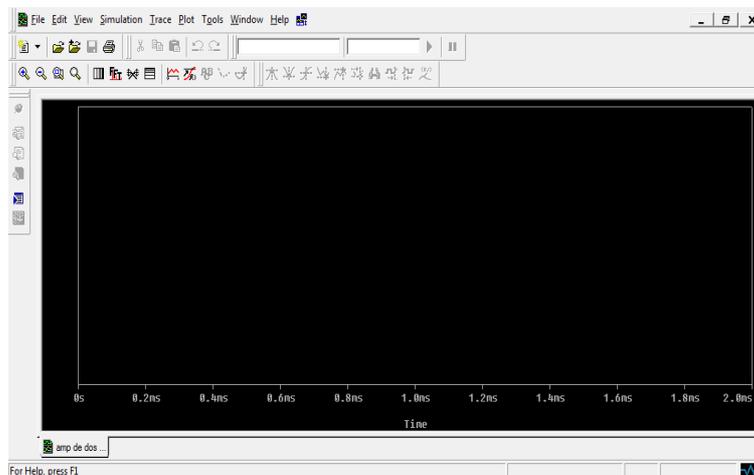


Figura 3.30: Pantalla principal de ORCADPSPICE A/D

Fuente: Autores.

En la figura 3.31 se puede observar la barra de menús de ORCADPSPICE A/D.

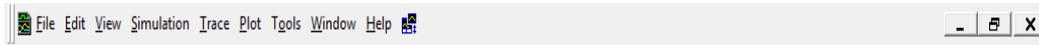


Figura 3.31: Barra de menús de ORCADPSPICE A/D

Fuente: Autores.

A continuación se describirán las opciones²⁸ que presenta ORCADPSPICE A/D en su barra de menú.

3.4.1 Menú *File* (archivo)

Este menú contiene aquellos comandos que permiten operar los archivos, tales como: abrir, guardar, cerrar, imprimir, etc.

- ***AppendWaveform* (Añadir archivo de ondas .DAT):** Permite añadir un archivo de ondas de extensión .DAT, para visualizar señales diferentes con respecto a simulaciones distintas, del mismo o de distinto circuito.
- ***Open Simulation* (Abrir simulación):** Permite abrir un archivo con extensión *.sim de los resultados de una simulación, y ***close simulation*** (cerrar simulación) que se refiere a la acción inversa.
- ***Page Setup* (Configuración de página):** Abre la ventana de diálogo para configurar la página de impresión. Se podrá modificar: márgenes, pies de páginas, cabeceras, orientación e información.
- ***Log Commands* (Crear archivos de comandos):** Permite crear un archivo con extensión *.cmd, para almacenar todas las acciones realizadas como: añadir trazos, ajuste de los ejes, etc.
- ***Run Commands* (Abrir archivos de comandos):** Permite abrir un archivo de comandos *.cmd, creado con la opción anterior.
- ***Recent Simulations* (Simulaciones recientes):** Carga archivos de forma directa, por medio de una ventana desplegable que contiene archivos *.sim.
- ***Recent Files* (Archivos recientes):** Carga archivos de forma directa, por medio de una ventana desplegable que contiene archivos *.dat.

²⁸Libro: Teoría de circuitos con ORCADPspice: 20 practicas de laboratorio.

3.4.2 Menú *Edit* (Edición)

Este menú ofrece una serie de posibilidades de edición de los datos con los que se está trabajando. Contiene funciones básicas como: cortar, copiar, pegar, eliminar, encontrar reemplazar, y otras más especiales como:

- ***Go to Line*(Ir a la línea)**:Permite ir directamente a la línea del texto indicada. Se puede usar también CTRL+G.
- ***Insert File*(Insertar archivo)**: Permite insertar un archivo que contengainformación en forma de texto.
- ***ToggleBookmark*(Crear marca de texto)**:Crea en el texto una marca de referencia.
- ***NextBookmark*(Próxima marca de texto)**:Este comando hace saltar el cursorhasta la próxima marca de texto que exista en el documento. Debe haber una marca por lo menos para activar esta opción.
- ***Previous Bookmark*(Anterior marca de texto)**:Este comando hace saltar el cursor a la marca de texto anterior que exista en el documento. Debe haber una marca por lo menos para activar esta opción.
- ***Clear Bookmark*(Borrar marca de texto)**:Borra una marca de texto existente.
- ***ModifyObject*(Modificar objeto)**:Ventana de diálogo que permiteseleccionar una nueva señal para sustituirla por una previamente seleccionada.

3.4.3 Menú *View* (visualizar)

Este menú corresponde a las opciones de visualización del programa, la configuración de lo que se desea ver y como se lo desea ver. La ventana de diálogo respectiva se muestra en la figura 3.32 y a continuación se detallan sus opciones:

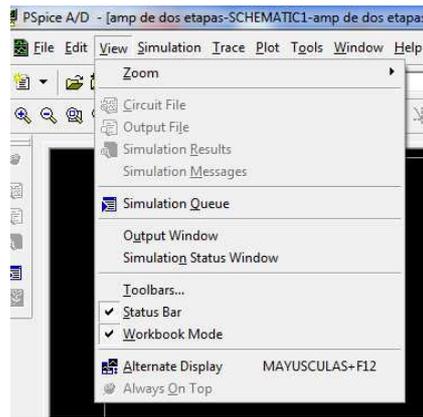


Figura 3.32: Ventana de dialogo de *View*.

Fuente: Autores.

- **Zoom (Enfocar):** Este comando muestra posibilidades de configuración del aspecto de la pantalla. Dichas opciones son:
 - **Fit (Ajustar):** Ajusta el tamaño de la forma de onda a la pantalla automáticamente.
 - **In (Ampliar):** Amplia la pantalla tomando como centro un punto indicado con el ratón.
 - **Out (Reducir):** Reduce la pantalla tomando como centro un punto que le indiquemos con el ratón.
 - **Area (Ampliar área):** Amplia la pantalla en el área seleccionada con el ratón.
 - **Previous (Zoom previo):** Permite regresar al zoom anterior.
- **Output File (Archivo de salida):** Permite visualizar el archivo de salida de la simulación *.out.
- **Simulation Queue (Simulación Queue):** Ventana de diálogo que permite realizar nuevamente la simulación del circuito. Incluye un botón "Settings" que abre la ventana de diálogo de *EditSimulationSettings* de **ORCAD CAPTURE**.
- **Output Windows (Ventana de salida):** Permite ver o no la ventana, ofrece información tal como: simulación en curso, la simulación ha finalizado, etc.; para informar sobre la simulación y de los posibles errores.
- **Simulation Status Window (Ventana de estado de simulación):** Permite ver o no la ventana, y ofrece información sobre el estado de la simulación.

- **Toolbars (Barra de herramientas):** Permite seleccionar las barras de botones que se desea presentar. Da paso a la ventana de diálogo que se muestra en la figura 3.33, donde las barras de herramientas se clasifican por categorías: archivos, edición, cursor, etc.



Figura 3.33: Ventana de diálogo de *toolbars*.

Fuente: Autores.

- **Status Bars (Barra de estado):** Barra que permite obtener información del estado de la aplicación.
- **Workbook Mode (Modo archivador):** Permite acceder a la visualización de la pantalla como si de un archivador se tratase para acceder al archivo de manera rápida por medio de un separador.

En la figura 3.34 se puede observar la disposición de opciones en ORCAD PSpice A/D.

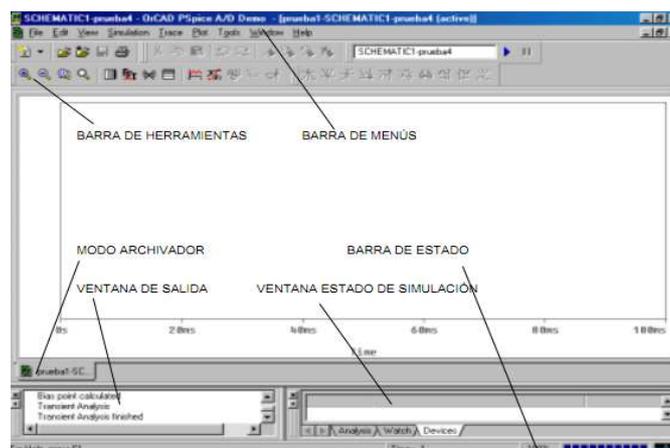


Figura 3.34: Disposición de opciones en ORCAD PSpice A/D.

Fuente: http://voltio.ujaen.es/mysite/profesores/jagular/download/soft_simula/Manual_ORCAD_PSPICE_II.pdf

3.4.4 Menú *Trace* (Traza)

Corresponde a las opciones referentes a las formas de onda que se visualizan en la pantalla, así como seleccionar una señal, borrarla, etc.

El menú *Trace* tiene diferentes posibilidades como complemento para la representación gráfica. La ventana respectiva se muestra en la figura 3.35.

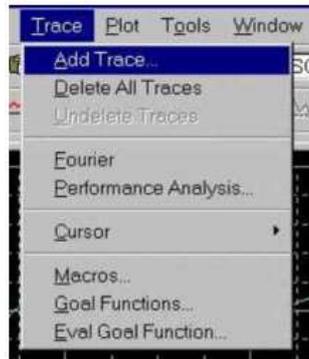


Figura 3.35: Permite añadir funciones y relacionarlas al mismo tiempo.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

Las opciones a las que se puede acceder son las siguientes:

- **Add Trace (Añadir señal o Traza):** Ventana de diálogo donde se puede seleccionar la o las señales que se desea visualizar.
- **Delete All Traces (Borrar todas las señales):** Comando que permite borrar las señales seleccionadas.
- **Undelete Traces (Recuperar señales):** Comando que permite recuperar la última señal o señales borradas.
- **Fourier (Análisis de Fourier):** Comando que permite visualizar el resultado del análisis de Fourier de las señales. Se puede ver la amplitud, la frecuencia de la onda y los armónicos de la misma. Válida solo para señales analógicas.
- **Performance Analysis (Ajustar Análisis):** Comando válido para los circuitos en los que se haya realizado un análisis de tipo *paramétrico*.
- **Cursor (Cursor):** Ventana de diálogo de opciones del cursor. Proporciona información sobre cualquier punto de la señal seleccionada (valor en el eje X y

valor en el eje Y). Además permite obtener puntos significativos de la misma como: máximo, mínimo, cambios de inflexión, etc. Se puede trabajar con dos cursores distintos, para saber la diferencia del valor de cada eje entre ambos cursores.

- **Macros(Macros):**Permite ver, modificar y crear macros, conociendo como *macro* un nombre al que se le ha asignado un valor concreto. Como por ejemplo, se puede crear una macro correspondiente al valor Pi (π). Los archivos que contienen a los macros son de la extensión *.prb.
- **GoalFunctions(Funciones Definidas):**Permite usar una serie de funciones de gran utilidad previamente definidas. En esta opción se podrá crear nuevas funciones como: copiar, ver editar las existentes, entre otras.
- **EvalGoalFunctions(Evaluar funciones definidas):** Abre directamente la ventana de diálogo "Add Traces" en donde se puede seleccionar entre las señales disponibles la que se desee y aplicar la correspondiente función.

3.4.5 Menú *Simulation*(Simulación)

Simulation contiene opciones de simulación, como son: comenzar nuevamente la simulación, pausarla, configurarla, etc. Las principales opciones que brinda son las siguientes:

- **Runnombre del archivo actual (Ejecutar simulación del archivo actual):** Permite ejecutar nuevamente la simulación actual.
- **Pause(Pausa):**Permite hacer una pausa durante el proceso de simulación.
- **Stop(Paro):**Permite detener la simulación en curso.
- **Edit Profile(Editar simulación):**Abre la ventana de diálogo de la opción de ORCAD CAPTURE "EditSimulationSetting" dentro del menú PSPICE, donde se puede configurar y modificar todo lo referente a la simulación del circuito.

3.4.6 Menú *Plot*(Trazador)

Este menú permite configurar los ejesde coordenadas y los trazadores donde representar las señales, para ello se debe seleccionar el tipo de análisis.

- **Axis Settings(Ajuste de ejes):**Ventana de diálogo en la que se puede configurar tanto el eje de coordenadas X como el Y, así como la rejilla correspondiente a cada uno de los ejes, además se puede seleccionar la variable a representar en cada eje, la escala del eje, rango del tiempo a representar la variable, etc.

Para modificar la escala de la simulación, solo basta con hacer doble clic sobre cualquiera de los dos ejes, aparecerá un desplegable mostrado en la figura 3.36 que permitirá seleccionar la escala (logarítmica o lineal), los límites del eje y la configuración de la representación. La escala logarítmica es muy útil con respecto al trazado de diagramas de Bode.



Figura 3.36: Configuración de ejes de la simulación.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

- **Add Y Axis(Añadir Eje Y):**Permite crear un nuevo eje Y que se puede configurar de forma independiente.
- **Delete Y Axis(Borrar Eje Y):**Borra el eje Y creado anteriormente.
- **Add Plot Window(Añadir trazador):**Permite crear un nuevo trazador en la pantalla, en el cual se podrá visualizar nuevas señales y configurarlo de forma independiente a los ya existentes.
- **DeletePlot(Borrar trazador):**Permite borrar el *trazador*seleccionado anteriormente.

- **UnsyncPlot(Desincronizar trazadores):** Permite configurar independientemente los ejes X de los trazadores, de manera que no estén sincronizados entre sí.
- **Digital Size(Tamaño Digital):** Permite modificar el tamaño del trazador en el que se representan las señales digitales, para circuitos mixtos.
- **Label(Etiqueta):** Muestra opciones que nos permiten personalizar la representación como: texto, líneas, flechas, recuadros.
- **AC (Alternar):** Permite visualizar únicamente las señales referentes a los resultados obtenidos del análisis en corriente alterna, es decir, en frecuencia.
- **DC (Continua):** Permite visualizar solo las señales referidas a los resultados del análisis en corriente continua.
- **Transient(Transitorio):** Permite solamente visualizar las señales referentes al análisis temporal.

3.4.7 Menútools (herramientas)

Contiene dos opciones de la configuración y selección de distintas herramientas para poder aplicar a las señales.

- **Customize(Personalizar):** Permite configurar cada una de las herramientas según categorías. Se podrá crear nuevas barras de herramientas, asignar botones, asignar combinaciones de teclas, etc.
- **Options(Opciones):** Abre una ventana de diálogo en la que se puede activar o desactivar distintas opciones, como: marcar en la señal distintos puntos analizados en la simulación. La ventana respectiva se puede observar en la figura 3.37.

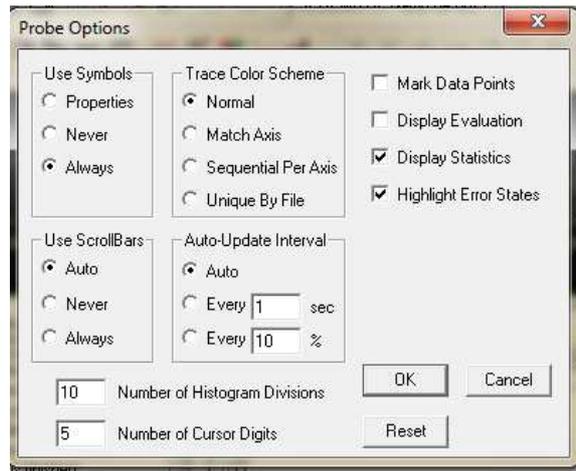


Figura 3.37: Ventana que configura la representación de funciones.

Fuente: Autores.

Existen cuatro opciones en esta ventana, la primera controla los símbolos que distinguen las diferentes funciones, *trace color scheme* hace lo propio con los colores. Se usa *scrollbars*, como ayuda al utilizar el zoom, en cuanto a las barras que permiten desplazarse por la función. Por último, la cuarta opción permite modificar el tiempo desde una actualización a otra de las funciones.

Del lado derecho hay cuatro opciones más, la primera *Mark Data Points*, al seleccionarla, da color a los puntos del gráfico calculados. Las tres últimas activan o desactivan las ventanas que aparecen junto a la función como: la ventana de errores, la de estadísticas y la de evaluación.

El gráfico correspondiente a una simulación realizada se muestra en la figura 3.38.

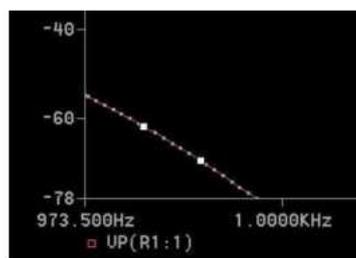


Figura 3.38: Gráfica de la simulación del ejercicio con respecto a las características descritas en el menú de *Probe Options*.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

3.4.8 Menú *Window*(Ventana)

Ofrece varias opciones sobre las ventanas como: crear, modificar, clasificar y borrar. Además posee opciones de gran ayuda como: guardar pantallas y copiarlas al portapapeles.

- ***New Window*(Ventana nueva)**:Permite crear una nueva ventana.
- ***Close*(Cerrar)**:Permite cerrar la ventana activa en ese instante.
- ***CloseAll*(Cerrar todo)**:Permite cerrar todas las ventanas abiertas.
- ***Cascade*(Cascada)**:Ordena las ventanas abiertas en forma de cascada.
- ***TileHorizontal*(Mosaico horizontal)**:Ordena las ventanas abiertas en forma de mosaico horizontal.
- ***Tile Vertical*(Mosaico vertical)**:Ordena todas las ventanas abiertas en forma de mosaico vertical.
- ***Title*(Título)**:Muestra una ventana en la que se puede definir el título de la ventana abierta en ese instante.
- ***Display Control*(Control de pantalla)**: Permite tanto leer como guardar las ventanas abiertas.
- ***CopytoClipboard*(Copiar al portapapeles)**:Permite copiar el contenido de la ventana activa en el portapapeles de Windows.

3.4.9 Menú *Help* (Ayuda)

Permite obtener ayuda sobre el programa ya sea de internet o de tutoriales adheridos en el programa.

3.5 TIPOS DE ANÁLISIS

Permite realizar para la simulación, accediendo desde la opción ***Editsimulationsettings*** que se encuentra en el menú PSPICE. A continuación se detallará los diferentes tipos de análisis²⁹:

²⁹http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf

- *Time domain (transient - transitorio)*
- *DC Sweep*
- *AC Sweep (noise - ruido)*
- *Bias Point*

La ventana para la selección del tipo de análisis de la simulación se muestra en la figura 3.39.

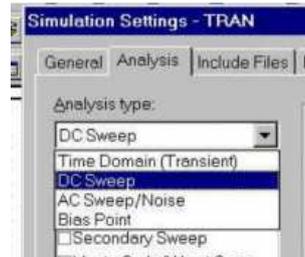


Figura 3.39: Ventana para la selección del tipo de análisis de la simulación.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

3.5.1 Transitorio (*Time domain*)

Este tipo de análisis permite observar cómo responde el circuito en el paso del tiempo. Primero se especifica el tiempo límite hasta el que se va a realizar la simulación. A continuación permitirá que se dé en un tiempo determinado, comenzar el análisis desde cero, mucho más rápido pero sin mostrar resultados y además guardar datos desde ese instante; gracias a la opción *Starts saving data after*. Finalmente señalar cuál es el intervalo de tiempo entre cada punto. El cuadro de diálogo respectivo se muestra en la figura 3.40.

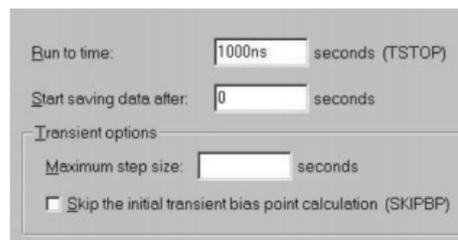


Figura 3.40: Cuadro de diálogo de tipo de análisis transitorio.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

Al habilitar *Skiptheinitialbiaspointcalculation* se permitirá que los capacitores y bobinas usen condiciones iniciales al simular el circuito, sin calcular punto de trabajo.

3.5.2 Barrido de corriente continua (DC sweep)

Se hace el análisis en corriente continua realizando el barrido de una variable específica de tensión o corriente, el parámetro de un modelo o de la temperatura, en el rango de valores especificados por dicha variable. Primeramente se selecciona el tipo de elemento a usarse como variable en la parte de la izquierda del desplegable mostrado en la figura 3.41. Después se identifica el elemento y finalmente se ubican las características del barrido. Siendo estas de valor inicial, final o de incremento de magnitud.

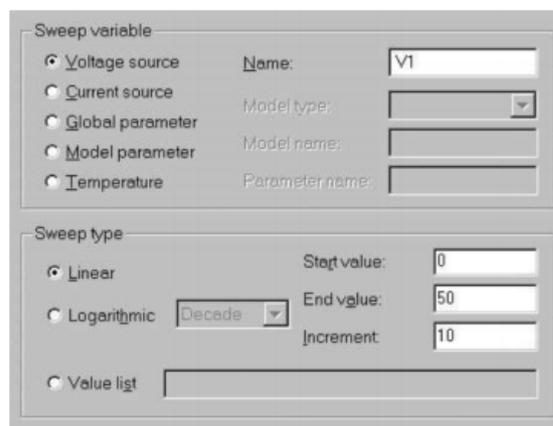


Figura 3.41: Barrido con una fuente de tensión.

Esta tomará los valores: 0 10 20 30 40 y 50.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

3.5.3 Barrido de alterna (AC Sweep)

Permite hacer un barrido de frecuencia, que se usa para calcular diagramas de Nyquist y de Bode, o para solicitar una magnitud del circuito para distintas frecuencias de excitación senoidal. Primero se especifica cómo se desea el análisis, ya sea lineal o logarítmico, luego especificar si se lo quiere en decibelios u octavas, y para terminar las

características del barrido valor inicial, final y puntos que se desee que se barran en el análisis. El cuadro de diálogo se muestra en la figura 3.42.

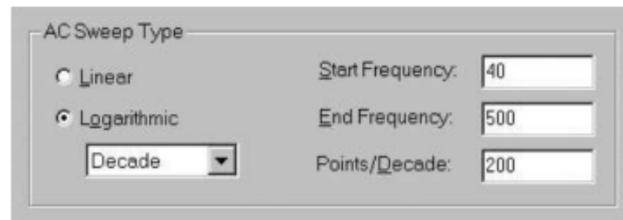


Figura 3.42: Cuadro de dialogo de barrido de alterna para la elección del tipo de análisis para la simulación.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

En la figura 3.43 se muestra la ventana correspondiente al análisis del barrido en AC.

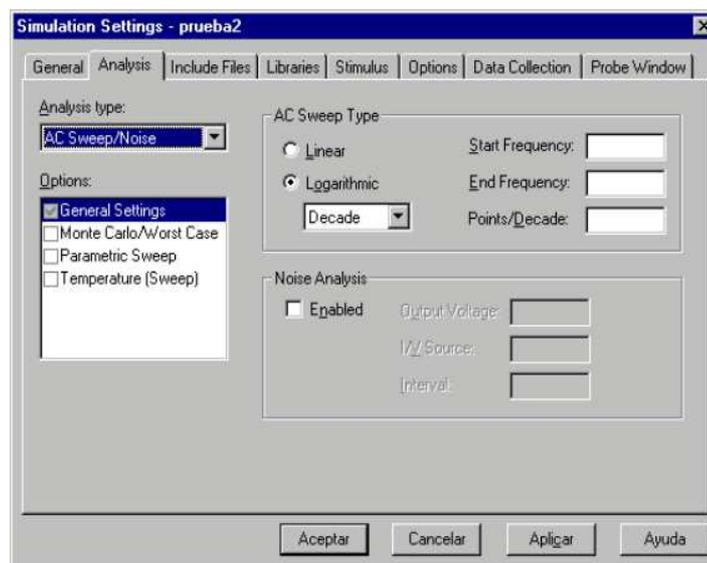


Figura 3.43: Análisis AC Sweep/Noise.

Fuente:http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf.

El análisis de ruido se realiza en conjunto con la respuesta en frecuencia en AC Sweep. Las resistencias y semiconductores son elementos que generan ruido. Por medio de este análisis se puede hallar el ruido generado por cada componente en el rango de frecuencias del análisis AC Sweep, determinando la relación entrada-salida de la fuente.

3.5.4 Punto de polarización (*BiasPoint*)

Es el más sencillo de todos los análisis, por que no necesita configuración alguna, a menos que se desee mayores detalles. De esta manera aparecen las distintas tensiones, intensidades y potencias en cada uno de los componentes del circuito de un análisis en continua.

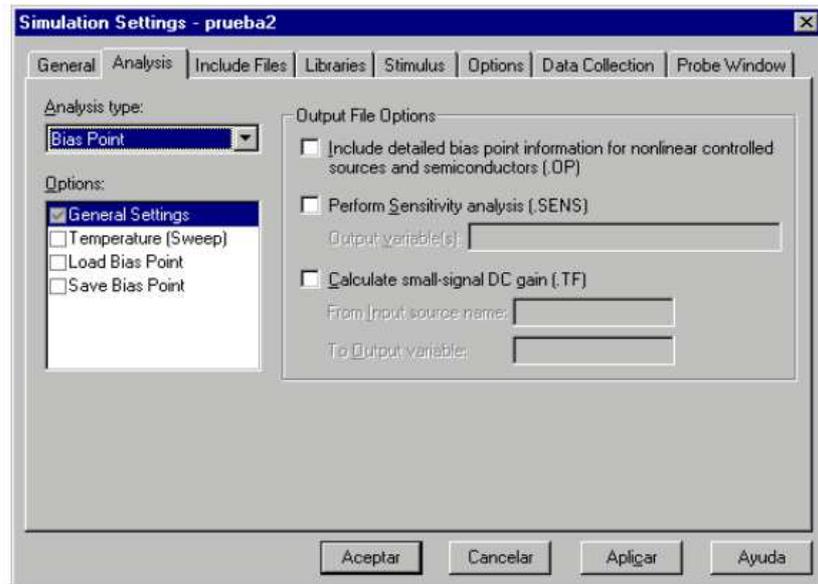


Figura 3.44: Análisis *Bias Point*.

Fuente: http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf.

3.5.5 Análisis paramétrico

Permite el barrido de una variable con respecto a un rango de valores. En adelante el programa simulará cada uno de los valores que adquiera la variable especificada.

Se debe tener en cuenta que para una fuente de voltaje o corriente no se necesita utilizar el componente paramétrico.

La ventana correspondiente al análisis paramétrico se muestra en la figura 3.45 donde se observa su similitud con la del barrido DC.

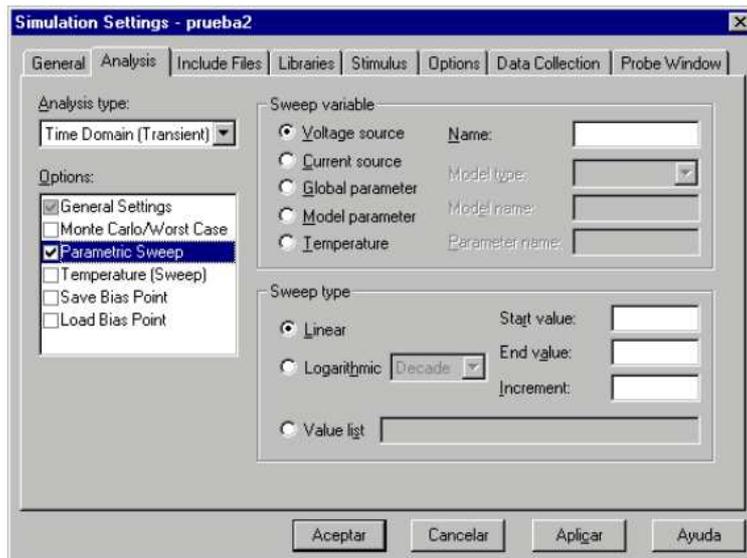


Figura 3.45:Análisis Paramétrico, esta ventana es similar a la *DC Sweep*.

Fuente:http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf.

3.5.6 Análisis de Fourier

Por medio de la ventana de análisis transitorio se accede a la de análisis de Fourier, se escoge el botón *output file options*, como se muestra en la figura 3.46, para poder realizar este análisis se necesita una serie de datos que se derivan del análisis en función del tiempo. Con estos datos se determinara los coeficientes de la serie de Fourier para la simulación, además se debe de especificar los siguientes valores: frecuencia fundamental, número de armónicos y variables de salida.

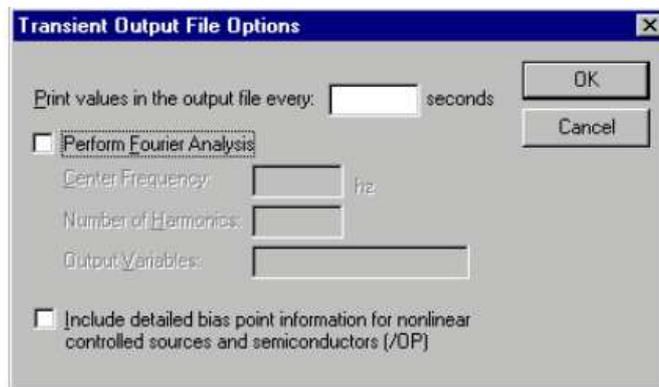


Figura 3.46:Análisis de Fourier.

Fuente:http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf.

3.5.7 Opción Monte Carlo y Worst Case

Automáticamente aparecen habilitados en los cuatro análisis. Permite determinar los efectos en la señal de salida con respecto al valor de los componentes debido a su tolerancia. PSPICE realiza la simulación con valores nominales inicialmente, para después tomar valores aleatorios. *Worst Case* realiza un análisis de sensibilidad, variándose un solo parámetro en cada simulación. La ventana que permite acceder a estas opciones se muestra en la figura 3.47.

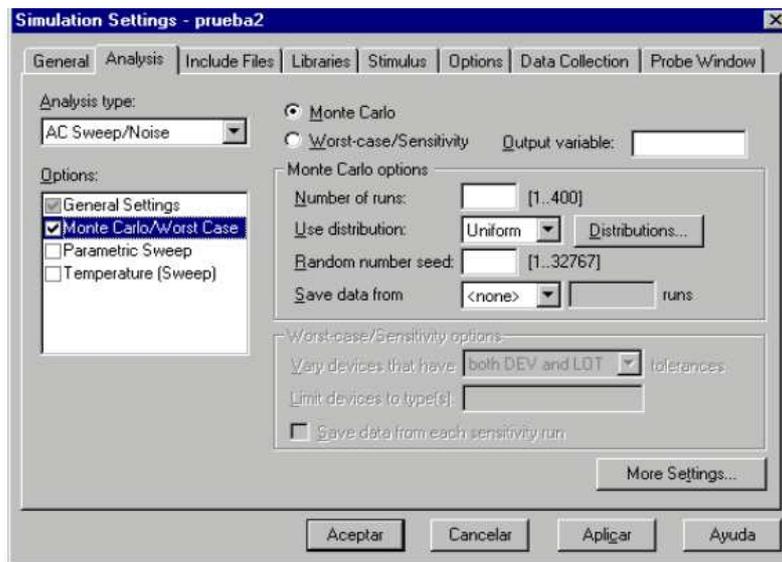


Figura 3.47:Análisis Monte Carlo y Worst Case.

Fuente:http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf.

3.5.8 Opción Save Bias Point

Almacena información en un fichero distinto que el de salida de extensión *.out, y con el nombre deseado. Esta opción está habilitada para el análisis transitorio, DC Sweep y Bias Point, cuya ventana de acceso se muestra en la figura 3.48.

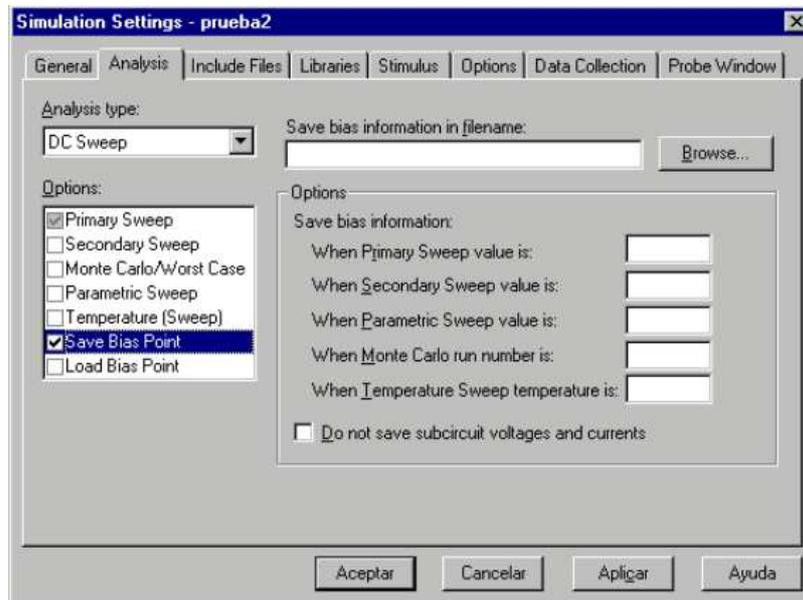


Figura 3.48: Ventana *Save Bias Point*.

Fuente: http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf.

3.5.9 Opción *Load Bias Point*

Permite incluir en el fichero de salida de cualquier tipo de análisis cualquier otro fichero que haya sido guardado anteriormente con la opción *Save Bias Point*, especificando en la ventana de edición su respectiva ubicación en el disco duro y su nombre.

3.5.10 Análisis de Temperatura

Permite establecer distintas temperaturas. La temperatura estándar es de 27 °C. La ventana respectiva se puede observar en la figura 3.49.

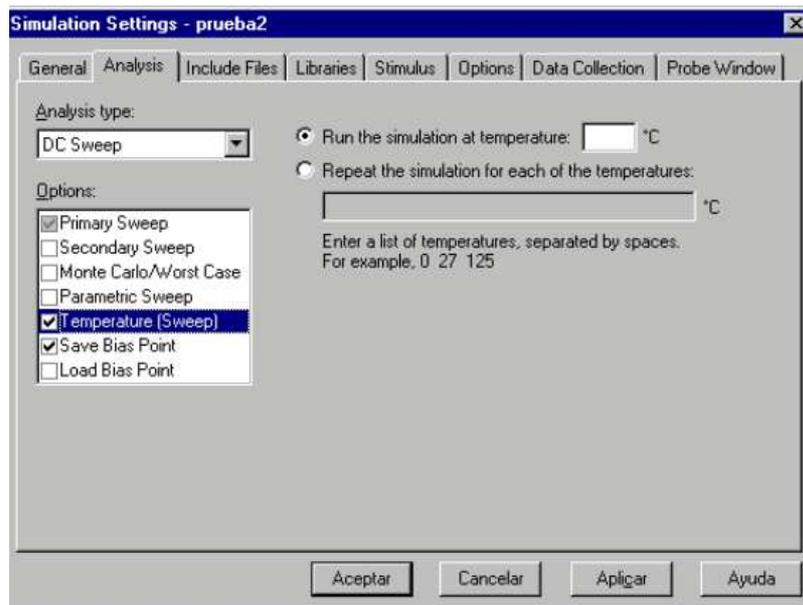


Figura 3.49: Análisis de temperatura.

Fuente: http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf.

3.6 Ejecución de la simulación

PSPICE es la parte del paquete del software ORCAD encargada de la simulación del circuito con respecto al análisis seleccionado. Para la **ejecución de la simulación**³⁰ se da clic en el menú *PSPICE / Run* (como se muestra en la figura 3.50) o en el botón de acceso rápido correspondiente, esta opción se puede configurar desde *Editsimulationsettings*.



Figura 3.50: Opción para la ejecución de la simulación del esquemático.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>.

³⁰<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

El circuito es analizado después de esto y se genera la ventana de salida. Si se habilita la visualización de los parámetros eléctricos como voltajes, intensidades y potencias en el menu *PSPICE Bias Point* so por medio de los botones de acceso rapido como V, I W; apareceran dichos parámetros sobre el circuito, como se ilustra en la figura 3.51.

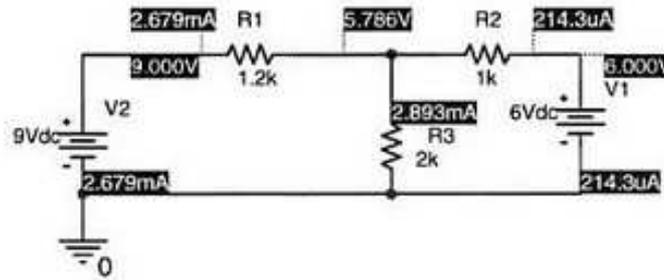


Figura 3.51:Corrientes y tensiones de polarización.

Fuente: Libro Problemas de electrónica con ORCAD*PSPICE*.

Si falla algo el programa se ejecutará, pero al concluir aparecerán indicaciones de los errores cometidos, ya sean en el esquema o en la configuración. Una ventana de reporte de errores se muestra en la figura 3.52.

```

**** RESUMING luisg-SCHEMATIC1-luisg.sim.cir ****
.END
ERROR -- Node N00009 is floating
ERROR -- Node N00437 is floating
ERROR -- Voltage source and/or inductor loop involving L_L1
You may break the loop by adding a series resistance

```

Figura 3.52: Ventana de salida que nos muestra errores en la práctica.

Fuente: Libro Problemas de electrónica con ORCAD*PSPICE*.

Por ejemplo en este caso estaría indicando que:

- Los dos nodos, el N00009 y el N00437 no tienen punto de referencia de tensión. Debido a que el esquemático o parte de él está sin tierra.
- El tercer error nos indica que se ha puesto una inductancia en paralelo con un pulso de tensión.

Corregidos los errores, se ejecuta el circuito nuevamente, y se abrirá la ventana mostrada en la figura 3.53:

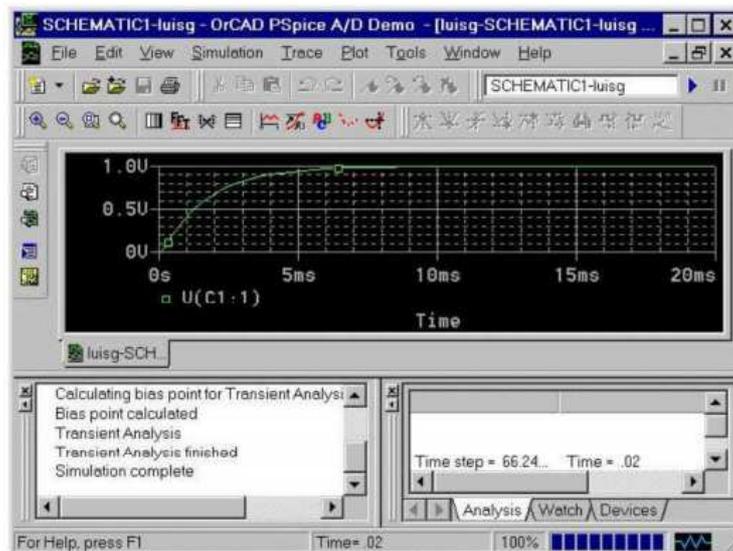


Figura 3.53: Ventana correspondiente a un análisis transitorio.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

En la ventana principal, aparecen tres ventanas: las dos inferiores informan, cómo se ha ejecutado la simulación (la ventana de la izquierda), y cómo estaba configurada (ventana derecha), mientras que la ventana central da el resultado.

Para conocer un punto determinado de las gráficas, es decir un valor específico, existen los cursores. Estos se abren dando clic sobre el icono que representa una gráfica roja marcada con un cursor, como se muestra en la figura 3.54.

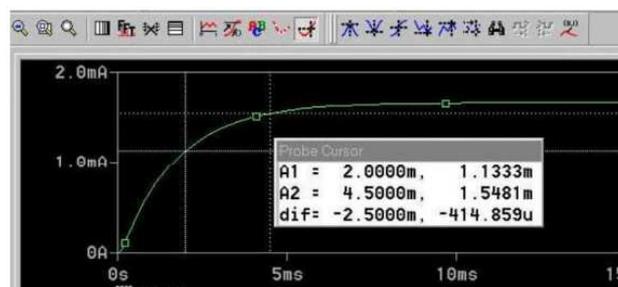


Figura 3.54: Selección de cursor.

Fuente: <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

Una vez seleccionado se abrirá una ventana en donde aparecerá el valor del cursor (*ProbeCursor*). Al dar clic sobre la gráfica se podrá desplazar el cursor sobre la función. Un cursor es controlado por el botón izquierdo, mientras que el derecho controla otro cursor, para evaluar, manejar a ambos, tanto como sus distintos valores y sus diferencias, mínimos o máximos, así como sobre un punto de inflexión, con el cursor seleccionado se da clic al símbolo que corresponda. Los tipos de cursores se muestran en la figura 3.55.

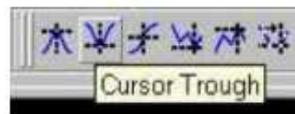


Figura 3.55: Tipos de cursores para la grafica simulada.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

Los dos primeros iconos informan sobre máximos o mínimos totales, el tercero coloca el cursor en un punto de inflexión, el cuarto y el quinto sobre máximos o mínimos locales y el último el punto siguiente sobre el que se tiene el cursor.

Para señalar el valor de un punto determinado marcado por el cursor, hay que dar clic en el icono *Mark Label*, como se muestra en la figura 3.56.

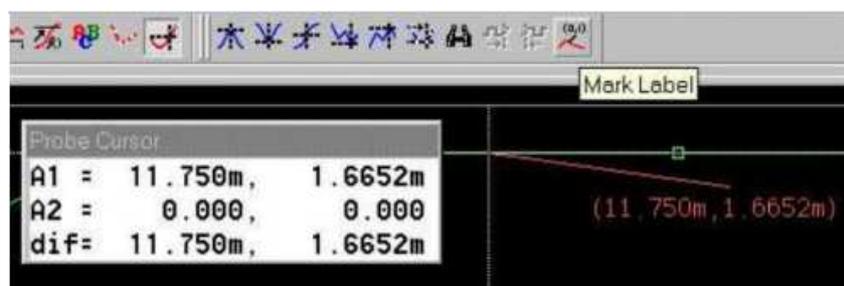


Figura 3.56: *Mark label* permite indicar el valor de un punto marcado anteriormente.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

Si se desea exportar datos a otro programa como Matlab o Excel, se debe realizar lo siguiente:

1. Se selecciona con el cursor la función con la que se desea trabajar. Como muestra la figura 3.57.



Figura 3.57: Función seleccionada para trasladar a Excel o Matlab.

Fuente:<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

2. Al estar marcada la función en rojo, seleccione *Edit - Copy*.
3. En Excel o Matlab se hace lo mismo pero se selecciona *Paste - Pegar*. También es posible sobre un fichero de texto. Hay que considerar que algunas de las versiones de Excel presentan problemas.

En el siguiente capítulo se presentará el programa y syllabus actual de la asignatura de Electrónica II, después se desarrollarán las prácticas que se recomendarán para que sean aplicadas en dicha asignatura y finalmente se presentará el nuevo programa y syllabus de la materia.

CAPITULO 4 APLICACIÓN DEL SOFTWARE ORCAD PSICE 9.2 EN LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II

4.1 PROGRAMA ACTUAL DE LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II

La cátedra de Electrónica II de la facultad Técnica para el desarrollo de la UCSG, está constituida por el programa detallado a continuación:

4.1.1 Diseño de las unidades de estudio (UE)

A continuación se presenta el contenido de las unidades de estudio de esta asignatura:

UE I: Dispositivos semiconductores de potencia

Contenidos Específicos: Dispositivos semiconductores de potencia. Características de control de los dispositivos de potencia. Tipos de circuitos electrónicos de potencia. Diseño de un equipo electrónico de Potencia. Diodos semiconductores de potencia. Característica de la recuperación inversa. Tipos de diodos de potencia. Diodo Schottky. Diodos conectados en serie. Diodos conectados en paralelo. Transistores de potencia. Características en régimen permanente. Características de conmutación. MOSFET de potencia.

UE II: Respuesta en frecuencia de transistores BJT y JFET

Contenidos específicos: Logaritmos. Decibeles. Consideraciones generales sobre la frecuencia. Análisis a baja frecuencia, gráfica de Bode. Respuesta a baja frecuencia en amplificador BJT. Respuesta a baja frecuencia en amplificador FET. Capacitancia de efecto Miller. Respuesta a alta frecuencia del amplificador BJT. Respuesta a alta frecuencia del amplificador FET.

UE III: Amplificador Operacional

Contenidos específicos: Circuito de Amplificador diferencial. Operación en modo diferencial y modo común. El amplificador operacional básico. Circuitos prácticos con amplificadores operacionales. Especificaciones, parámetros de desvío de dc. Multiplicador de ganancia constante. Suma de voltajes. Acoplador de voltaje. Fuentes controladas. Circuitos de instrumentación. Filtros activos.

UE IV: Circuitos con Retroalimentación y Osciladores

Contenidos específicos: Conceptos de realimentación. Tipos de conexión de retroalimentación. Circuitos prácticos con retroalimentación. Amplificador retroalimentado. Operación del oscilador. Oscilador de corrimiento de fase. Oscilador de puente de Wien. Circuito de oscilador sintonizado. Oscilador a cristal. Oscilador monounión.

UE V: Filtros

Contenidos específicos: Filtros activos. Filtro pasa bajas. Filtro pasa altas. Filtro pasabanda

4.1 SYLLABUS ACTUAL DE LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II

El syllabus es la programación detallada de la gestión del día.

UE	Objetivo	Sistema de Clases	No. De Horas	Evaluación	Observaciones
I	Analizar las características, propiedades y parámetros de los dispositivos semiconductores de potencia. Caracterizar los dispositivos electrónicos BJT y MOSFET de potencia mediante curvas, parámetros y modelos.	C1.- Dispositivos semiconductores de potencia. Características de control de los dispositivos de potencia.	2		
		C2.- Tipos de circuitos electrónicos de potencia. Diseño de un equipo electrónico de Potencia.	2		
		C3.- Diodos semiconductores de potencia. Característica de la recuperación inversa.	2		
		C4.- Tipos de diodos de potencia. Diodo Schottky.	2		
		C5.- Diodos conectados en serie. Diodos conectados en paralelo.	2		
		C6.- Transistores de potencia. Características en régimen permanente. Características de conmutación.	2		

		C7.- MOSFET de potencia.	2		
		CP1.- Ejercicios de aplicación	2	Desarrollo individual	

UE	Objetivo	Sistema de Clases	No. De Horas	Evaluación	Observaciones
II	Analizar los métodos de determinar la respuesta a frecuencia a través de conceptos fundamentales que llevan a la utilización del mismo según el caso, centrando el análisis en la necesidad de usos de programa de computación como resultado. Diseñar un amplificador teniendo en cuenta la respuesta a frecuencia.	C8.- Logaritmos. Decibeles. Consideraciones generales sobre la frecuencia.	2		
		C9.- Análisis a baja frecuencia, gráfica de Bode.	2		
		C10.- Respuesta a baja frecuencia en amplificador BJT. Respuesta a baja frecuencia en amplificador FET.	2		
		C11.- Capacitancia de efecto Miller. Respuesta a alta frecuencia del amplificador BJT.	2		
		C12.- Respuesta a alta frecuencia del amplificador FET.	2		
		CP2.- Ejercicios de aplicación	2	Desarrollo individual	

UE	Objetivo	Sistema de Clases	No. De Horas	Evaluación	Observaciones
III	Analizar las características, propiedades y parámetros de un amplificador operacional estándar como el CI analógico de uso más frecuente	C13.- Circuito de Amplificador diferencial.	2		
		C14.- Operación en modo diferencial y modo común.	2		
		C15.- El amplificador operacional básico.	2		
		C16.- Circuitos prácticos con amplificadores operacionales: Amplificador no inversor. Seguidor unitario	2		
		C17.- Amplificador sumador. Integrador. Diferenciador.	2		
		C18.- Especificaciones, parámetros de desvío de dc.	2		
		C19.- Aplicaciones del amplificador operacional: Multiplicador de ganancia constante. Ganancia de etapas múltiples.	2		
		C20.- Suma y resta de voltajes. Acoplador de voltaje. Fuentes controladas. Circuitos de instrumentación.	2		
		CP3.- Ejercicios de aplicación.	2	Desarrollo individual	

UE	Objetivo	Sistema de Clases	No. De Horas	Evaluación	Observaciones
IV	Caracterizar circuitos realimentados a partir de las variaciones que introduce la realimentación en el mismo.	C21.- Conceptos de retroalimentación. Tipos de conexión de retroalimentación.	2		
		C22.- Circuitos prácticos con retroalimentación.	2		
		C23.- Operación del oscilador. Oscilador de corrimiento de fase.	2		
		C24.- Oscilador de puente de Wien. Circuito de oscilador sintonizado.	2		
		C25.- Oscilador a cristal. Oscilador monounión.	2		
		CP4.- Ejercicios de aplicación.	2	Desarrollo individual	

UE	Objetivo	Sistema de Clases	No. De Horas	Evaluación	Observaciones
V	Analizar los filtros activos de primer y segundo orden construidos con amplificadores operacionales.	C23.- Filtros activos. Filtros Pasa bajas.	2		
		C24.- Filtros pasa altas Filtros Pasa banda	2		
		CP5.- Ejercicios de aplicación.	2	Desarrollo individual	

4.3 PRÁCTICAS RECOMENDADAS CON LA APLICACIÓN DE ORCAD

A lo largo de esta tesis se demuestra como facilitar la comprensión de la temática de la cátedra de Electrónica II gracias a las prácticas que se realizarán paso a paso unificando los capítulos anteriores, y sirviendo de apoyo didáctico para los profesores que impartan la cátedra. Se ha tomado como referencia las siguientes prácticas:

- **4.3.1: Práctica # 1:** Amplificador operacional en modo diferencial y en modo común.
- **4.3.2: Práctica # 2:** Amplificador operacional inversor y no inversor
- **4.3.3: Práctica # 3:** Amplificador operacional seguidor de tensión
- **4.3.4: Práctica # 4:** Amplificador operacional sumador y restador
- **4.3.5: Práctica # 5:** Oscilador puente de Wien.
- **4.3.6: Práctica # 6:** Filtros activos Pasabajos.

Las prácticas dadas permiten afianzar la teoría de los temas más importantes impartidos en esta materia, valiéndose para su resolución con todo lo expuesto anteriormente.

4.3.1: Práctica #1: Amplificador operacional en modo diferencial y modo común.

En ésta práctica se busca comprobar el funcionamiento de un amplificador diferencial simple implementado con transistores bipolares y entender los conceptos de modo diferencial y modo común. Este circuito va a estar compuesto por los siguientes elementos:

- Tres Transistores Q2N2222.
- Dos resistencias de 1.1 K Ω .
- Dos resistencias de 62K Ω
- Una resistencia de 840 Ω .
- Una resistencia de 360 Ω .
- Una resistencia de 150 Ω .
- Dos capacitores de 10 μ F.
- Dos fuentes de tensión continuas de 12V.
- Un generador de funciones senoidales.

Para la entrada se aplica una señal senoidal cuya frecuencia será de 1 KHz y la amplitud de 5mV (pico), cambiando este último dato con respecto a las necesidades de la práctica, además el generador de tensión de *offset* debe estar a cero voltios.

La figura 4.1 representa el diagrama esquemático para la práctica:

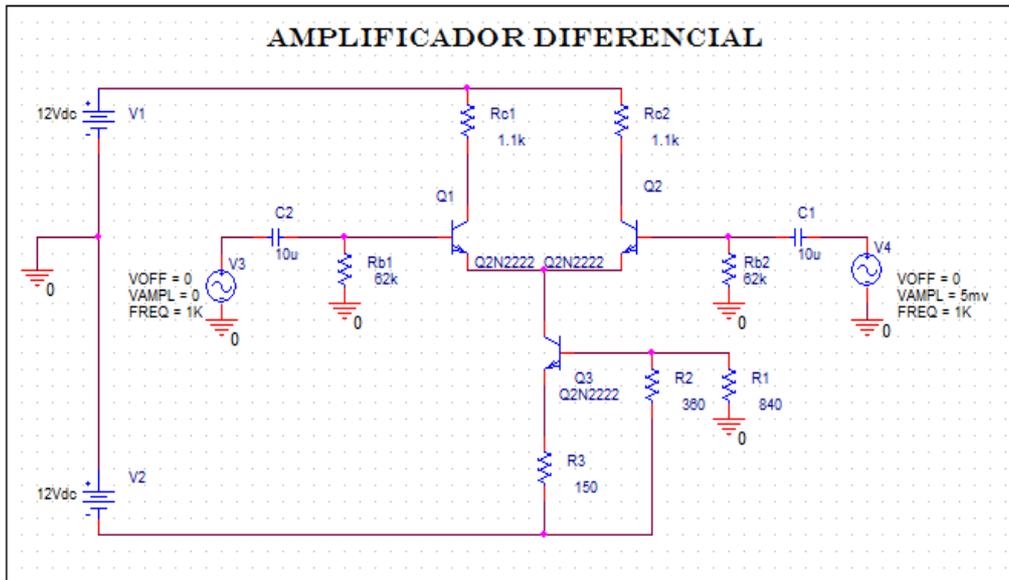


Figura 4.1: Diagrama esquemático de la práctica.

Fuente:Autores.

Para desarrollar este circuito en ORCAD 9.2 se debe:

- Abrir el programa *Capture CIS*, el cual permitirá realizar el esquemático del circuito.
- Hacer clic en el menú *File* la opción *New-Project*, al instante se abrirá un cuadro de diálogo que permite ubicar la carpeta de origen del proyecto y su respectivo nombre, además se debe escoger la opción *AnalogorMixed A/D*, para poder simular la práctica adecuadamente.
- Al aceptar aparecerá una nueva ventana que pregunta si se desea trabajar con un proyecto existente o un proyecto en blanco, y se selecciona la opción de proyecto en blanco para comenzar desde cero.

- Automáticamente después de aceptar, aparecerán tres ventanas y se maximizará para mayor comodidad la hoja de *schematic*, se observa la hoja de trabajo lista para empezar a colocar los componentes del circuito.
- Al dar clic en el menú *Place-Part*, o P en el teclado de la computadora, aparecerá una ventana en la que se puede escoger los diferentes dispositivos, teniendo en cuenta la librería en la que se encuentran. De esta manera se procede a seleccionar cada uno de los elementos del circuito, y se los ubica en la hoja de trabajo de acuerdo al diagrama, al finalizar de colocar cualquier elemento, se debe de dar clic derecho con el ratón y escoger *EndMode* o también con la tecla ESC del teclado, para seleccionar otro elemento en *Place Part*.
- Para cablear el circuito se debe escoger la opción *Place-Wire*, o W del teclado; de esta manera se dibujan las conexiones respectivas de cada dispositivo.
- Para cambiar las características de los elementos ya sea en valores o nombres, se debe dar doble clic sobre la característica a cambiar, como por ejemplo R a R1 o 1K por 10K.
- Es muy importante colocar las tierras adecuadamente en los diagramas porque sin éstas el circuito no se podrá simular, este paso se realiza con la opción *Place-Ground*, y se escoge (0/*Source*), lo que queda es ubicarlas respectivamente.

Para realizar la simulación de la práctica se debe de realizar los siguientes pasos:

- Terminado el esquemático del circuito se prepara la simulación, dando clic en el menú *PSPICE-New SimulationProfile*.
- Se coloca el nombre de la simulación, se escoge en la casilla de abajo *NONE* y se selecciona *Create*.

- Después de este proceso se regresa al esquemático y se coloca un marcador en la salida del circuito con la opción *Markers–VoltageLevel*. Finalmente se realiza la simulación con el botón *RunPSPICE*.
- Si aparece algún mensaje de emergencia debe aceptárselo. Hecho esto aparecen los datos de la simulación. Lo mismo se realiza con las prácticas siguientes.

Con el diagrama dado anteriormente (Figura 4.1) se puede demostrar en la simulación la operación de un amplificador diferencial. En el generador de la izquierda el voltaje de amplitud es 0 voltios, por ende la salida está representada por el marcador azul a -3.16 Voltios. En el generador de la derecha el voltaje de amplitud es 5mV, representada con marcador amarillo la onda sinusoidal generada.

Para la simulación se escoge las siguientes características en dominio del tiempo a 10 milisegundos representadas en la figura 4.2, por medio de estos patrones se observa de mejor manera la sinusoide.

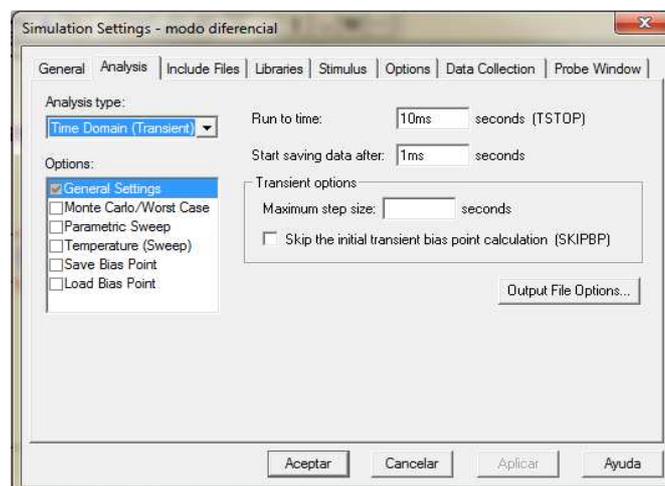


Figura 4.2:Características para la simulación.

Fuente: Autores.

La figura 4.3 muestra la simulación en PSPICE del amplificador diferencial.



Figura 4.3: Simulación amplificador diferencial en PSPICE.

Fuente: Autores.

El diagrama esquemático puede mostrar los valores de tensión gracias a la opción *Enable voltage display* como se aprecia en la figura 4.4.

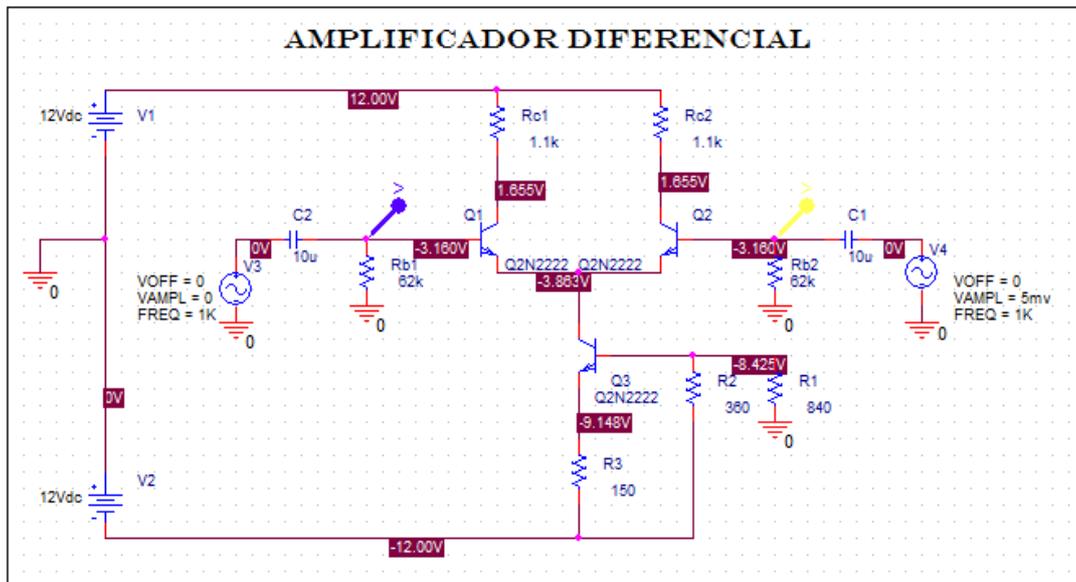


Figura 4.4: Tensiones del circuito.

Fuente: Autores.

Para la representación de un amplificador en modo común se debe colocar los generadores a la misma amplitud de tensión en este caso 0 voltios, como se observa en la figura 4.5 y se procede a simular:

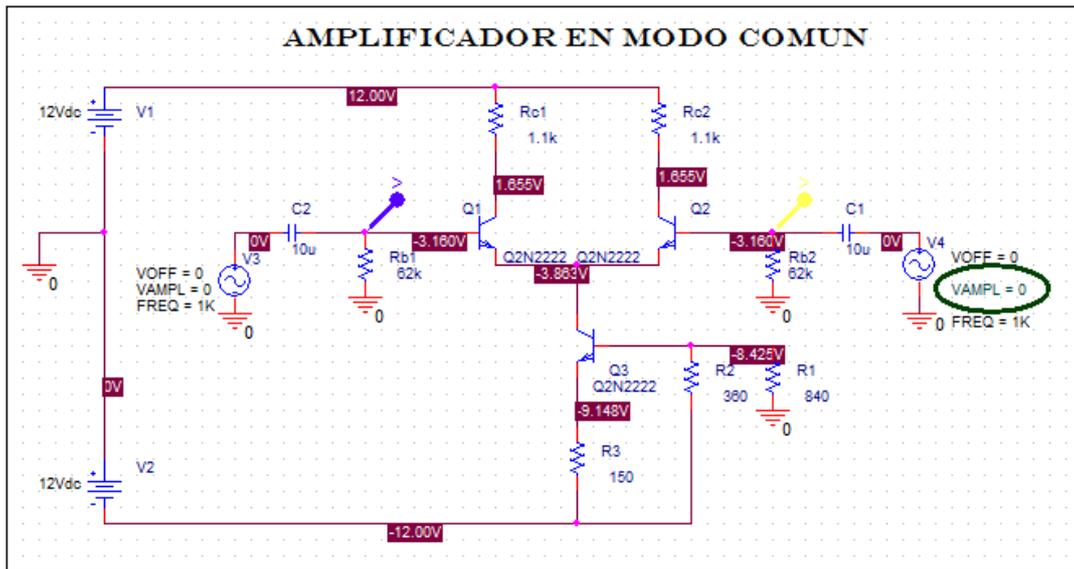


Figura 4.5: Diagrama de amplificador en operación de modo común.

Fuente: Autores.

Al simularlo se obtiene la gráfica de la figura 4.6:

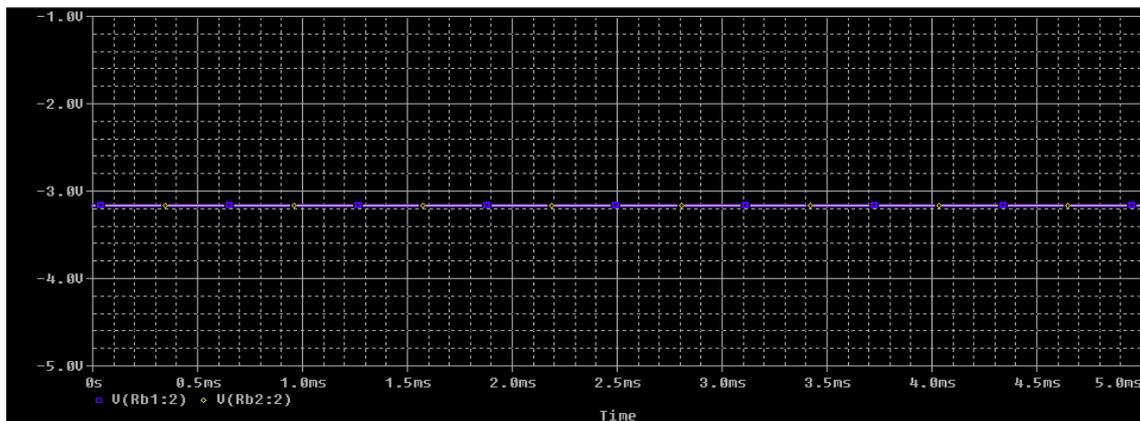


Figura 4.6: Salida de señales en modo común.

Fuente: Autores.

La aplicación de una señal de entrada común da como resultado señales opuestas, cancelándose esas señales, por esta razón la señal resultante es cero. Es aconsejable para no tener problemas con la práctica, descargar el *datasheet* del transistor Q2N2222.

4.3.2: Práctica # 2: Amplificador operacional inversor y no inversor

La siguiente práctica tiene el objetivo de explicar cómo funciona un amplificador operacional inversor, y uno no inversor por medio de dos circuitos muy sencillos simulados en PSPICE.

Se necesitan los siguientes elementos:

- Un amplificador operacional LM324.
- Dos resistencias de $1\text{K}\Omega$.
- Una resistencia de $1.2\text{K}\Omega$.
- Una resistencia de $2.2\text{K}\Omega$.
- Dos fuentes de corriente continua de 12V .
- Un generador de ondas senoidales.

Las características de la onda de entrada deben ser las siguientes: tensión de amplitud (4 voltios), V_{off} (0 voltios) y 500 Hz de frecuencia.

El diagrama del amplificador operacional inversor es el de la figura 4.7:

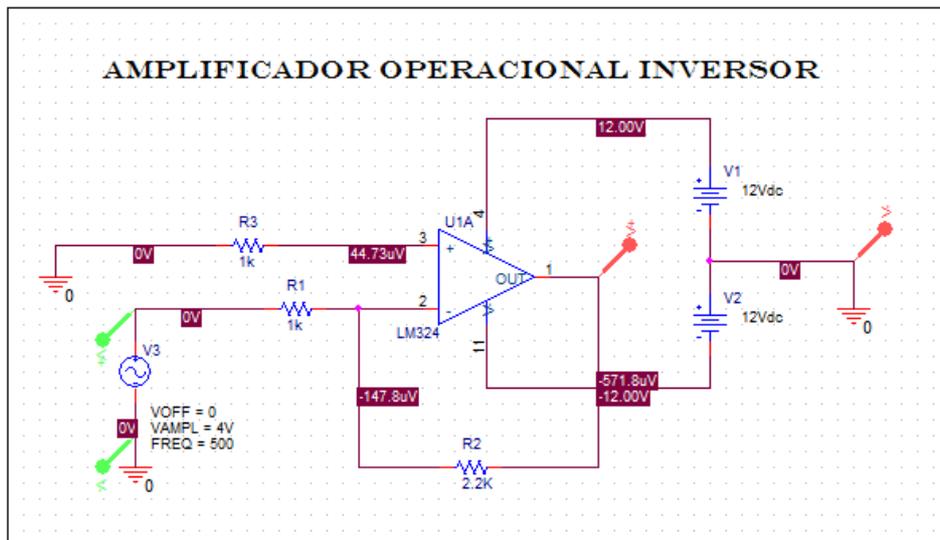


Figura 4.7:Diagrama esquemático del amplificador operacional inversor en *Capture*.

Fuente: Autores.

Este circuito se desarrolla en Capture CIS con la ayuda de los pasos descritos en la práctica anterior. Ahora se utilizará marcadores diferenciadores de voltajes, como se aprecia en la gráfica teniendo en cuenta la polaridad. La simulación para PSPICE se la realiza por medio del análisis transitorio y el tiempo queda a libre albedrío del usuario, en este caso el tiempo estará dado a 5 milisegundos. La gráfica de la simulación se muestra en la figura 4.8:

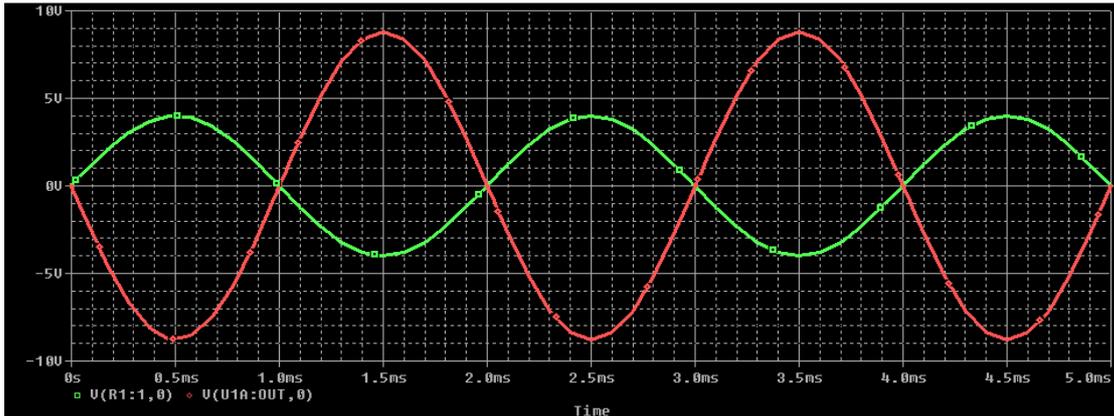


Figura 4.8: Simulación en PSPICE de amplificador operacional inversor.

Fuente: Autores.

En la figura 4.8 queda demostrada la función del inversor, que como su palabra lo dice invierte la señal de salida con respecto a la entrada, o lo que es lo mismo la desfasa 180° . Esto es importante para aquellas señales senoidales donde hay que cuidar su fase. La curva en verde representa el marcador ubicado en el esquema a la entrada del circuito y el de color rojo ofrece la salida invertida del amplificador operacional.

Además con los componentes mencionados en la parte superior de la práctica se puede también desarrollar un circuito no inversor, como se representa en la figura 4.9.

4.3.3: Práctica # 3: Amplificador operacional seguidor de tensión

En esta práctica se utilizará un amplificador operacional en modo de seguidor de tensión, y lo que se desea demostrar es que el voltaje de la señal de entrada va a ser igual al voltaje de salida, es decir la señal de salida sigue a la de entrada.

Los siguientes componentes serán utilizados en la práctica:

- Un amplificador operacional LM324.
- Dos fuentes de tensión continua de 12Voltios.
- Un generador de ondas senoidales.

El generador debe de tener las siguientes características: frecuencia de 500Hz, amplitud de 5 voltios y tensión de salida 0, teniendo en cuenta que estos valores pueden ser alterados de acuerdo a los requerimientos del usuario.

A continuación el esquema realizado en *capture CIS*, representado en la figura 4.11:

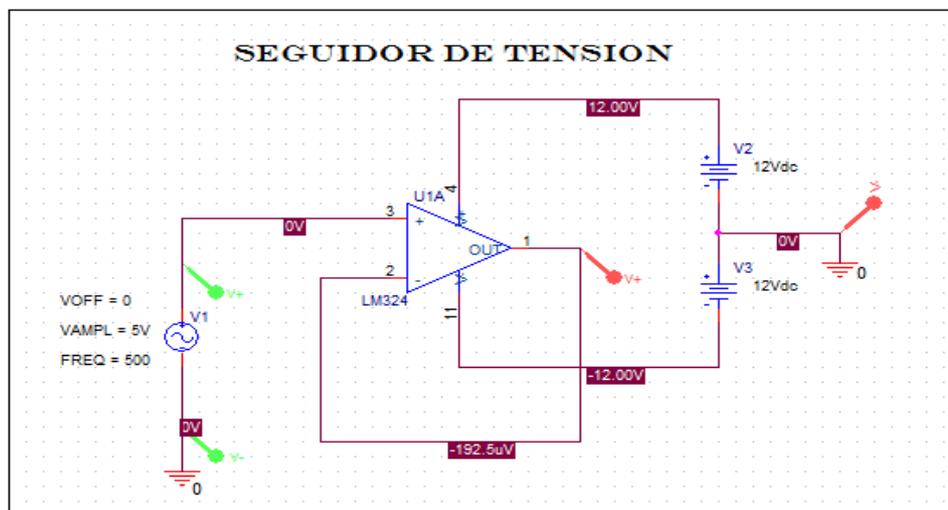


Figura 4.11:Diagrama esquemático en Capture CIS.

Fuente: Autores.

En este circuito se ha marcado la entrada con color verde por medio de un marcador diferenciador de voltaje y la salida de color rojo, al simular el seguidor será más sencilla

su explicación de acuerdo a las ondas de entrada y salida. El análisis transitorio está dado a 5 milisegundos, como se aprecia a continuación en la figura 4.12.

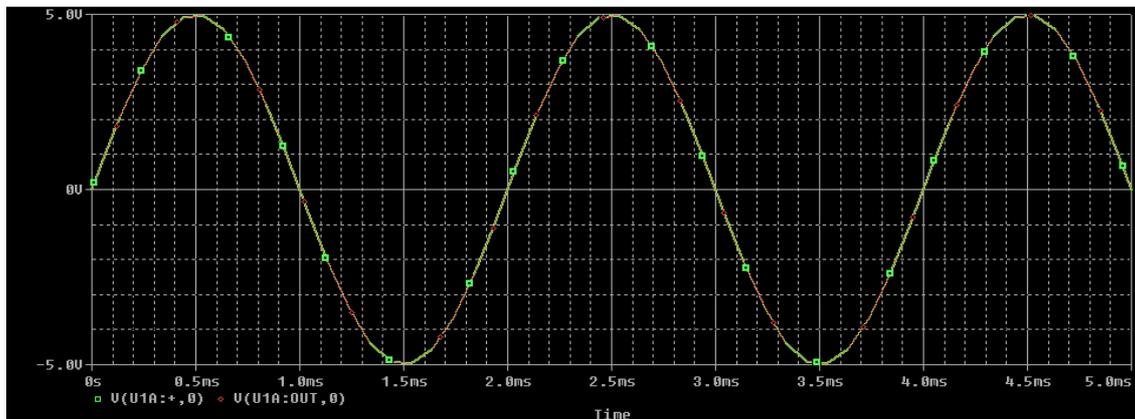


Figura 4.12: Simulación de seguidor de tensión representada en color rojo y verde.

Fuente: Autores.

Esta gráfica demuestra el objetivo planteado al inicio de la práctica que decía, la tensión de entrada será igual a la tensión de salida.

4.3.4: Práctica # 4: Amplificador operacional sumador inversor y restador

El objetivo de esta práctica es aprender el funcionamiento básico de un sumador inversor y restador de señales con amplificadores operacionales.

Para la práctica se necesitan los siguientes dispositivos:

- Un amplificador operacional LM324.
- Seis resistencias de $1\text{K}\Omega$.
- Dos fuentes de tensión continua de 12V.
- Tres generadores de funciones senoidales.

Para las entradas se añaden señales senoidales como entradas procedentes de los generadores de funciones. Se ajusta las frecuencias de los generadores a 500Hz y las amplitudes a 1V, 2V y 5V respectivamente en el sumador inversor y en el restador las amplitudes serán de 10V y 6V, además los generadores deben de tener la tensión

offset a cerovoltios. Cabe recalcar que estos valores pueden ser cambiados para comodidad del usuario.

La figura 4.13 muestra el esquemático del sumador inversor:

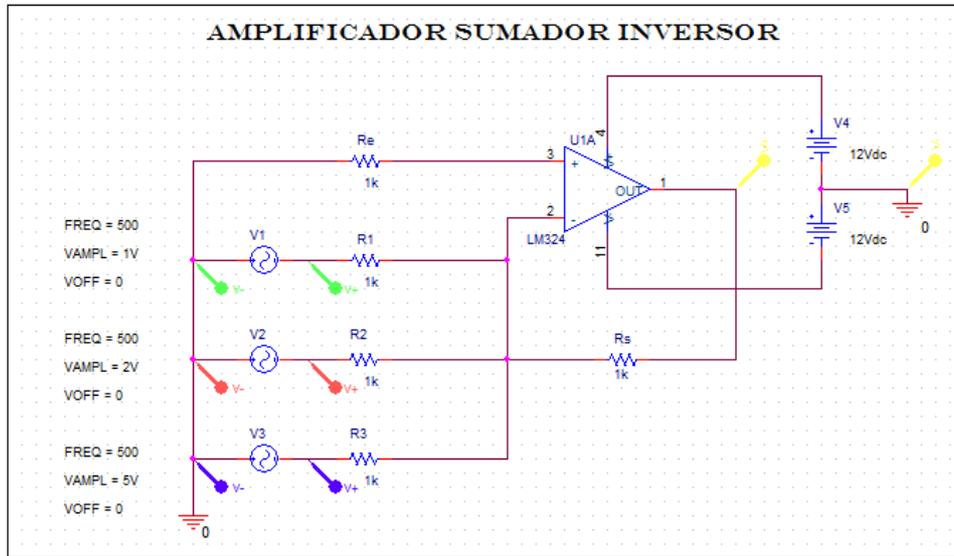


Figura 4.13: Amplificador operacional sumador inversor.

Fuente: Autores.

Se puede apreciar con marcadores verde, rojo y azul las entradas del circuito y de color amarillo la salida que representa la sumatoria de las señales de entrada.

Para la simulación se utiliza el análisis transitorio a 5 milisegundos, y al correr la simulación se obtiene la gráfica de la figura 4.14.

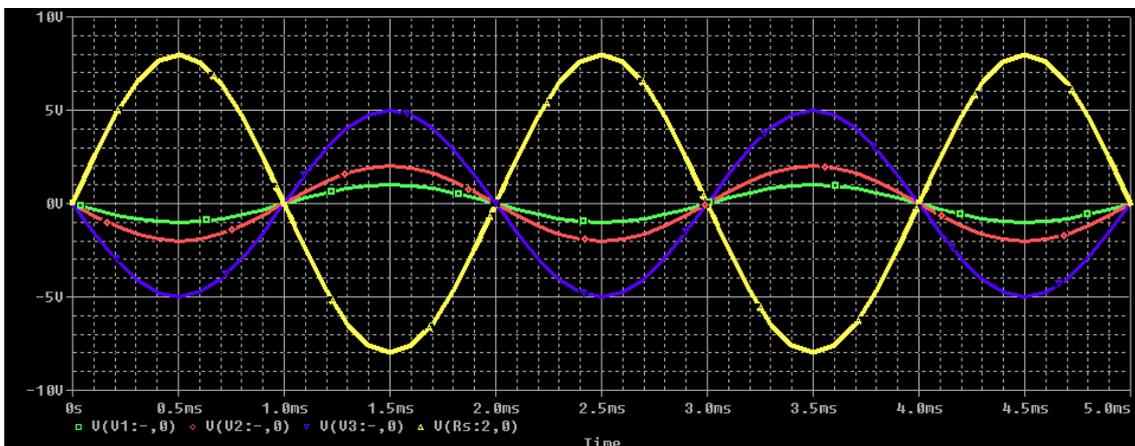


Figura 4.14: Sumatoria de señales en PSPICE

Fuente: Autores.

De acuerdo a una serie de cálculos se dice que la tensión de salida está dada por la siguiente expresión:

$$V_s = -R_s \left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} \right)$$

$$V_s = 1K \left(\frac{1V}{1K} + \frac{2V}{1K} + \frac{5V}{1K} \right)$$

$$V_s = 8V$$

La figura 4.15 muestra el diagrama esquemático del amplificador operacional restador.

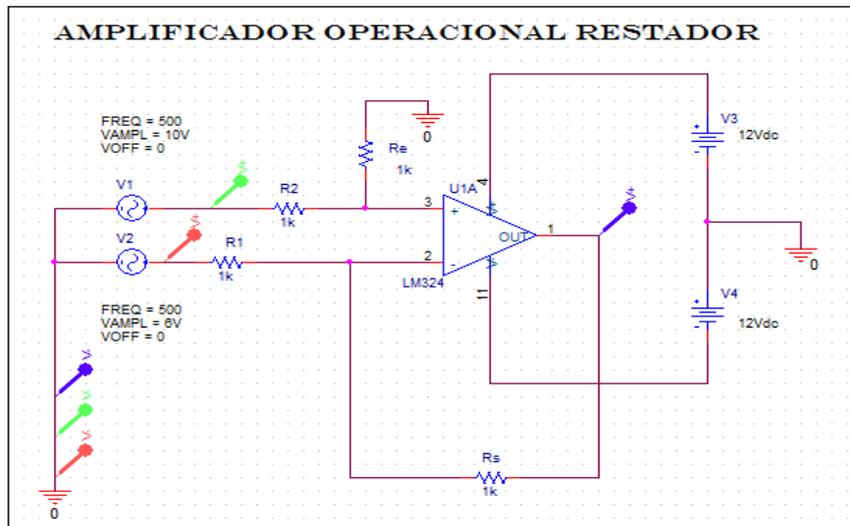


Figura 4.15: Diagrama de amplificador operacional restador.

Fuente: Autores

Se puede apreciar con marcadores verde y rojo las entradas del circuito y de color azul la salida que representa la diferencia de las señales de entrada.

Para la simulación se utiliza el mismo análisis que en la sumatoria, análisis transitorio a 5 milisegundos, y al correr la simulación se obtiene la gráfica de la figura 4.16.

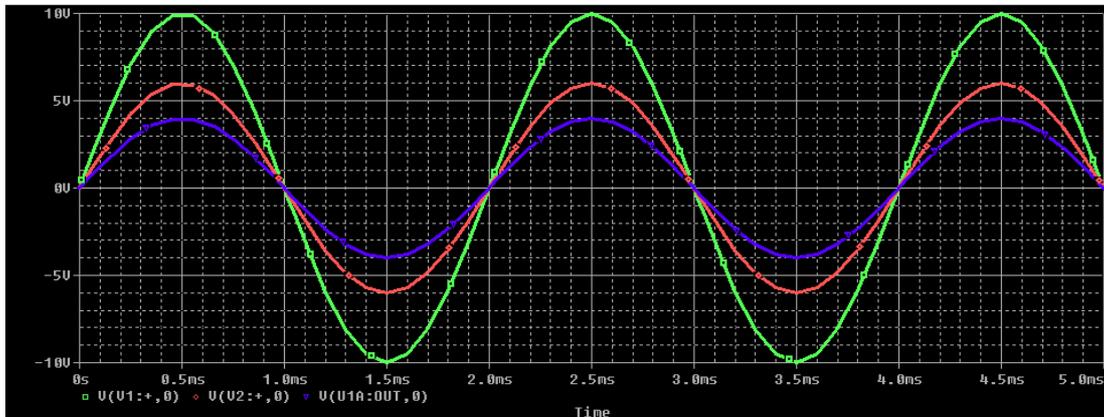


Figura 4.16: Simulación amplificador operacional restador.

Fuente: Autores.

El amplificador operacional restador básico puede considerarse que está formado por un amplificador operacional inversor y otro amplificador operacional no inversor.

Se puede decir que de acuerdo a una serie de cálculos la tensión de salida está dada por la siguiente expresión:

$$V_o = \frac{R_2}{R_1} (V_{i1} - V_{i2})$$

$$V_o = \frac{1K}{1K} (10V - 6V)$$

$$V_o = 4V$$

Este resultado es muy claramente apreciable en la simulación de PSPICE. Además es recomendable que para la práctica se tenga a mano el *datasheet* del amplificador operacional LM324.

4.3.5 Práctica #5: Oscilador Puente de Wien

En esta práctica se busca verificar la salida de un oscilador de un puente de Wien que está constituido por un amplificador operacional y comprobar que su frecuencia de oscilación obtenida con el simulador coincide con los cálculos efectuados.

El diagrama está conformado por los siguientes elementos:

- Un amplificador operacional $\mu A741$.
- Dos resistencias de $1.6k\Omega$.
- Una resistencia de $10K\Omega$.
- Una resistencia de $22K\Omega$.
- Dos capacitores de $0.01 \mu F$.
- Dos fuentes de tensión continua.

El diagrama esquemático es el de la figura 4.17.

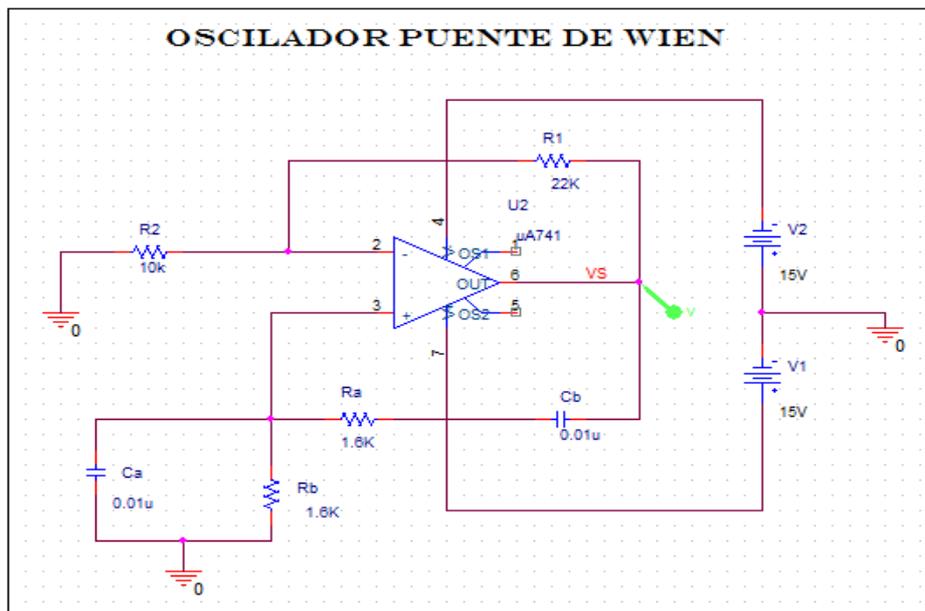


Figura 4.17: Circuito oscilador Puente de Wien en Capture CIS.

Fuente: Autores.

Para realizar el esquemático se debe seguir los pasos descritos en la primera práctica, y para simular este circuito se escogerá el análisis transitorio a un tiempo de unos 12ms para observar de mejor manera la onda y los primeros segundos serán irregulares hasta normalizar la onda. Otra característica que se debe seleccionar es la de *Skiptheinitialtransientbiaspointcalculation* (SKIPBP). En la figura 4.18 se aprecian las características descritas.

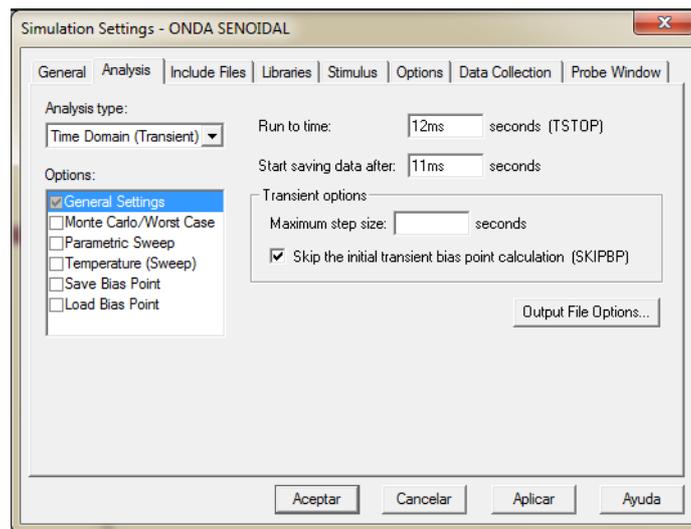


Figura 4.18: En el gráfico se observa las características respectivas para la simulación.

Fuente: Autores.

Se coloca un marcador de voltaje a la salida del uA741. Finalmente se hace clic en PSPICE– *Run* o también puede acceder a la simulación con la tecla F11. A continuación se abrirá PSPICE con la gráfica de la figura 4.19.

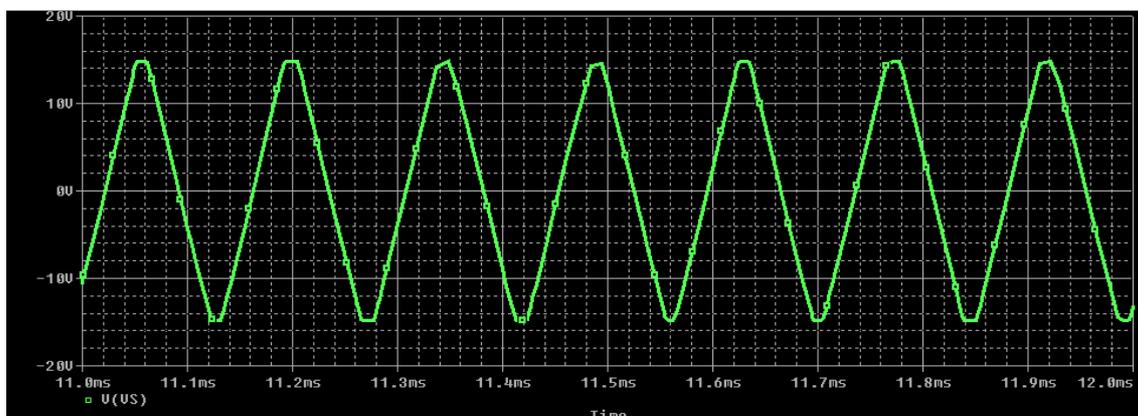


Figura 4.19: Simulación PSPICE de oscilador puente de Wien.

Fuente: Autores.

Esta gráfica representa la salida del puente de Wien que es una onda sinusoidal como se indicó anteriormente, cabe recalcar que los osciladores generan ondas sinusoidales pero estas no son puras debido a que están compuestas de armónicos, como se demostrará más adelante.

Además se aprecia cómo la senoide comienza a recortarse porque el amplificador está saturado (la senoide alcanza los ± 15 V de la alimentación). En el límite, cuando la saturación es muy elevada, la señal que se obtiene es una señal cuadrada.

Dependiendo de la capacidad de procesamiento del ordenador tardará en abrirse este diagrama, siendo por lo general pocos segundos.

Para obtener la frecuencia de oscilación en PSPICE se debe dar clic en el menú *Trace* opción *Fourier*, para poder observar las componentes de frecuencias, que en este caso está compuesta de tres armónicos como muestra la figura 4.20:

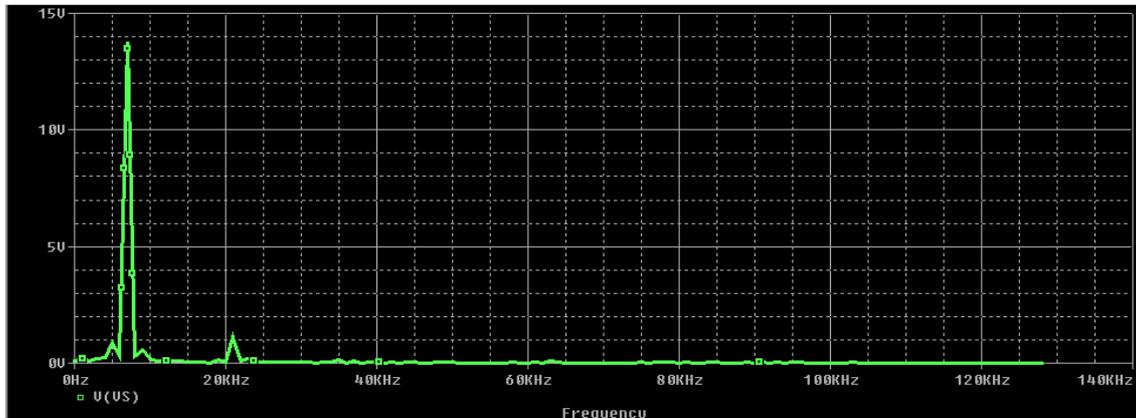


Figura 4.20: Gráfica del espectro de la señal de salida del oscilador con sus armónicos, utilizando la herramienta de la FFT (*Fast Fourier Transform*) incorporada al PSPICE/ORCAD.

Fuente: Autores.

Los armónicos se dan por que la señal no es una sinusoidal pura, dependiendo de la menor cantidad de armónicos se podrá decidir la calidad del oscilador.

4.3.6: Práctica # 6: Filtros activos Pasa bajos

En esta práctica se medirá las características de filtros activos pasa bajos. Además se obtendrá el diagrama de Bode para poder hallar la frecuencia de corte con la ayuda de PSPICE, y con un análisis de barrido AC o AC Sweep.

Un filtro pasa bajo corresponde a un filtro caracterizado por permitir el paso de las frecuencias más bajas y atenuar las frecuencias más altas.

Para el desarrollo de la siguiente práctica se necesitará de los siguientes elementos ubicados en las respectivas librerías de ORCAD, detallados a continuación:

- Un amplificador operacional TL074.
- Tres resistencias de 8.2KΩ.
- Un capacitor de 10nF.
- Dos fuentes de corriente continua de 12Voltios.
- Un generador de corriente alterna de 10 Voltios.

A continuación se debe desarrollar el diagrama para el filtro pasa bajo en *Capture CIS*, con los pasos descritos en la primera práctica de acuerdo al diagrama de la figura 4.21.

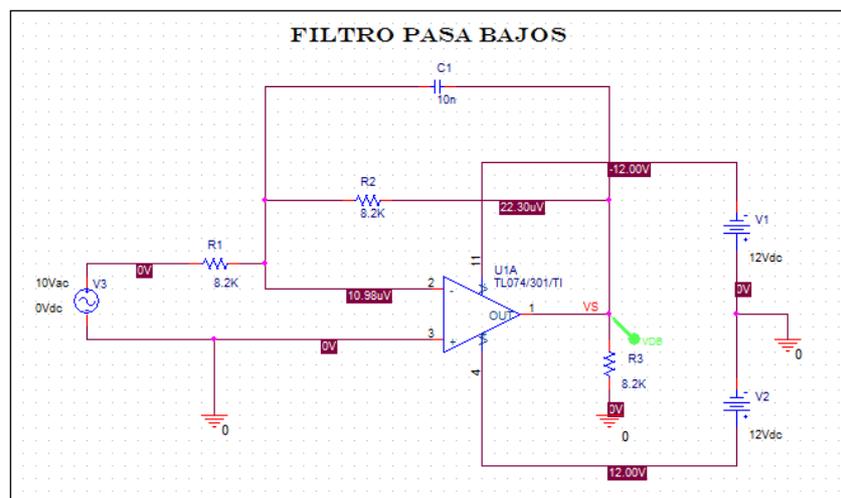


Figura 4.21: Circuito propuesto como filtro pasa bajos de primer orden con amplificador operacional TL074.

Fuente: Autores

El marcador de color verde es un marcador especial que se obtiene en el menú PSPICE, opción *markers-advanced-dB magnitude of voltage*. Este marcador servirá en el diagrama de Bode para poder representar la tensión en decibelios (dB).

Para obtener la frecuencia de corte, se utiliza la siguiente fórmula:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

Donde: R= 8.2KΩ C=10nF.

$$f_c = \frac{1}{2\pi(8.2 \times 10^3)(10 \times 10^{-9})}$$

$$f_c = 1940.9 \text{ Hz}$$

Al simular el circuito se lo realiza por medio de un barrido AC, con las características mostradas en la figura 4.22.

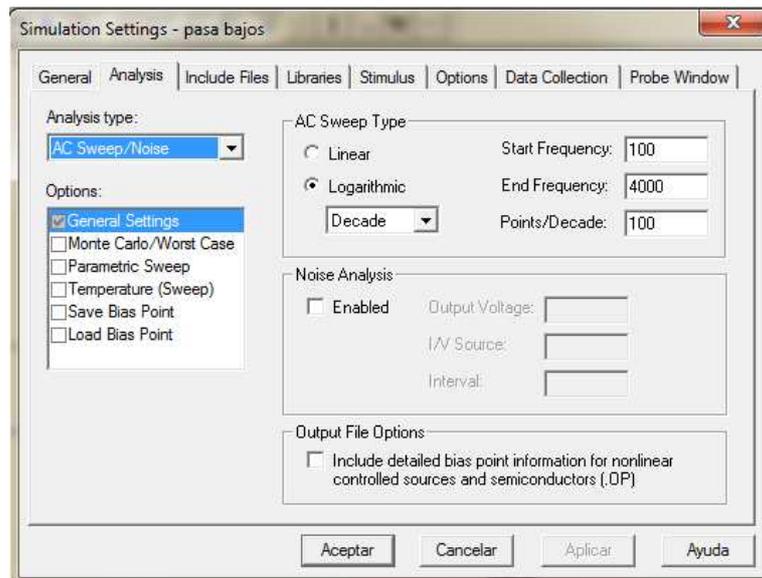


Figura 4.22:Características del análisis AC sweep.

Fuente: Autores.

Al correr la simulación con la opción *Run*, automáticamente se abrirá la ventana PSPICE con la siguiente curva, como se muestra en la figura 4.23.



Figura 4.23:Diagrama de Bode.

Fuente: Autores.

En el diagrama de Bode se encuentra la frecuencia de corte (muy aproximada a los cálculos anteriores) de 1943Hz, gracias a la opción de cursores  podrá desplazarse en la curva y al obtener la diferencia de -3dB en el *probe* cursor (3dB por debajo de la amplitud máxima, es decir 16.982 -19.988 en el eje de las Y), se encuentra la frecuencia de corte del filtro, en este caso A1= 1.9433K valor muy aproximado a los cálculos de la formula de frecuencia de corte.

Una opción mas precisa de calculo es utilizar la opción *eval goal functions*  de la barra de herramientas y escoger la función LPBW(1, db_level); en el trace expression se asigna V(Vs), voltaje de salida y los 3dB. Como se muestra en la figura 4.24.

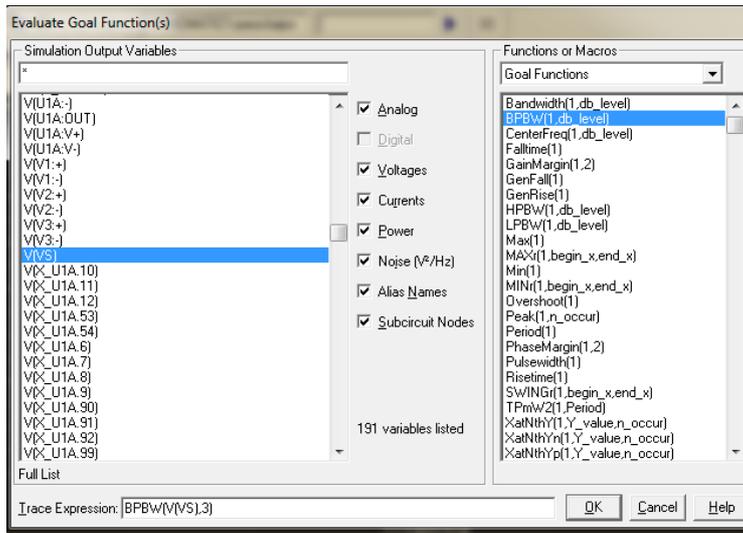


Figura 4.24: Evaluate goal functions.

Fuente: Autores.

Finalmente se muestra el resultado de la frecuencia de corte deseado como se observa en la figura 4.25.

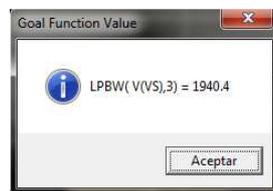


Figura 4.25:Resultado de frecuencia de corte en PSPICE.

Fuente: Autores.

De esta manera se permite el paso de frecuencias bajas. Se recomienda para la práctica revisar el *datasheet* del amplificador operacional TL074.

4.4 NUEVO PROGRAMA RECOMENDADO DE LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II

En el programa de la asignatura Electrónica II mostrado en la sección 4.1 se incluirán ahora las prácticas desarrolladas en el apartado 4.3:

4.4.1 Diseño de las unidades de estudio (UE)

UE I: Dispositivos semiconductores de potencia

Contenidos Específicos: Dispositivos semiconductores de potencia. Características de control de los dispositivos de potencia. Tipos de circuitos electrónicos de potencia. Diseño de un equipo electrónico de Potencia. Diodos semiconductores de potencia. Característica de la recuperación inversa. Tipos de diodos de potencia. Diodo Schottky. Diodos conectados en serie. Diodos conectados en paralelo. Transistores de potencia. Características en régimen permanente. Características de conmutación. MOSFET de potencia.

UE II: Respuesta en frecuencia de transistores BJT y JFET

Contenidos específicos: Logaritmos. Decibeles. Consideraciones generales sobre la frecuencia. Análisis a baja frecuencia, gráfica de Bode. Respuesta a baja frecuencia en amplificador BJT. Respuesta a baja frecuencia en amplificador FET. Capacitancia de efecto Miller. Respuesta a alta frecuencia del amplificador BJT. Respuesta a alta frecuencia del amplificador FET.

UE III: Amplificador Operacional

Contenidos específicos: Circuito de Amplificador diferencial. Operación en modo diferencial y modo común. Desarrollo de la práctica #1 de amplificador operacional en modo diferencial y en modo común en ORCADPSPICE 9.2. El amplificador operacional básico. Circuitos prácticos con amplificadores operacionales. Especificaciones, parámetros de desvío de dc. Multiplicador de ganancia constante. Desarrollo de la práctica #2 de amplificador operacional inversor y no inversor en ORCADPSPICE 9.2. Desarrollo de la práctica #3 de amplificador operacional seguidor de tensión en ORCADPSPICE 9.2. Suma de voltajes. Desarrollo de la práctica #4 de amplificador operacional sumador y restador en ORCAD PSPICE 9.2. Acoplador de voltaje. Fuentes controladas. Circuitos de instrumentación. Filtros activos.

UE IV: Circuitos con Retroalimentación y Osciladores

Contenidos específicos: Conceptos de realimentación. Tipos de conexión de retroalimentación. Circuitos prácticos con retroalimentación. Amplificador retroalimentado. Operación del oscilador. Oscilador de corrimiento de fase. Oscilador de puente de Wien. Desarrollo de la práctica #5 de Puente de Wienen ORCADPSPICE 9.2. Circuito de oscilador sintonizado. Oscilador a cristal. Oscilador monounión.

UE V: Filtros

Contenidos específicos: Filtros activos. Filtro pasa bajas. Desarrollo de la práctica #6 de filtro pasa bajo en ORCADPSPICE 9.2. Filtro pasa altas. Filtro pasabanda

4.5 NUEVO SYLLABUS RECOMENDADO DE LA ASIGNATURA DE ELECTRÓNICA II

De la misma manera se procede con el syllabus de la asignatura, es decir la programación detallada de la gestión del día ahora con la inclusión de las prácticas recomendadas desarrolladas en la sección 4.3.

UE	Objetivo	Sistema de Clases	No. De Horas	Evaluación	Observaciones
I	Analizar las características, propiedades y parámetros de los dispositivos semiconductores de potencia. Caracterizar los dispositivos electrónicos BJT y MOSFET de potencia mediante curvas, parámetros y modelos.	C1.- Dispositivos semiconductores de potencia. Características de control de los dispositivos de potencia.	2		
		C2.- Tipos de circuitos electrónicos de potencia. Diseño de un equipo electrónico de Potencia.	2		
		C3.- Diodos semiconductores de potencia. Característica de la recuperación inversa.	2		
		C4.- Tipos de diodos de potencia. Diodo Schottky.	2		
		C5.- Diodos conectados en serie. Diodos conectados en paralelo.	2		
		C6.- Transistores de potencia. Características en régimen permanente. Características de conmutación.	2		
		C7.- MOSFET de potencia.	2		
		CP1.- Ejercicios de aplicación	2	Desarrollo individual	

UE	Objetivo	Sistema de Clases	No. De Horas	Evaluación	Observaciones
II	Analizar los métodos de determinar la respuesta a frecuencia a través de conceptos fundamentales que llevan a la utilización del mismo según el caso, centrando el análisis en la necesidad de usos de programa de computación como resultado. Diseñar un amplificador teniendo en cuenta la respuesta a frecuencia.	C8.- Logaritmos. Decibeles. Consideraciones generales sobre la frecuencia.	2		
		C9.- Análisis a baja frecuencia, gráfica de Bode.	2		
		C10.- Respuesta a baja frecuencia en amplificador BJT. Respuesta a baja frecuencia en amplificador FET.	2		
		C11.- Capacitancia de efecto Miller. Respuesta a alta frecuencia del amplificador BJT.	2		
		C12.- Respuesta a alta frecuencia del amplificador FET.	2		
		CP2.- Ejercicios de aplicación	2	Desarrollo individual	

UE	Objetivo	Sistema de Clases	No. De Horas	Evaluación	Observaciones
III	Analizar las características, propiedades y parámetros de un amplificador operacional estándar como el CI analógico de uso más frecuente	C13- Circuito de Amplificador diferencial.	2		
		C14.- Operación en modo diferencial y modo común.	2		Practica #1: Amplificador operacional en modo diferencial y en modo común.
		C15.- El amplificador operacional básico.	2		
		C16.- Circuitos prácticos con amplificadores operacionales: Amplificador no inversor. Seguidor unitario	2		Practica #2: Amplificador operacional inversor y no inversor. Practica #3 Amplificador operacional seguidor de tensión.
		C17.- Amplificador sumador. Integrador. Diferenciador.	2		Practica #4 Amplificador operacional sumador inversor y restador

		C18.- Especificaciones, parámetros de desvío de dc.	2		
		C19.- Aplicaciones del amplificador operacional: Multiplicador de ganancia constante. Ganancia de etapas múltiples.	2		
		C20.- Suma y resta de voltajes. Acoplador de voltaje. Fuentes controladas. Circuitos de instrumentación.	2		
		CP3.- Ejercicios de aplicación.	2	Desarrollo individual	

UE	Objetivo	Sistema de Clases	No. De Horas	Evaluación	Observaciones
IV	Caracterizar circuitos realimentados a partir de las variaciones que introduce la realimentación en el mismo.	C21.- Conceptos de retroalimentación. Tipos de conexión de retroalimentación.	2		
		C22.- Circuitos prácticos con retroalimentación.	2		
		C23.- Operación del oscilador. Oscilador de corrimiento de fase.	2		
		C24.- Oscilador de puente de Wien. Circuito de oscilador sintonizado.	2		Practica #5 Oscilador Puente de Wien.
		C25.- Oscilador a cristal. Oscilador monounión.	2		
		CP4.- Ejercicios de aplicación.	2	Desarrollo individual	

UE	Objetivos	Sistema de Clases	No. De Horas	Evaluación	Observaciones
V	Analizar los filtros activos de primer y segundo orden construidos con amplificadores operacionales.	C23.- Filtros activos. Filtros Pasabajas.	2		Practica #6 Filtros Activos: Pasa bajos.
		C24.- Filtros pasaaltas Filtros Pasa banda	2		
		CP5.- Ejercicios de aplicación.	2	Desarrollo individual	

CONCLUSIONES

De acuerdo a todo lo expuesto en esta investigación, se han cumplido los objetivos planteados para este trabajo. Para ello se buscó información referente a diferentes tipos de simuladores que presten la viabilidad y capacidad en la comprensión de las prácticas de laboratorio de electrónica, determinando a ORCADPSPICE 9.2 como el programa más adecuado a utilizarse en la asignatura de Electrónica II, debido a la facilidad y simplicidad en la ejecución de los circuitos electrónicos y simulación de los mismos.

A lo largo de esta investigación se aprendió el funcionamiento de cada una de las herramientas que brinda este programa, y se realizaron las prácticas adecuadas a los tópicos descritos de acuerdo al syllabus de la materia.

Poco a poco se fueron desarrollando las prácticas a sugerirse para esta cátedra y de esta manera poder incluirlas dentro del pensum de Electrónica II.

Se llegó a la conclusión que de acuerdo a la necesidad de incluir un componente práctico en el programa académico de esta asignatura, se aconseja a las autoridades de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones la implementación de la aplicación del software ORCADPSPICE 9.2 para mayor comprensión de la materia por parte del estudiantado de Electrónica II del Quinto Ciclo.

RECOMENDACIONES

El simulador ORCAD 9.2 utilizado en esta investigación es un demo de fácil descarga en internet, por lo que se sugiere que para la utilización del mismo en el laboratorio de electrónica de la facultad, se proceda a la adquisición de una licencia para evitar inconvenientes con el programa.

Además debe de considerarse que por muy potente que sea el simulador, estas prácticas no son más que una aproximación a la realidad, en consecuencia nunca podrán sustituir al manejo real de los circuitos electrónicos. Por lo tanto, el mejor uso que puede desarrollarse en torno a PSPICE es en conjunto con el trabajo del laboratorio y comparar los resultados obtenidos.

El simulador realiza las tareas que le encomiendan, y no debe perderse la perspectiva de que es una herramienta, tampoco dar por válidos los resultados sin un debido control y perspectiva del usuario.

Además se aconseja a los profesores que antes de impartir las prácticas expliquen la parte teórica de los circuitos a simular, para evitar contratiempos en la impartición de la cátedra.

GLOSARIO

- **BSD.-** *Berkeley Software Distribution*, Distribución de programas Berkeley.
- **BJT.-** *Silicon Controlled Rectifier*, Rectificador Controlado de Silicio.
- **CAD.-** *Computer Aided Design*, Diseño Asistido por Computadora.
- **CANCER.-** *Computer Analysis of Non linear Circuits Excluding Radiation*, Análisis Computarizado de Circuitos No Lineales excluida de Radiación.
- **CMMR.-** Relación de Rechazo en Modo Común.
- **dB.-** Decibelios.
- **FORTRAN.-** *Formula Translating System*, Lenguaje de Traducción de Fórmulas.
- **FPGA.-** *Field Programmable Gate Array*, Matriz de Puertas Programables.
- **GTO.-** *Gate Turn-Off SCR Thyristo*), Puerta de Apagado del Tiristor.
- **IGBT.-** *Insulated Gate Bipolar Transistor*, Transistor Bipolar de Puerta Aislada.
- **JFET.-** *Junction Field-Effect Transistor*, transistor de efecto de campo de unión.
- **MOS.-** *Metal-Oxide-Semiconductor*, Semiconductor de óxido metálico.
MOSFET.- *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*, transistor de efecto de campo basado en la estructura MOS.
- **NPN.-** *Negative-Positive-Negative*, Negativo – Positivo - Negativo.
- **ORCAD Corp.-** *Cadence Design Systems, Inc*, Sistemas de diseño *Cadence*.
- **PC.-** *Personal computer*, Computador Personal.
- **PCB.-** *Printed Circuit Board*, Circuito Impreso.
- **PLD.-** *Programmable Logic Device*, Dispositivo Lógico Programable.
- **PNP.-** *Positive – Negative - Positive*, Positivo – Negativo – Positivo.
- **SPICE.-** *Simulation program with integrated circuits emphasis*, Programa de simulación con énfasis en circuitos integrados.
- **SCR.-** *Silicon controlled rectifier*, Rectificador controlado de silicio.
- **TRIAC.-** Trío de para Corriente Alterna.
- **UCSG.-** Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- **UE.-** Unidad de estudio.
- **VHDL.-** Acrónimo de la unión de palabras VHSIC (*very high speed integrated circuit*) y HDL (*hardware description language*).

BIBLIOGRAFIA

Sitios Web Consultados

Amplificador operacional. (2011). Recuperado el 10 de mayo de 2011, http://es.wikipedia.org/wiki/Amplificador_operacional

Center, e. (s.f). *A brief history of Spice.* Recuperado 25 de enero de 2011, A brief history of Spice: <http://www.ecircuitcenter.com/SpiceTopics/History.htm>

Ernesto, L. (s.f). *Que es la Electronica.* Recuperado 18 de enero de 2011, Que es la Electronica: <http://www.monografias.com/trabajos5/electro/electro.shtml>
monografías.com

Fernandez, M. A. (2007). *Amplificadores Operacionales .* Recuperado 26 de enero de 2011: <http://www.monografias.com/trabajos45/amplificadores-operacionales/amplificadores-operacionales2.shtml>

Filtros. (s.f.). Recuperado el 14 de Abril de 2011 de www.terra.es/personal2/equipos2/filtros.htm

Introduccion a los sistemas osciladores. (s.f.). Recuperado el 15 de Abril de 2011, de <http://personales.ya.com/casanchi/fis/oscila01.htm>

Oscilador de cristal. (2010). Recuperado el 10 de mayo de 2011, http://es.wikipedia.org/wiki/Oscilador_de_cristal

Parametros y diferencias de algunos amplificadores operacionales. (2011). Recuperado el 2 de mayo de 2011,

http://omnisapiente.megatesis.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=10

15

Archivos Web consultados

Boylestad and Nashelsky. (2006). *Electronic devices and circuit Theory*. Recuperado el 24 de Marzo de 2011, de <ftp://ftp.itmerida.mx/SistemasAnalogicos/SistemasAnalogicosMecanica/SistemasAnalogicos/Unidad1/OpAmpAplic.pdf>

Espinoza, M (2008). Recuperado el 25 de marzo de 2011, de http://www.eie.ucr.ac.cr/uploads/file/software/Guia_ORCAD%209.1.pdf

Giraldo, B. F. (s.f). *Prácticas desarrolladas mediante tecnicas de aprendizaje cooperativo*. Recuperado 16 de enero de 2011, Prácticas desarrolladas mediante tecnicas de aprendizaje cooperativo:

<http://giac.upc.es/JAC10/02/Article%28BeatrizGiraldo%29%2803%29.htm>

Granados, J. P. (2003, Septiembre). *Procedimientos Basicos Para la Simulacion de Circuitos Electrónicos utilizando PSPICE® A/D (ORCAD Lite Edition 9.2)*. Recuperado 19 de enero de 2011:

<http://www.eie.ucr.ac.cr/uploads/file/software/guiaspice.pdf>

MFC. (01 de marzo de 2004). *ORCADPSPICE: Menus, componentes y diseños*. Recuperado el 21 de enero de 2011, de ORCADPSPICE: Menus, componentes y diseños:

http://materias.fi.uba.ar/6625/TPs/Tutoriales/9_1Tutorial%20SPICE.pdf

Simulacion analogica PSPICE . (25 de septiembre de 2002). Recuperado el 20 de enero de 2011, de simulacion analogica PSPICE :

<http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Manual%20sobre%20ORCAD%20PSPICE%209.1.pdf>

Spiegel, J. V. (19 de marzo de 2006). *PSPICE a brief premier*. Recuperado el 20 de enero de 2011, de PSPICE a brief premier:

<http://www.seas.upenn.edu/~jan/spice/PSPICEPrimer.pdf>

www.futureworkss.com. (s.f.). Recuperado el 17 de Marzo de 2011, de <http://www.futureworkss.com/tecnologicos/electronica/manuales/Guia%20rapida%20de%20ORCAD%209.pdf>

Libros consultados

Association, A. P. (2002). *Manual de estilo de publicaciones* (Segunda ed.). Mexico: El Manual Moderno, S.A. de C.V.

Boylestad, R. L - Nashelsky, L. (2003). *Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. Octava Edición. Pearson Educación, México 2003. Prentice Hall. Impreso en México. Numero de páginas: 1040 paginas. ISBN: 970-26-0436-2.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista , P. (2003). *Metodología de la Investigación, (3ª ed)*. Atlampa, Cuauhtémoc, México D.F.: McGraw-Hill Interamericana. ISBN 970-10-3632-8.

López, V. A. - Ogayar, F.B. (2000). *Teoría de circuitos con ORCADPSPICE: 20 prácticas de laboratorio*.Primera edición. Ra-Ma. Librería y editorial microinformática. Número de páginas: 550 paginas. ISBN: 9788478974146

Muñoz, C. (1998). *Como elaborar y asesorar una investigación de tesis*. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

Pareja, M. (2007). *Creación de nuevos componentes para ORCAD 10.3*. Primera Edición. Barcelona - España. Marcombo ediciones. Impreso en Gráficas Díaz Tuduri. Numero de páginas: 256 paginas. ISBN: 978-84-267-1439-8.

Rashid, M. H. (2004). *Electrónica de Potencia: Circuitos, dispositivos y aplicaciones*. Tercera Edición. Pearson educación México 2004: Pearson Prentice Hall. Numero de páginas: 878 paginas. ISBN: 9789702605324.

Salkind, N. (1999). *Metodología de la Investigación* (Tercera ed.). Mexico: Prentice Hall.

Zamora, M.A - Villalba, G. (2004). *Problemas de electrónica con ORCAD PSPICE*. Primera Edición. Murcia, Universidad de Murcia. Impreso en España. Numero de páginas: 159 paginas. ISBN: 84-8371-505-8.