



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN

DISEÑO DE LAS PRÁCTICAS DE LA
ASIGNATURA ELECTRÓNICA ANALÓGICA
BASADOS EN UNA PLATAFORMA EN LÍNEA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA-
INGENIERIA ELECTRICA ELECTRONICA

INGENIERO ELÉCTRICO ELECTRÓNICO
(AREA COMUNICACIONES)

P R E S E N T A N:

GUADALUPE VICENTE PEREZ GALARZA

LUIS VICENTE VILLALPANDO CRUZ



ASESOR:

M. EN I. FERNANDO MACEDO CHAGOLLA

MEXICO 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A Dios y al Arcángel Gabriel

Por iluminar mi camino, porque nunca me han desamparado, me protegen y me ayudan en cada momento y situación de mi vida.

A la UNAM

Institución a la que le tengo un especial afecto, en particular a la Facultad de Estudios Superiores Aragón que me brindó la oportunidad de convertirme en una persona de provecho, me abrió sus puertas y me abrigó durante los años de estudio proporcionándome las herramientas necesarias para realizarme como profesionista. Gracias.

A mis padres, Cristina y Vicente

Les agradezco todo su apoyo incondicional, y su gran amor, Mama este es un logro más para que te sientas muy orgullosa de mi, este trabajo te lo dedico a ti con mucho amor y cariño por todos los sacrificios que hiciste a lo largo de toda mi crianza; Papa muchas gracias por todos tus consejos y sabiduría que has compartido conmigo.

Su amor me acompañara toda la vida. Los amo.

A mi compañera de Vida, Berenice

Amor te agradezco por estos años juntos y tu apoyo incondicional para terminar mi carrera.

te amo con todo mi corazón.

A mis hermanas, Yazmin y Cecilia

Hermanitas ustedes son una parte muy importante en mi vida y les agradezco por siempre estar a mi lado estoy muy orgulloso de ser su hermano mayor y espero que esto les sirva de ejemplo que los sueños si se pueden lograr con esfuerzo y trabajo.

Las amo con todo mi corazón.

Al M. en I. Fernando Macedo Chagolla

Le agradezco infinitamente por el apoyo y tiempo recibido también a si por las facilidades otorgadas a lo largo de este gran proyecto sugerido por usted, para culminar con la titulación de nosotros MUCHAS GRACIAS Maestro Fernando por ser nuestro Asesor de tesis.

Al Dr. en I. Alejandro Vega

Le agradezco al profesor por haber fungido como un co Asesor en nuestro trabajo y haber compartido su tiempo e ideas en el laboratorio y su amplia experiencia como docente de nuestra facultad ya que sin su colaboración en el diseño y realización de las practicas del laboratorio no hubiera sido posible, lo considero un buen profesor y amigo MUCHAS GRACIAS, Doc.Vega

Al ing. Benito Barranco

Le agradezco por ser primero que nada un buen profesor y guía, por esos consejos de no claudicar en mis estudios cuando todo parecía gris en mi vida usted fue un gran motivador y amigo, Gracias ing. Benito

A mi TOCAYO VICENTE

Amigo te agradezco el haberte conocido eres una persona excepcional y un buen compañero de trabajo te deseo mucho éxito en tu vida profesional y recuerda que cuentas conmigo para lo que sea , yo sé que fue un trabajo muy desgastante y difícil pero si recuerdas que te dije que lo íbamos a lograr y ves ya está terminado.

A mi Hermano de toda la vida Arturo González

Hermano gracias por siempre estar ahí en las buenas y en las malas este trabajo espero te sirva de ejemplo para que veas que los sueños si se cumplen con trabajo y esfuerzo.

Con cariño, Atenea Guadalupe Vicente Pérez Galarza.

A mi compañero Vicente Pérez y a mi asesor Fernando Chagolla

Por Brindarme la oportunidad de formar parte en este gran proyecto, a pesar de las dificultades que se presentaron. Gracias

A todos nuestros sinodales, en especial al Dr. Alejandro Vega

Por hacer que este trabajo sea de calidad. Gracias

A todos los profesores que conocí en mi estancia en la facultad

Por compartir sus conocimientos y experiencia. Gracias

A todos los que conocí durante mi estancia en el servicio social

Por brindarme la oportunidad durante 6 meses de estar con ellos. Gracias.

A mis compañeros de la facultad tanto gente de la carrera cómo de otras carreras.

Por brindarme su amistad y compartir momentos inolvidables, y aprender de cada uno de ellos. Gracias.

A toda la gente que conocí durante los últimos 5 años

Fuera de la facultad tanto de la UNAM cómo de otras escuelas, por darse la oportunidad de conocerme y darle más difusión a mi facultad de diversas formas. Gracias.

A la gente que creyó en mí

Como también la que no, que me inspiró a seguir adelante, y la prueba es esta tesis. Gracias.

A todos los miembros de mi familia

Tanto primos, tíos, sobrinos y abuelita, que se enorgullezcan de tener un miembro más de la UNAM en nuestras familias. Gracias

Y en especial a mis hermanos

Que han estado conmigo en los momentos más complicados. Los amo

A mis padres

Por haberme apoyado tanto económica como moralmente durante toda mi vida, y espero que con este trabajo sea una de tantas formas de darles una gran satisfacción. Los amo con todo mi corazón.

Atentamente: Luis Vicente Villalpando Cruz

OBJETIVO GENERAL DE LA TESIS.....4

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL AL DISEÑO INSTRUCCIONAL.....5

Objetivo del Capítulo..... 5

1.1 Antecedentes del diseño instruccional.....5

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....8

Objetivos del Capítulo8

2.1 Historia de la computadora como instrumento de educación..... 8

2.2 Contribución de Seymour Papert 9

2.3 La computadora para la enseñanza en México..... 9

2.4 Definición de teoría y modelo..... 10

- ¿Qué es una teoría? 10
- ¿Qué es un modelo?..... 10

2.5 Teorías del Aprendizaje 10

- La Teoría de Aprendizaje Conductista 10
- La Teoría de Aprendizaje Cognoscitivo..... 11
- La Teoría de Aprendizaje Constructivista..... 11

2.6 Diseño Instruccional Asistido por Computadora..... 12

2.7 Diseño Instruccional y Desarrollo de Proyectos de Educación a Distancia..... 13

- 2.7.1 Modelos clásicos de Diseño Instruccional 13
- 2.7.2 El Diseño Instruccional en la educación a distancia 16
- 2.7.3 Planteamiento de proyectos..... 16
- 2.7.4 Diseño instruccional ampliado 18

 - 2.7.4.1 Eje axiológico..... 19
 - 2.7.4.2 Necesidades 19
 - 2.7.4.3 Perfil de la población 20
 - 2.7.4.4 Objetivos 21
 - 2.7.4.5 Estructuración de contenido 22
 - 2.7.4.6 Organización académico administrativa 22

2.7.4.7 Planeación de la evaluación	23
2.7.4.8 Elementos comunicacionales	24
2.7.4.9 Desarrollo y selección de materiales	24
2.7.4.10 Planeación de tutoría y coordinaciones locales.....	25
2.7.4.11 Evaluación	25
<i>CAPÍTULO III. PROPUESTA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA.....</i>	26
Objetivo del Capítulo.....	26
3.1 Estructura del Sitio Web.....	26
3.2 Selección y desarrollo de materiales.....	27
3.3 Integración de medios digitales y transferencia a entorno virtual.....	28
3.4 Implementación, seguimiento y evaluación.....	30
3.5 Prácticas de laboratorio propuestas.....	31
▪ Descripción de la estructura en línea de las prácticas de la asignatura de electrónica analógica	31
PRÁCTICA 1: INTRODUCCIÓN AL AMPLIFICADOR OPERACIONAL	33
PRÁCTICA 2: GANANCIA AJUSTABLE EN UN AMPLIFICADOR OPERACIONAL	47
PRÁCTICA 3: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL EN CIRCUITOS MATEMÁTICOS (SUMADOR INVERSOR, SUMADOR NO INVERSOR Y RESTADOR).....	64
PRÁCTICA 4: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL EN CIRCUITOS MATEMÁTICOS (DERIVADOR E INTEGRADOR)	76
PRÁCTICA 5: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL COMO COMPARADOR DE HISTÉRESIS.....	90
PRÁCTICA 6: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL CÒMO OSCILADOR.....	103
PRÁCTICA 7: EL AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN	116
PRÁCTICA 8: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL CÒMO AMPLIFICADOR DE AUDIO.....	121
<i>CONCLUSIÓN.....</i>	127

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
ANEXO	133
PREVIO DE LA PRÁCTICA 1: INTRODUCCIÓN AL AMPLIFICADOR OPERACIONAL	134
PREVIO DE LA PRÁCTICA 2: GANANCIA AJUSTABLE EN UN AMPLIFICADOR OPERACIONAL	135
PREVIO DE LA PRÁCTICA 3: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL EN CIRCUITOS MATEMÁTICOS (SUMADOR INVERSOR, SUMADOR NO INVERSOR Y RESTADOR)	136
PREVIO DE LA PRÁCTICA 4: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL EN CIRCUITOS MATEMÁTICOS (DERIVADOR E INTEGRADOR).....	137
PREVIO DE LA PRÁCTICA 5: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL COMO COMPARADOR DE HISTERESIS	138
PREVIO DE LA PRÁCTICA 6: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL COMO OSCILADOR	139
PREVIO DE LA PRÁCTICA 7: EL AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN..	140
PREVIO DE LA PRÁCTICA 8: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL COMO AMPLIFICADOR DE AUDIO	141

OBJETIVO GENERAL DE LA TESIS

El objetivo general es diseñar una serie de prácticas de laboratorio para la asignatura de electrónica analógica que desarrollamos de manera práctica, que sean sencillas y que faciliten el aprendizaje del alumno, tomando en cuenta variables como el equipo disponible en el laboratorio y el costo de material. Además, como la tendencia general es la educación en línea, es necesario tener ese lineamiento general que hace tanta falta si se quiere que las prácticas estén disponibles en línea. Esto al alumno le permitirá ahorrar tiempo a la hora de elaborar su práctica en el laboratorio, ya que tendrá el tiempo suficiente para estudiar y contestar el previo que se propuso y sólo llegará al laboratorio a elaborar su práctica correspondiente.

También estas prácticas pueden servir como auxiliar didáctico de los profesores de la asignatura, para que puedan ahondar y profundizar más a la hora de impartir su clase de teoría.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN GENERAL AL DISEÑO INSTRUCCIONAL

Objetivo del Capítulo

Introducir al alumno al mundo del diseño instruccional mediante un breve resumen, analizando sin profundizar demasiado, el impacto social que ha tenido la educación vinculada con la computadoras a lo largo de los años, y cómo puede ayudar mejor al aprendizaje de los estudiantes.

1.1 Antecedentes del diseño instruccional

Debido al gran auge tecnológico los multimedia se han convertido en lo más novedoso en la educación. Las escuelas que inicialmente tenían sus reservas al respecto de los multimedia han ido incorporando esta tecnología. Los multimedia han tenido más impacto en la educación privada, lo que han hecho que se vuelvan más competitivas, otras escuelas han adoptado los multimedia a partir de una autentica convicción sobre sus ventajas educativas.

En nuestros tiempos se han incorporado en la enseñanza diferentes recursos tecnológicos. Las más usadas y conocidas dispositivos aplicadas a la educación están el satélite, la computadora y con ellas diferentes plataformas computacionales, por ejemplo el correo electrónico, la internet, las páginas electrónicas y la videoconferencia. A esto hay que aunar además los múltiples dispositivos de almacenamiento como la USB y los videos interactivos, así como el empleo de una nueva concepción de materiales impresos para el auto aprendizaje.

Gracias a esta innovación surgen diferentes alternativas que en un inicio estuvieron muy relacionadas con la educación a distancia y poco a poco han venido a formar propuestas innovadoras para introducir y emplear los recursos tecnológicos en la enseñanza presencial y por supuesto a distancia. Por tal motivo surgió en la literatura científica pedagógica el concepto de “Nuevos Ambientes de Aprendizaje”. El desarrollo de estos implica tener en cuenta los elementos esenciales que conlleva una enseñanza desarrolladora de potencialidades y de

competencias valiosas para toda la vida. La gran necesidad de aplicar una gran cantidad de dispositivos técnicos en los sistemas educativos, hace que surja una remodelación de los planes y programas de estudio, así como medios tan novedosos como: los laboratorios de idiomas con audio activo-comparativo, la televisión en circuito cerrado con video-grabadoras domésticas, y la enseñanza asistida por computadora.

Para indagar un poco mencionaremos que en los años 50 aparecieron los primeros sistemas de enseñanza llamados programas lineales, en los que ningún factor podía cambiar el orden de enseñanza establecido en su momento por el programador. Estos sistemas desconocían la posibilidad de que el alumno no hubiera entendido correctamente los conceptos expuestos hasta el momento. Este complejo de sistemas tiene su origen en la teoría conductista defendida en su momento por el psicólogo y filósofo estadounidense B. F. Skinner (1904-1990). Los programas lineales no ofrecían entonces una enseñanza individual.

Hablando de su historia conocemos que los sucesores de los programas lineales fueron los programas ramificados, con un número fijo de temas, al igual que los programas lineales pero con capacidad para actuar conforme a la respuesta del alumno, ya que era flexible para ajustar el temario a las necesidades del usuario, repitiendo textos de explicación, volviendo hacer ejercicios, etc.

Podemos mencionar que a principios de los años 60, las computadoras habían comenzado a extenderse por las universidades y su uso empezó a ser parte de la formación de los estudiantes universitarios en algunas carreras. Rápidamente se empezó a tratar de utilizarlas de manera experimental en otros niveles de enseñanza.

Para seguir indagando a finales de los 60 y principios de los 70 aparecieron los sistemas generativos, estos asociados a una nueva filosofía educativa, la cual manifestaba que “era necesario adaptar la enseñanza a las necesidades de cada alumno”. Mas sin embargo estos sistemas no funcionaban para todo tipo de enseñanza, ya que las dificultades para generar problemas aumentan en ciertas

áreas de trabajo y estos creaban una única solución para un problema concreto, siendo que puedan existir varias soluciones correctas.

Encontramos que en los sistemas de enseñanza expuestos hasta este momento se conocen con el nombre de CAI (Computer Assisted Instruction o Instrucción Asistida por Computadora) y pueden considerarse como los descendientes evolutivos de los libros, ya que al igual que ellos están organizados de modo que contienen tanto el dominio de conocimiento general como el conocimiento instruccional del ser humano (en este caso conocido como maestro).

Las ventajas que presentaban dichos sistemas y sobre todo el que eran programas costosos y repetitivos estimularon el desarrollo de técnicas basadas en inteligencia artificial para ser utilizadas en sistemas educativos llamados ICAI (Intelligent Computer Assisted Instruction o Instrucción Inteligente Asistida por Computadora). Fue en la década de los 80's que dicho termino fue remplazado por el de sistemas tutores ITS (Intelligent Tutoring System o Sistema de Tutoría Inteligente), los cuales combinaban técnicas de inteligencia artificial, modelos psicológicos del estudiante y teoría de la educación. El concepto de ITS se define como, "un software educativo basado en un sistema experto, que encapsula el conocimiento del educador experto".

Podemos mencionar que en los últimos años, lo que realmente ha contribuido al desarrollo de la tecnología educativa son las innovaciones tecnológicas, y la creciente popularidad y disponibilidad del Internet. Esto ha propiciado el desarrollo de numerosas aplicaciones y proyectos de investigación orientados a la utilización de los medios informáticos.

Con la gran evolución en el desarrollo de la computación distribuida, las redes de computadoras, las telecomunicaciones y, sobre todo la utilización masiva del Internet, se ha propiciado el desarrollo de una nueva clase de sistemas que contemplan la difusión de conocimiento, la comunicación y colaboración entre grupos de personas situadas en lugares geográficos diferentes.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Objetivos del Capítulo

- Dar a conocer los antecedentes de la educación asistida por computadora.
- Presentar la definición y características de las diferentes corrientes de aprendizaje.
- Proporcionar un panorama general acerca de las contribuciones de Seymour Papert.

2.1 Historia de la computadora como instrumento de educación

Desde hace tiempo, el hombre ha mantenido una constante búsqueda de un soporte adecuado en el cual dejar testimonio de sus ideas y plasmar el mundo que lo rodea. La arcilla, el papiro o el papel han sido algunos de los medios utilizados y cada uno de ellos ha ido dejando sitio a otro presuntamente más funcional. La difusión de los soportes magnéticos y ópticos de información ha abierto nuevas vías como lo es el software educativo.

Al aparecer en 1975 la computadora Altaír, muchos aficionados a la electrónica y la programación se entusiasmaron y no tuvo que pasar mucho tiempo para que algunos maestros de escuela se dieran cuenta de las posibilidades de las microcomputadoras para que comenzaran a diseñar pequeños programas, sobre todo tipo de instrucción programada y ejercicios aritméticos en el lenguaje del sistema operativo, que era hasta ese momento, el único lenguaje de alto nivel disponible para las primeras microcomputadoras .

Entre el software que se generó para la educación, hizo primero su aparición la Commodore para la computadora Apple II, luego para PC de IBM surgió el lenguaje LOGO, que originalmente había sido desarrollado en la década de los años 70 para computadoras grandes, lográndose compactar para que cupiera en la microcomputadoras.

El principal promotor de logo fue un profesor sudafricano de MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), Seymour Papert (n. en 1928) quien se oponía a las ideas de Skinner y sugiere que, en lugar de que las computadoras programen al estudiante, este sea quien programe a la computadora y propone el lenguaje LOGO para dicho propósito. La idea es que programar a la computadora es enseñarle a la maquina la cual no razona por sí misma, debe ser enseñada con todo detalle y sin ambigüedad, ya que es bien sabido entre docentes que solo hasta el momento en que se debe enseñar un material a sus alumnos, el propio maestro es el que realmente lo aprende.

2.2 Contribución de Seymour Papert

El Dr. Seymour Papert propone el aprendizaje por exploración de un formato libre. Introduce lo que se llaman micromundos, que son ambientes de aprendizaje en los cuales se manipulan objetos que se encuentran sujetos a ciertas leyes. El más popular de estos objetos es la tortuga, que originalmente fue un robot construido con motores y que obedecía a una serie de mandos cómo: avanzar, retroceder, girar hacia la derecha e izquierda, levantar y bajar una pluma y otros.

Con ese robot se podrían escribir programas para que la tortuga dibujara diversas figuras geométricas. Eventualmente se sustituyó al robot por un icono en la pantalla en forma de tortuga o triangulo que realizaba los dibujos a colores en la pantalla del monitor de la computadora. Papert convenció a muchos educadores y el lenguaje logo se popularizo en Estados Unidos y en otros países como Canadá, Francia, España, Portugal, Holanda, Argentina, Chile y México.

2.3 La computadora para la enseñanza en México

México, al igual que muchos otros países, no ha sido la excepción en cuanto a la implementación de procesos de enseñanza asistidos por computadora se refiere y desde 1985 inició un proyecto federal al respecto para introducir las computadoras en los niveles de primaria. La Academia de la Investigación Científica (AIC) y la Academia Nacional de Ingeniería (ANIAC) organizaron actividades de nivel internacional en México que inspiraron la fundación de la Sociedad Mexicana de Computación en la Educación (SOMECE) y posteriormente, la Asociación

Latinoamericana de informática en la Educación (ALIE); SOMECE y AIC han organizado nueve simposios internacionales sobre la computación en la educación.

2.4 Definición de teoría y modelo

▪ ¿Qué es una teoría?

Una teoría proporciona la explicación general de las observaciones científicas realizadas. Las teorías explican y predicen comportamientos. Una teoría nunca puede establecerse más allá de toda duda. Una teoría puede ser desechada, si durante la prueba no se valida, otras veces pueden tener validez por mucho tiempo y de pronto perderla.

▪ ¿Qué es un modelo?

Un modelo es una figura mental que ayuda a entender las cosas que no se pueden ver o explicar directamente.

2.5 Teorías del Aprendizaje

Debido a que es poco probable que se llegue a “ver” un átomo, tampoco se llegará a “ver” el aprendizaje. Por lo tanto nuestros modelos de aprendizaje serán figuras mentales que permitirán entender lo que nunca se verá.

Parece ser que las teorías de aprendizaje, al igual que el estudio de la materia, se pueden rastrear desde los antiguos griegos. En el siglo XVIII, con el establecimiento de la inquietud científica la gente comenzó por su cuenta a estudiar y desarrollar modelos de aprendizaje.

▪ La Teoría de Aprendizaje Conductista

Corriente de la psicología que define el empleo de procedimientos estrictamente experimentales para estudiar el comportamiento, centrada en lo que era observable, y no se tomaba en cuenta lo que ocurría en el interior de la mente del sujeto. El conductismo se puede comparar con el modelo de átomo de Dalton, el cual simplemente consistía de una partícula sin importar lo que había adentro.

Tomando al conductismo como punto de partida, la gente se comienza a dar cuenta que algo pasaba en el organismo que debería ser considerado, ya que parecía que afectaba al comportamiento. Igualmente en la ciencia física, gente como William Crookes, J.J. Thompson, Ernest Rutherford y Niels Bohr se dieron cuenta de que algo ocurría dentro del átomo que afectaba su comportamiento.

- **La Teoría de Aprendizaje Cognoscitivo**

Teoría que se basa en los procesos que tienen lugar atrás de los cambios de conducta. Estos cambios son observados para usarse como indicadores para entender lo que está pasando en la mente del que aprende. Los intentos de explicar el modo en que los procesos cognitivos tienen lugar son tan antiguos como la propia filosofía; el término, de hecho, procede de los escritos de Platón y Aristóteles. Con el nacimiento de la psicología como disciplina científica independiente de la filosofía, la cognición se ha estudiado desde otros puntos de vista.

- **La Teoría de Aprendizaje Constructivista**

Se sustenta en la premisa de que cada persona construye su propia perspectiva del mundo que lo rodea a través de sus propias experiencias y esquemas mentales desarrollados. El constructivismo se enfoca en la preparación del que aprende para resolver problemas en condiciones ambiguas.

El constructivismo se construye sobre el conductismo y el cognoscitismo, en el sentido de que acepta múltiples perspectivas y sostiene que el aprendizaje es una interpretación personal del mundo. La estrategia conductista puede ser una parte del constructivismo en una determinada situación de aprendizaje, si el que aprende elige y encuentra el tipo de aprendizaje adecuado a su experiencia y a su estilo de aprendizaje.

La aproximación cognitiva también tiene aspectos constructivistas, ya que el constructivismo reconoce el concepto de esquemas y la construcción sobre conocimientos y experiencias previas.

Quizás la gran diferencia este en la evaluación. En el conductismo y en cognoscitivismo la evaluación se basa en alcanzar determinados objetivos, mientras que en el constructivismo la evaluación es mucho más subjetiva.

Tal vez la teoría de aprendizaje utilizada dependa de la situación del que aprende, al igual que se utiliza la teoría atómica. El átomo de Bohr con frecuencia se utiliza para introducir el concepto de protones, neutrones y electrones en educación básica. Tal vez el conductismo sea adecuado para ciertas situaciones básicas del aprendizaje, mientras que en otras “la teoría cuántica”, el constructivismo, resulte mejor para situaciones avanzadas de aprendizaje.

2.6 Diseño Instruccional Asistido por Computadora

Aprender a aprender, sin lugar a dudas es el objetivo más ambicioso y al mismo tiempo irrenunciable de la educación escolar, equivale a ser capaz de realizar aprendizajes significativos por sí solo en una amplia gama de situaciones y circunstancias. El proceso tradicional de instrucción, involucra 3 elementos fundamentales: profesor, estudiante y texto. La responsabilidad del profesor es enseñar el contenido de los textos, y la responsabilidad de los estudiantes es aprender ese contenido de manera memorística. En este contexto, típico de la era industrial, la instrucción es atendida únicamente como la transferencia de conocimiento del profesor al estudiante.

El uso de las computadoras se ha convertido en una poderosa herramienta intelectual como apoyo a la enseñanza y al aprendizaje debido principalmente a la interacción que se da con ella, permitiendo no solo ser espectador en un proceso de enseñanza, sino más bien un participante activo. Por otra parte, al utilizar una computadora como apoyo instruccional, el aprendiz puede ser atendido individualmente, tendiendo de esta manera una experiencia única de aprendizaje.

La organización, las acciones educativas y el desarrollo del material didáctico, constituyen las funciones fundamentales del diseño instruccional. Éste ha enfrentado una evolución, pasando desde una visión restringida meramente conductual, hasta una visión cognitiva constructivista.

El modelo sistemático de diseño instruccional, ofrece una perspectiva diferente de instrucción, en la cual, los diferentes componentes del sistema de enseñanza, profesor, estudiante, material y entorno de aprendizaje, interactúan para lograr los objetivos de la instrucción.

El diseño instruccional es un proceso sistemático, esto significa que está estructurado a través de una secuencia ordenada y organizada para lograr los objetivos propuestos. Existen múltiples modelos de diseño instruccional, pero todos tienen características similares que pueden ser sintetizadas en lo que se ha denominado el modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación).

2.7 Diseño Instruccional y Desarrollo de Proyectos de Educación a Distancia

El diseño instruccional orienta la planeación de acciones educativas concretas, tanto en la elaboración de materiales, como en la planeación de cursos. La propuesta de este trabajo sugiere que la metodología del diseño instruccional puede aplicarse a niveles más generales, uno de los cuales es el desarrollo de proyectos de educación a distancia. La idea de esta propuesta nace de una experiencia previa de aplicación de elementos del diseño instruccional y de la comunicación, que en el actual planteamiento se denomina Diseño Instruccional Ampliado (DIA).

2.7.1 Modelos clásicos de Diseño Instruccional

Aunque existe una gran cantidad de modelos de diseño instruccional, según D.H. Andrews y Ludwika A. Goodson en 1991, es posible identificar modelos clásicos cuya influencia ha sido decisiva, como sería el modelo de W. Dick y L. Carey en 1976. En una revisión de su obra hecha en el 2001, Dick y Carey, consideraron la importancia de incluir un diagnóstico de necesidades, y el análisis de aprendices y contextos. De acuerdo a David D. Merrill en 1990,

modelos como el de Dick-Carey constituyen la primera generación de diseño instruccional (*DI1*) cómo se muestra en la figura 2.1, razón por la cual propone hablar de una segunda generación que, adicionalmente a los fundamentos del *DI1*, integra *de manera automatizada* características como analizar, representar, guiar la instrucción y producir prescripciones pedagógicas.

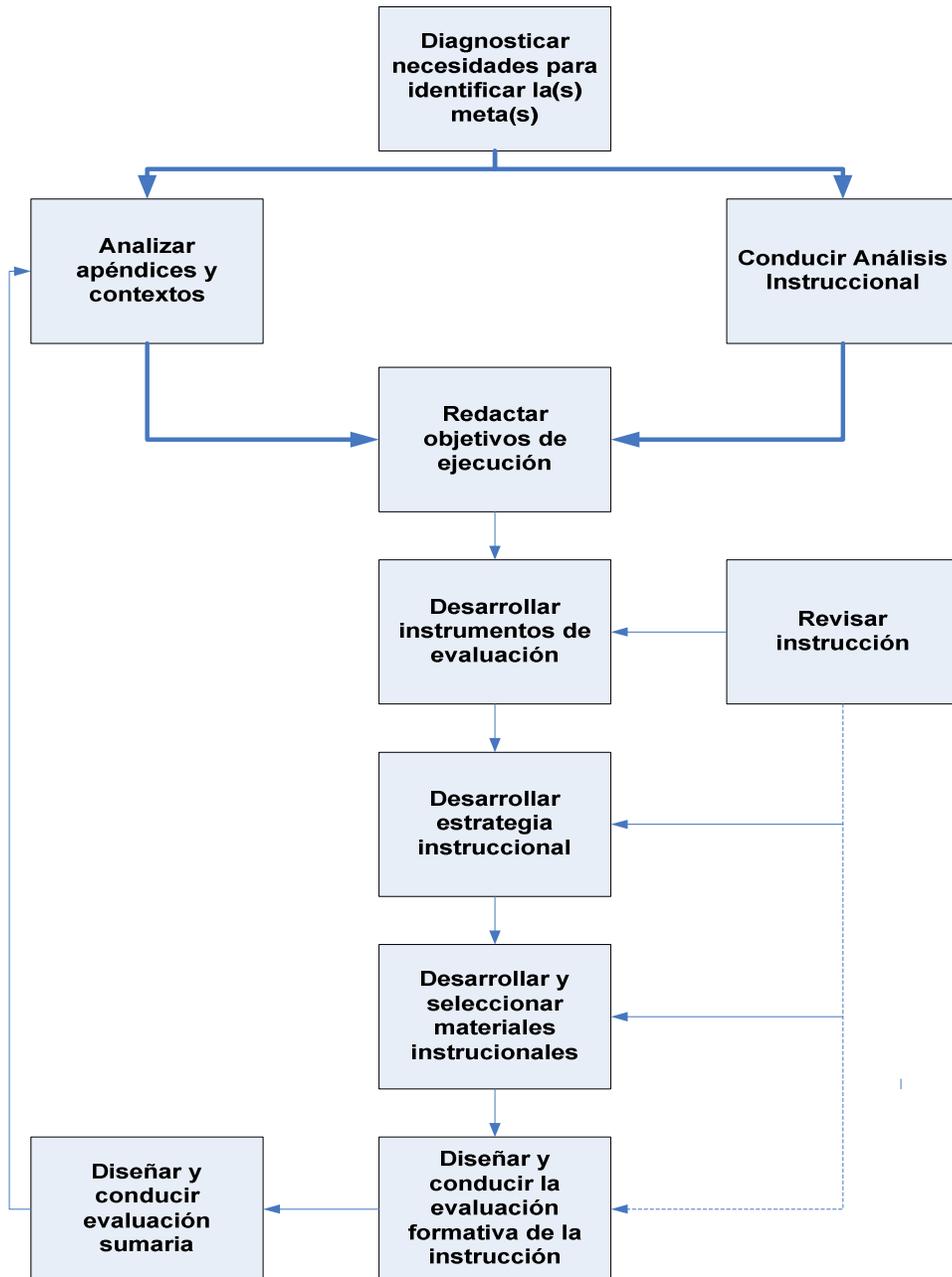


FIGURA 2.1 Modelo de Diseño Instruccional de Primera y Segunda Generación

Una de las limitaciones del *DI2* es su dependencia tecnológica, según David Kember y David Murphy en 1990. Ellos señalan no haber encontrado en qué supera el *DI2* de Merrill a la “primera generación”. Los enfoques mencionados de la primera etapa del diseño instruccional y sus seguidores, han influido en la práctica educativa durante mucho tiempo. Si en un principio la base teórica era la corriente conductista, modelos posteriores, de lo que podríamos llamar de **tercera generación**, enfatizan la corriente cognoscitiva y paralelamente integran el enfoque constructivista, cómo se muestra en la figura 2.2.

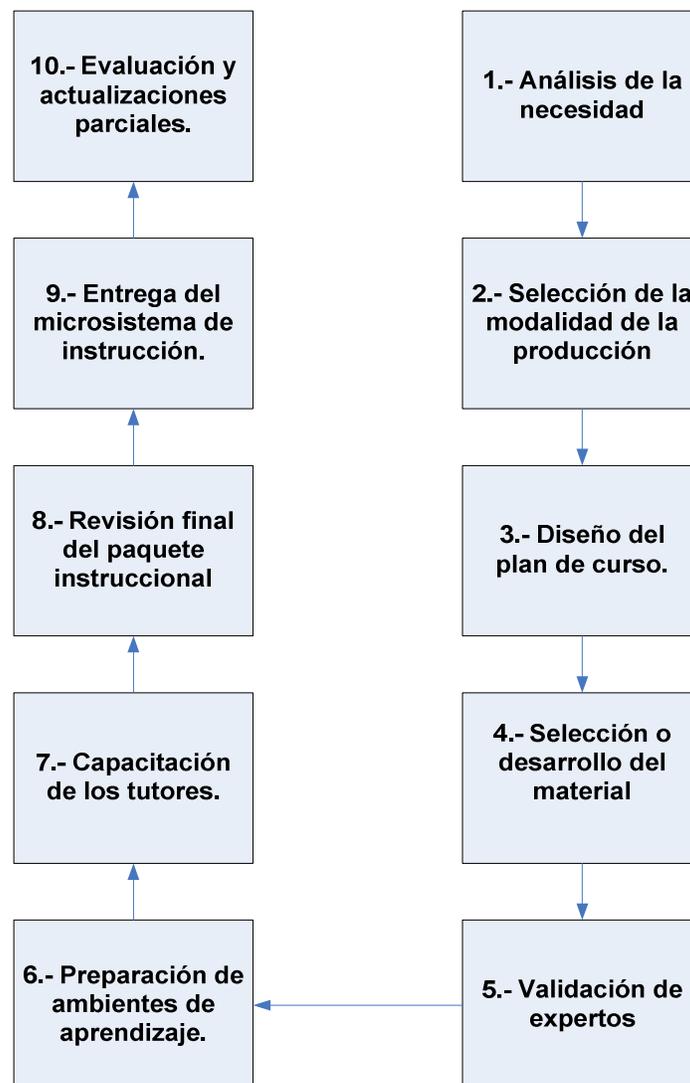


FIGURA 2.2 Modelo de Diseño Instruccional de Tercera Generación

2.7.2 El Diseño Instruccional en la educación a distancia

De acuerdo a E. D. Wagner en 1990, específicamente en educación a distancia se debe contar con parámetros que permitan adaptar estrategias para enfrentar las variantes en las diferentes situaciones de aplicación, lo que se denomina “contingencias”. En 1992 F. J. Chacón considera ya elementos propios de la situación a distancia, desde la capacitación de tutores, hasta elementos contextuales de análisis de necesidades y validación de expertos. Con base a estos componentes, propone el siguiente modelo de diseño instruccional, para la educación a distancia.

2.7.3 Planteamiento de proyectos

De las competencias esperadas en el diseñador instruccional que menciona Braton en 1991, destacan dos competencias referidas al desarrollo de proyecto:

- Determinar proyectos que sean apropiados para el uso de metodologías de diseño instruccional.
- Planear y monitorear proyectos de diseño instruccional.

En el contexto de la administración educativa, de acuerdo a Aguilar y Block en 1990, proponen un proyecto que presenta las siguientes fases:

- 1. Definición de objetivos**
- 2. Planeación de las actividades**
- 3. Programación**
- 4. Ejecución del plan**
- 5. Control del avance**
- 6. Replaneación y reprogramación**

Aunque con otros nombres, no es difícil encontrar las similitudes entre estos puntos administrativos, con los del diseño instruccional, pues ambos persiguen el propósito de planear. En el desarrollo de proyectos de comunicación, en 1991 Corrales Díaz plantea:

- 1. Un objetivo por alcanzar**
- 2. Las actividades o tareas que se realizan para lograr dicho objetivo**
- 3. Un marco a valorar que convalide el objetivo**
- 4. Un marco teórico que convalide las acciones para alcanzar dichos objetivos**
- 5. Una logística que asegure la definición, organización y administración de los medios y recursos necesarios para realizar el proyecto**

Podemos ver que la aportación de la propuesta de proyecto comunicativo consiste en la consideración de un marco de valores y un marco teórico. En el terreno de las tecnologías de comunicación veamos los puntos que en 1986 J. Rota considera:

- 1. Definir necesidades de los usuarios**
- 2. Presupuestar**
- 3. Identificar el impacto del nuevo sistema**
- 4. Seleccionar equipo**
- 5. Ayudar a los nuevos usuarios a aceptar y adaptarse al cambio**
- 6. Preparación del lugar**
- 7. Preparar los procedimientos operativos**
- 8. Seleccionar y capacitar el personal**
- 9. Evaluación de equipo, procedimientos y usuarios**

Nuevamente vemos algunas coincidencias con los planteamientos, tanto de Aguilar y Block, como de Corrales Díaz. A la luz de las fases generales de los proyectos, tanto de administración educativa como de acción comunicativa y de implantación de tecnologías, propondremos una metodología general integrada a un modelo de diseño instruccional ampliado, para la planificación de un proyecto de educación a distancia.

2.7.4 Diseño instruccional ampliado

Si se consideran algunas de las críticas a los diversos modelos de diseño instruccional como, por ejemplo, el no estén contemplados aspectos que vayan más allá de la situación específica de aplicación, por eso es conveniente tomar en cuenta a los factores desde una perspectiva más amplia.

También es necesario concretar los elementos relacionados con la comunicación educativa. En esta línea se integran elementos comunicacionales y, también, lo relacionado con los valores. A continuación, en la figura de 2.3, se describen los elementos del DIA (Diseño Instruccional Ampliado), con las explicaciones correspondientes.

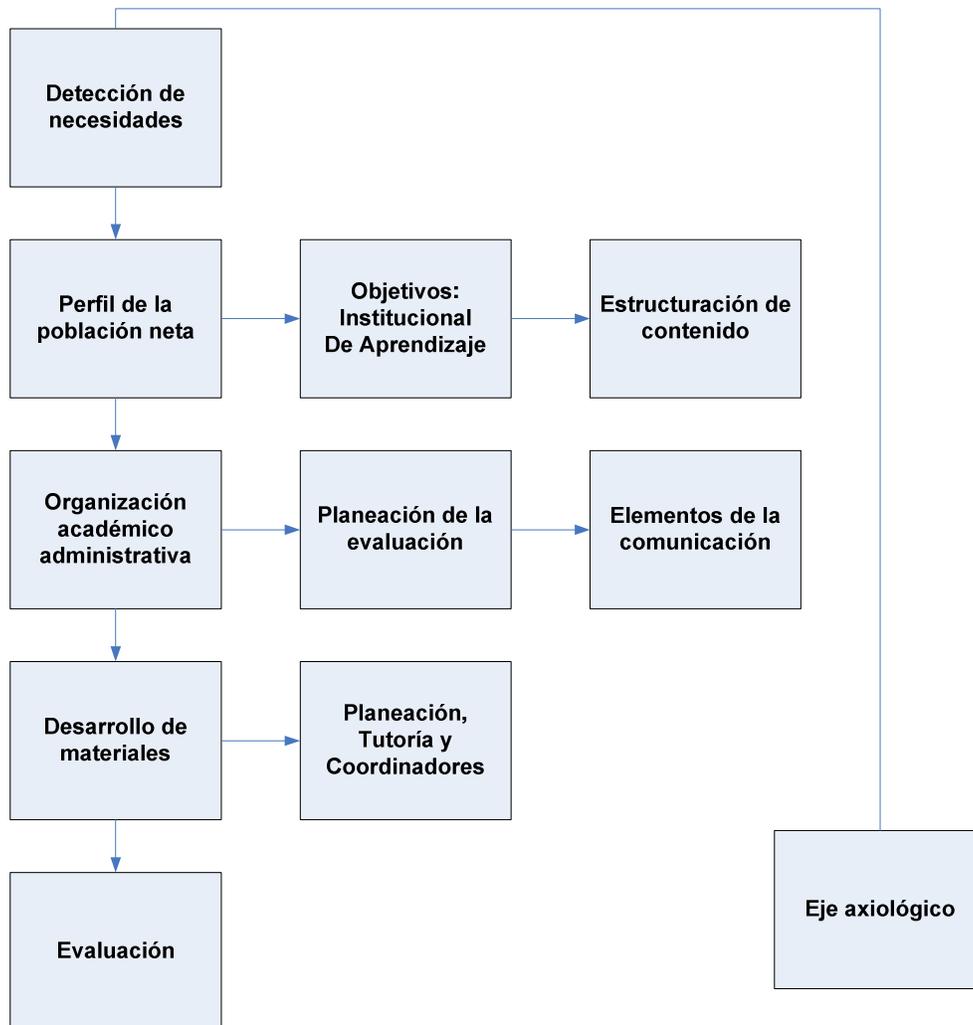


FIGURA 2.3 Modelo de Diseño Instruccional Ampliado

2.7.4.1 Eje axiológico

Definiremos los valores como los principios normativos que presiden y regulan el comportamiento de las personas en cualquier momento y situación. La problemática de valorar siempre está presente, pues los responsables directos o las instituciones responsables siempre tienen una orientación axiológica. Lo que se solicita es expresar cuáles son esos valores.

En el contexto de la educación a distancia superior, algunos valores que podemos señalar son:

- **Responsabilidad**
- **Compromiso**
- **Solidaridad**
- **Interacción social**
- **Autonomía**
- **Respeto**
- **De identidad nacional**

2.7.4.2 Necesidades

En 1973, Roger A. Kaufman define a una necesidad como "La discrepancia mensurable (o la distancia) entre los resultados actuales y los deseables o convenientes". De este modo, una determinación de necesidades es un análisis de discrepancia entre dos polos: dónde se está y dónde se debería estar. Bradshaw (citado en Zabalza en 1991) distingue 5 tipos de necesidades:

- **Normativa**
- **Sentida**
- **Por demanda**
- **Comparativa**
- **Prospectiva**

Se busca identificar y plantear el tipo de necesidades que se esperan cubrir. Hay tres tipos de procedimientos para evaluar las necesidades:

- **Modelo inductivo**, donde las metas, expectativas y resultados se obtienen a partir de los sujetos-objetos del proyecto o programa de acción.
- **Modelo deductivo**, que parte de la identificación y selección de metas existentes, para de ello derivar un programa.
- **Modelo clásico**, que parte de declaraciones generales de metas, para después pasar al desarrollo de cursos de acción.

La elección del modelo dependerá de las metas institucionales e hipótesis previas. En la práctica, estos modelos se pueden combinar.

2.7.4.3 Perfil de la población

Aquí se especifican las características de la población a la que va dirigida el programa educativo. Puede bastar con señalar el nivel de estudios, la edad o el sexo. Estos son los puntos básicos; sin embargo, en ocasiones puede necesitarse más información sobre la audiencia.

Eileen McEntee en 1988 menciona el siguiente esquema para el análisis del público:

1. **Cantidad**
2. **Sexo**
3. **Edades**
4. **Clase socioeconómica**
5. **Nacionalidad**
6. **Grupo étnico**
7. **Ocupaciones**
8. **Intereses primarios**
9. **Actividades preferidas**
10. **Grupos formales e informales**
11. **Conocimiento sobre el tema**
12. **Nivel de educación**
13. **Valores**
14. **Creencias**
15. **Opiniones**

16. Necesidades**17. Preocupaciones****18. Actitudes****19. Adaptaciones al público**

También puede interesar indicar el tipo de receptor que se desea formar, en el sentido de que si es competitivo, individualista o colaborativo. En este factor la sugerencia es apuntar a un **receptor colaborativo**, es decir, que construya el conocimiento socialmente, con sus compañeros y/o tutores o maestros. Si consideramos que cuando el sujeto que trabaja intelectualmente con otros se propicia la situación de alcanzar niveles de desarrollo que de manera individual no alcanzaría, se aplica el concepto de **zona de desarrollo próximo** propuesto por el psicólogo ruso Lev Vygotski en 1931.

2.7.4.4 Objetivos

En la conformación de proyectos educativos, en el nivel más amplio y general de propósitos se expresan los **objetivos generales del proyecto**. Estos se relacionan con las metas institucionales más amplias, como, por ejemplo, el de “implantar un programa de educación permanente”, o la “ampliación de la cobertura de intercambio académico con otras instituciones educativas”. Los objetivos generales de proyecto dirigen las fases posteriores, para lo cual se deben desglosar en objetivos de menor generalidad, los cuales corresponden a secciones cuyo nombre variará según las secciones en las que se organice el proyecto. De esta manera, tenemos los **objetivos de programas, módulos o unidades**. En el caso del ámbito educativo, el desglose continúa hasta llegar a los objetivos de aprendizaje, en el cuál es el nivel donde se da la mayor especificidad o concreción, por lo que también se le conoce es éste como **objetivos específicos**.

El desarrollo de los objetivos ha recibido diversas críticas que se refieren esencialmente a un reduccionismo y limitación de la acción educativa. En realidad, las críticas se dirigen a lo que se puede llamar la “línea dura” de los objetivos, que enfatizan una redacción estricta según Robert Frank Mager en

1977. Cuando hablamos aquí de objetivos, no será desde la “línea dura”, no se considerará al objetivo como inmodificable, pues al ir avanzando en las demás etapas se puede ir aclarando.

2.7.4.5 Estructuración de contenido

En el contexto educativo podemos considerar los elementos de contenido a incluir dos tipos generales de conocimiento de acuerdo a Robert D. Tennyson en 1990:

- **Conocimiento declarativo:** En este tipo de conocimiento, la referencia es a conceptos, principios o teorías.
- **Conocimiento de procedimientos:** Implica aplicaciones expresadas en etapas o pasos a desarrollar.

Otro tipo importante de conocimiento es el **actitudinal**, donde también se incluyen los valores. Al manejar la estructuración del contenido de acuerdo a sus apartados, por temas y subtemas, se trata de un **contenido indicado**, que al ser ya elaborado se denominará **contenido desarrollado**.

2.7.4.6 Organización académico administrativa

Dado el alcance y complejidad de un proyecto de educación a distancia, intervienen muchas instancias que deben acoplarse. La coordinación del personal asignado requiere de integrar esta fase de organización académico administrativa, donde se plantearía un cronograma, y el señalamiento, tanto de recursos humanos como físicos.

Es posible que algunas funciones se traslapen y se deban discutir con acuerdos. Aquí se pueden establecer los pasos típicos de proyectos como los que describen Aguilar y Block, como sería el caso de planes de actividades y cronogramas.

Algunas de las acciones que conviene contemplar son:

- Identificación de las instituciones participantes
- Definir recursos humanos
- Establecer la infraestructura de equipo e instalaciones con que se cuenta
- Establecer las adquisiciones de equipo o papelería contempladas
- Planear documentaciones relacionadas con permisos, apoyos, etcétera
- Establecer de manera general el manejo presupuestal
- Definir las salidas o productos
- Cronograma general de actividades

2.7.4.7 Planeación de la evaluación

Se planean los diversos tipos de evaluación paralelamente al diseño del programa, y de acuerdo a las necesidades y objetivos de las fases anteriores. Según su objeto, se consideran tres tipos de evaluación: del rendimiento, del programa y de los materiales:

- 1. Evaluación del rendimiento de los alumnos en un evento educativo.**
Esta es la evaluación del aprendizaje o aprovechamiento. La evaluación del rendimiento puede ser por prueba o por producto.
- 2. Evaluación del programa educativo.** Esto es, de la asignatura, unidad o módulo.
En la evaluación del programa se plantean aspectos que puedan ir desde los costos, tiempos y demanda, hasta aspectos de impacto social en la comunidad de aplicación.
- 3. Evaluación de materiales.** Esta etapa de control es previa a la emisión o publicación. Se trata de una prueba del material escrito, audiovisual, escrito o de cómputo, antes de aplicarlo a la población destinada. En general, conviene realizar no sólo una evaluación cuantitativa, sino también cualitativa, con la consideración de cambios de actitudes, valores e impactos sociales.

2.7.4.8 Elementos comunicacionales

Si bien algunos aspectos propios de la disciplina de la comunicación llegan a ser contemplados en algunos modelos de diseño instruccional, por lo general sólo se alude a la selección de medios. La intención es recuperar diversos elementos de la práctica comunicativa, que se consideran aplicables a la situación de educación a distancia.

Tomando en cuenta tanto los avances de las telecomunicaciones y de la computación como los niveles comunicativos, se propone la consideración de cinco elementos básicos:

1. Nivel de comunicación
2. Medios
3. Receptor
4. Interacción
5. Diseño del mensaje

2.7.4.9 Desarrollo y selección de materiales

Al manejar los materiales a estudiar o analizar en un curso a distancia tenemos dos opciones: crearlos o utilizar materiales ya disponibles. En el caso de recurrir a materiales disponibles necesitamos los permisos correspondientes.

Algunas alternativas son:

- Elaborar una síntesis comentada.
- Buscar documentos equivalentes disponibles en Internet.
- Recurrir a los centros de documentación o bibliotecas locales.

Para el desarrollo de materiales originales, se debe plantear mínimamente:

- Objetivos específicos
- Presentación
- Temario

- Contenido correspondiente
- Actividades de aprendizaje
- Autoevaluación

Se debe tener en cuenta, que contamos no sólo con material escrito en papel, también se maneja material de presentaciones como PowerPoint y material de audio video y.

2.7.4.10 Planeación de tutoría y coordinaciones locales

En la situación de educación a distancia, el docente se orienta hacia otros roles. Dos figuras notables son la del **tutor** y la de los **coordinadores locales**. Para el primero se deben fijar sus funciones tanto de **orientación** (atención a problemas, administración y seguimientos) como **académicas** (revisión de las actividades correspondientes, coordinación de foros, etc.).

Cuando el curso rebasa el espacio geográfico local, lo cual es muy frecuente en educación a distancia, conviene contar con apoyos de las otras entidades, tanto académicos como técnicos. Aquí es donde interviene los **coordinadores locales**.

2.7.4.11 Evaluación

En esta fase se aplican los instrumentos o elementos de evaluación desarrollados o planeados en la fase de planeación. Cabe aclarar que cuando se aplica la etapa evaluación a lo largo del desarrollo del programa educativo, se habla de una **evaluación formativa**. Mientras que cuando se aplica dicha etapa al final del proceso, se habla de una **evaluación sumaria**.

En algunos casos también conviene considerar la evaluación de seguimiento (follow-up) de los receptores, tiempo después de concluida su participación. En estos estudios, se contacta a los "egresados" después de un tiempo de haber concluido el programa.

CAPÍTULO III. PROPUESTA DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA

Objetivo del Capítulo

Comprender de manera general la estructura del diseño en línea de las prácticas propuestas, y a la hora de su realización cumplir los objetivos que se plantean antes de elaborarlas.

3.1 Estructura del Sitio Web

Con base en los objetivos específicos de cada unidad de aprendizaje o módulo, el profesor selecciona estrategias individuales o colaborativas, que son guías de acción flexibles que se apoyan en técnicas de enseñanza, cuyo fundamento es el método o métodos elegidos tomando en cuenta la mediación de los contenidos.

Una de las principales tareas del profesor asesor es considerar las características de los estudiantes para ayudarlos a ser autosuficientes y contribuir a la construcción colectiva de conocimientos.

Esta etapa se inicia con la asignación de tiempos por unidad de aprendizaje para la asimilación de los contenidos, tomando como referencia el tiempo total establecido para el curso o módulo, aunque pueden existir programas en otro ámbito con tiempo global flexible. La calendarización para el estudio de los contenidos, así como para la elaboración de actividades diversas y pruebas de evaluación, es conveniente hacerla asignando periodos de tiempo determinados y no fechas únicas, como es usual en la modalidad presencial.

En esta fase también deben seleccionarse los medios o recursos de apoyo que facilitan de manera directa la comunicación para el logro de los objetivos previstos. Ejemplo: materiales impresos (Libros de texto), electrónicos (textos, apuntes del profesor, manuales) informáticos (Presentaciones en Power Point, CD's, etc.), multimedios (simulaciones) o recursos telemáticos, como son: videoconferencia o

las herramientas de comunicación que brinda el espacio virtual de la plataforma tecnológica utilizada como soporte.

De igual manera deben planearse las evaluaciones que se consideren necesarias para verificar el cumplimiento de los objetivos previstos considerando que la no presencialidad en los entornos de formación obligan a replantear los procesos de evaluación al dejar de tener validez las estrategias clásicas, por lo que deben diseñarse otras alternativas relacionadas de manera específica con los procesos de autogestión de la formación y de responsabilidad del propio alumno. Así podrán ser evaluaciones diagnósticas previas al inicio de algún tema, autoevaluaciones después de concluido el estudio de algunos contenidos, evaluaciones para el caso de trabajos colaborativos y la evaluación realizada por el profesor asesor que será tanto formativa como aditiva.

3.2 Selección y desarrollo de materiales

En un curso en línea, la selección y diseño de materiales de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje adquiere especial importancia, ya que pueden prepararse desde la perspectiva de que sean utilizados con poca o mucha asesoría por parte del profesor, hasta otros que no requieran de ella. En cualquiera de los casos es recomendable que el profesor sea quien produzca sus propios materiales cuando menos en la primera etapa de su diseño, esto es, el bosquejo para que después con la ayuda de un diseñador gráfico y de desarrolladores de aplicaciones audiovisuales y multimedia pueda ser guiado para encontrar diferentes formas de mediar la instrucción, pues generalmente es aconsejable utilizar diversos medios.

Es importante antes que nada tomar en cuenta los componentes motivacionales que deben quedar implícitos en el diseño de los materiales, al pasar la función de facilitador del profesor a segundo término con el monitoreo y guía del progreso de los estudiantes a través de los materiales, quienes pueden progresar a su propio ritmo y solo con un apoyo adicional por parte del profesor para quienes lo necesiten.

En el caso en el que el profesor decida adaptar materiales como parte de su estrategia metodológica, es probable que su función sea menos pasiva a la hora de entregar los contenidos, excepto que él logre crear guías didácticas para que el alumno pueda consultarlas en el momento que lo necesite.

Cuando se usan materiales cuyos contenidos cambian a un ritmo más acelerado que la frecuencia con que se actualizan éstos, puede existir una dependencia entre el alumno y el docente. En cualquier caso el profesor debe analizar las ventajas y desventajas de utilizar material propio o adaptado y la dependencia que desea crear con el alumno en su uso.

Los materiales instruccionales contienen información escrita o mediada que permitirá a los estudiantes alcanzar los objetivos; resulta conveniente que todos los materiales vayan acompañados de una prueba que puede ser diagnóstica y otra de comprobación de los conocimientos adquiridos, de tal manera que exista la posibilidad de elaborar lo que se ha dado en denominar *objetos de aprendizaje*, que son una entidad que puede ser usada, reutilizada o referenciada durante cualquier actividad de aprendizaje, basada en la tecnología sustentada en un diseño instruccional y estándares que permitirán su inserción en las plataformas del aprendizaje.

Su efectividad depende en gran medida de la selección correcta de contenidos, de los objetivos del material y del tiempo programado para su utilización y no solo del uso de la nueva tecnología de información y comunicación.

3.3 Integración de medios digitales y transferencia a entorno virtual

Esta fase es característica de los cursos en línea y consiste en integrar los contenidos en sus diversas presentaciones, que han sido elaborados de manera

específica que serán utilizados en un aula virtual para posteriormente cargar la información en el servidor, es decir, realizar su transferencia al entorno virtual o plataforma.

Se debe tratar de aprovechar al máximo las potencialidades de la plataforma tecnológica que tenga disponible para la entrega de la instrucción, sin que ello signifique “ajustarse totalmente” al entorno virtual, pues deben de considerarse sus limitaciones y tratar de idear mecanismos para suplirlas.

Si bien todo el proceso está diseñado para realizar revisiones en cada una de sus etapas, es imprescindible realizar una prueba de efectividad, tanto de los materiales como del entorno virtual, previo a su implantación, esto significa que se trata de obtener datos para identificar problemas y revisar los materiales instruccionales y el adecuado funcionamiento del aula virtual.

La prueba de los materiales con un grupo “piloto” de estudiantes es conveniente, lo cual no solo puede asegurarnos su uso efectivo sino que la información recolectada durante el proceso permite emplearla para el desarrollo de materiales aún más efectivos.

Se debe de obtener información que permita determinar la factibilidad de la instrucción en el contexto previsto para su entrega. Los datos recolectados durante su revisión deben ser agrupados y analizados de acuerdo a los problemas potenciales localizados en los materiales instruccionales y en el entorno virtual, para elaborar un informe en el que pueda apreciarse la efectividad del material en relación a los fines para los que ha sido creado, y hasta entonces se estará listo para tomar la decisión de la conveniencia de su reproducción y publicación, o bien de la corrección de las fallas detectadas según las recomendaciones sugeridas anteriormente.

El reporte de esta evaluación deberá brindar información sobre la calidad de las estrategias instruccionales, de los materiales utilizados, de las contribuciones y limitaciones del entorno virtual utilizado y del impacto en los usuarios, además de las actitudes de instructores y requerimientos de implementación.

3.4 Implementación, seguimiento y evaluación

Esta fase, que consiste en llevar a la práctica el diseño elaborado, es posible solo hasta haber realizado de manera satisfactoria todas las etapas del proceso y no sin antes tener la certeza de su viabilidad en su aplicación.

El proceso de diseño instruccional es cíclico, pues una vez que se ha implementado debe de llevarse a cabo un riguroso seguimiento académico en cuanto al proceso en general y establecerse un sistema de evaluación integral, que de pauta a la mejora continúa en pro de la calidad del proceso educativo. Suelen utilizarse cuestionarios cuidadosamente elaborados a fin de obtener las percepciones de los alumnos respecto del proceso de instrucción recibido y se debe ir más allá para contar con un seguimiento de egresados, con lo cual podrán ir realizándose realimentaciones en las etapas del proceso que lo requieran.

Es por ello que para la implementación de cursos en línea se requiere considerar todos los elementos referidos en nuestro modelo, dando especial importancia a la evaluación de la efectividad del proceso.

3.5 Prácticas de laboratorio propuestas

- **Descripción de la estructura en línea de las prácticas de la asignatura de electrónica analógica**

Al momento de acceder al sitio web de la plataforma desde cualquier servidor, damos click a la materia correspondiente (en este caso electrónica analógica), nos encontraremos un diagrama que de manera general sintetiza el contenido de las prácticas del curso, cómo se muestra en la figura 3.1. Al principio nos da una bienvenida, y posteriormente el índice las prácticas correspondientes, dando click a la práctica de nuestra preferencia, luego nos aparecerá un menú con su respectiva correspondiente (Nombre, Objetivo, Material y Equipo, Marco Teórico y Desarrollo). El Material y Equipo, el Marco Teórico y el Desarrollo vienen incluidos en un archivo .pdf para que los alumnos lo consulten cuantas veces sean necesarios. Además, en la sección de desarrollo viene un video incluido de cada práctica. En el video se muestra la elaboración de manera general de cada práctica correspondiente. Es recomendable que el alumno observe el video antes de la elaboración de la misma, ya que si lo hace durante de la práctica, perderá tiempo en la elaboración de la misma. Se decidieron al final por 8 prácticas, ya que muchas veces la mayoría de las asignaturas con laboratorio incluido, suelen tener 9, 10 o hasta 11 prácticas, pero no se llegan a hacer todas. Nuestro objetivo es elaborar todas, y se considera que son fáciles y sencillas, y además están relacionadas con lo que se ve en la clase de teoría.

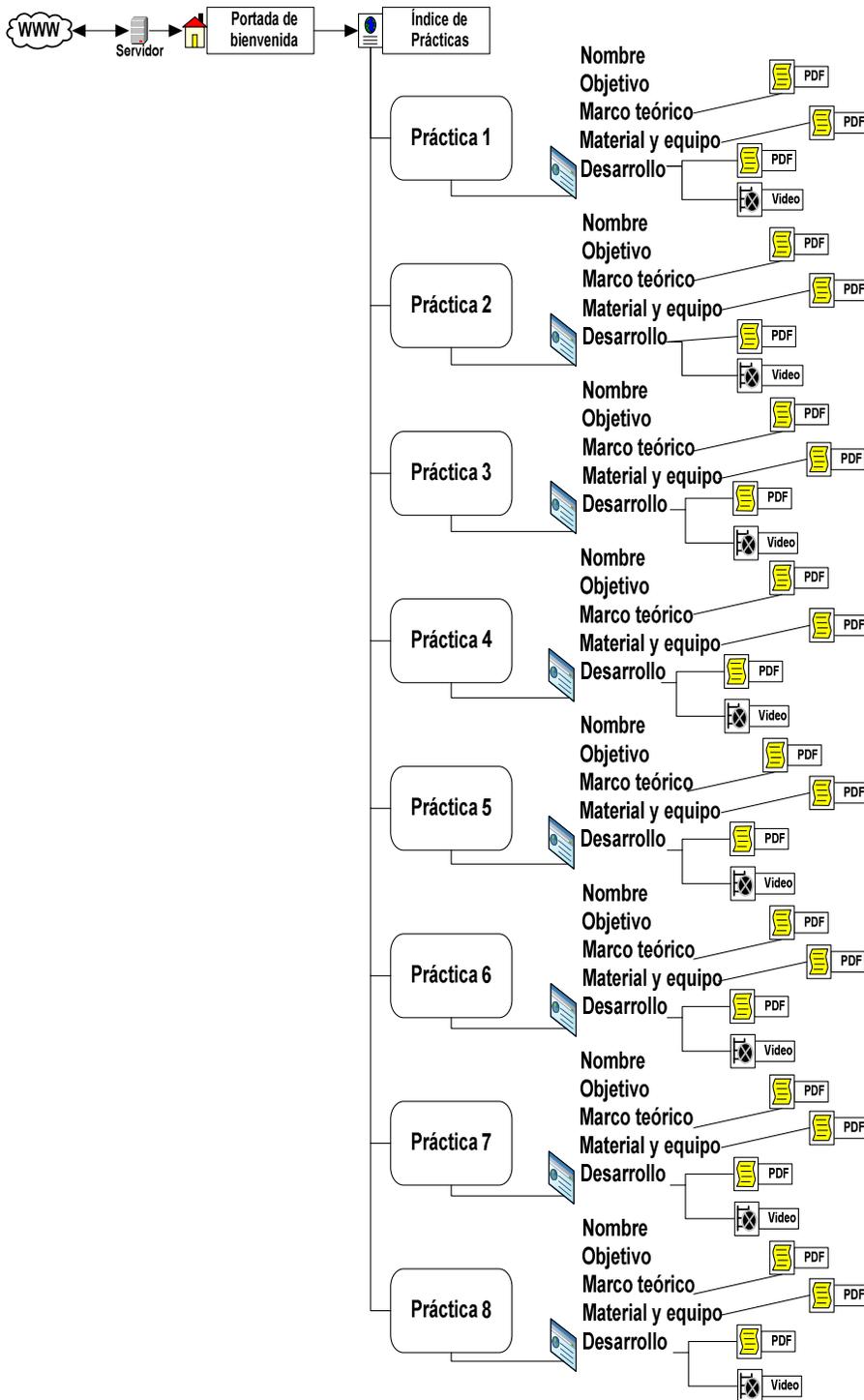


FIGURA 3.1 Estructura en línea de las prácticas de laboratorio de la asignatura de electrónica analógica

PRÁCTICA 1: INTRODUCCIÓN AL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

❖ OBJETIVO

Conocer la estructura física de un Amplificador operacional, así como las conexiones para una configuración de operación básica.

❖ MARCO TEÓRICO

AMPLIFICADOR OPERACIONAL

Es un circuito multi-elemento formado principalmente de elementos como resistencias, capacitores y transistores conectados en un mismo integrado. En la figura 3.2, se muestra el circuito interno de un amplificador operacional

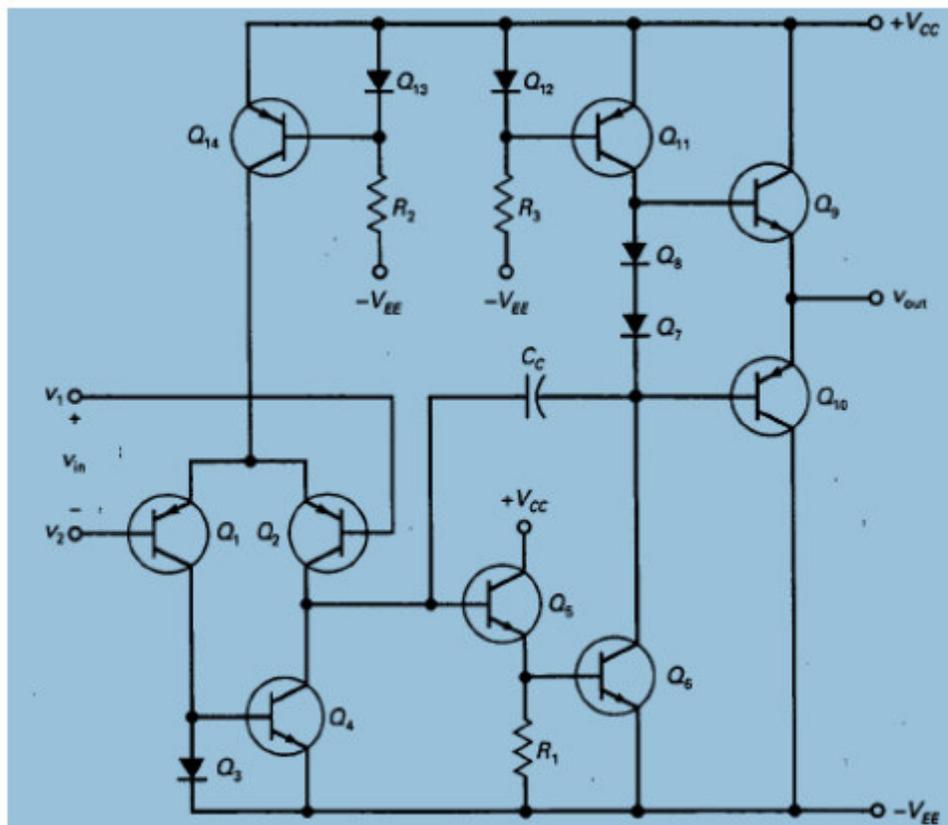


FIGURA 3.2 Circuito interno del amplificador LM741C.

El amplificador operacional fue inicialmente creado para realizar operaciones matemáticas básicas, y aunque por sus características se ha desarrollado para que sea un componente integrado de alto rendimiento, por lo que es importante conocer sus principales propiedades.

El símbolo del amplificador operacional que se da en la figura 3.3 es un triángulo que apunta en la dirección del flujo de la señal. Este componente *tiene un número de identificación de parte* (NIP) colocado dentro del símbolo del triángulo. El número designa al amplificador operacional con características específicas. El amplificador operacional 741C que se muestra aquí es un amplificador operacional de propósito general que se empleará a lo largo del transcurso de las prácticas. Nuestro amplificador operacional también puede codificarse en un esquema o diagrama de circuito con un *número de referencia* por ejemplo UI, IC 101, etc. Después el número de identificación de parte se pone dentro de la lista de partes del esquema del circuito. Todos los amplificadores operacionales poseen por lo menos 5 terminales:

- **Pin Nº 2:** Entrada inversora.
- **Pin Nº 3:** Entrada de no inversora.
- **Pin Nº 6:** Terminal de salida.
- **Pin Nº 7:** Terminal de alimentación positiva (V_+).
- **Pin Nº 4:** Terminal de alimentación negativa (V_-).

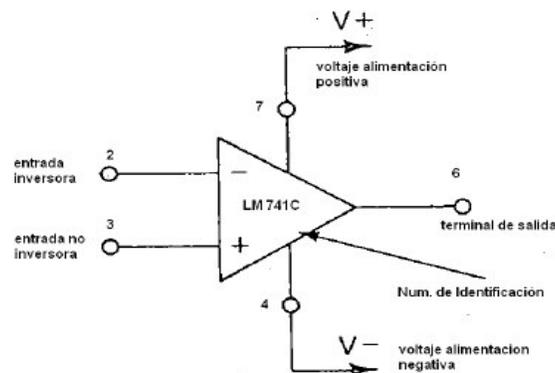


FIGURA 3.3 Símbolo del circuito de propósito general (mini dip de terminales) en este caso LM741C, con sus terminales

▪ Características ideales y reales de un amplificador operacional

Las características del amplificador operacional son las siguientes:

- Alta impedancia de entrada R_i (teóricamente tiende a infinito).
- Baja impedancia de salida R_o , aproximadamente nula.
- La ganancia de tensión de lazo abierto, A tiende a infinito.
- El ancho de banda tiende a infinito.
- Tensión de offset nula ($V_o = 0$ cuando $V_p = V_n$).
- Corriente de polarización nula.
- Margen dinámico infinito o de $\pm V_{cc}$.
- Ruido nulo.
- Tiempo de conmutación nulo.

Lógicamente estos requerimientos son imposibles de satisfacer, pero sirven para comparar con el comportamiento real y así poder saber su calidad respecto al modelo ideal.

Características reales del op.amp 741:

- Impedancia de entrada: 1 M Ω .
- Impedancia de salida: 150 Ω .
- Ganancia de tensión de lazo abierto: 110000.
- Ancho de banda: 1 MHz.

Otras características propias de los operacionales reales son las que se citan a continuación, también para el caso del 741 :

- Corriente de polarización: 200nA.
- Tensión de alimentación máxima: ± 18 V.
- Tensión máxima de entrada: ± 13 V.
- Tensión máxima de salida: ± 14 V.
- Relación de rechazo de modo común RRMC: 90 dB.

Para diferenciar mejor las características del amplificador operacional, en la tabla 3.1 se explican las diferencias entre el amplificador operacional ideal y el amplificador operacional real.

Características de un Op. Amp. Ideal	Características de un Op. Amp. Real
Resistencia de entrada (R_i): Infinita	Resistencia de entrada $R_i > 1 \text{ M}\Omega$
Resistencia de Salida (R_o): Cero	Resistencia de Salida $R_o < 100 \Omega$
Ganancia de tensión en lazo abierto (A_v): infinita	Ganancia de tensión en lazo abierto $A_v = 10^3 \text{ a } 10^6$
Ancho de banda (A.B.): Infinita	Ancho de banda A.B. = 1 MHz.
Ganancia en modo común (A_c): Cero	

Tabla 3.1 Diferencias entre el amplificador operacional ideal y el amplificador operacional real

▪ **Circuito equivalente del amplificador operacional**

El circuito equivalente de un amplificador operacional que se muestra en la figura 3.4, consiste en una impedancia de entrada R_{in} conectada entre las 2 terminales de entrada inversora y entrada no inversora. El circuito de salida consiste en una fuente controlada de tensión $A_o V_{in}$ en serie con una resistencia de salida R_{out} conectada en la terminal de salida V_{out} y tierra. Es común suponer que la ganancia es infinita y análogamente la impedancia de entrada R_{in} es infinita también, además la impedancia de salida R_{out} es considerada cero, cuando estas suposiciones son admitidas se dice que el amplificador es ideal.

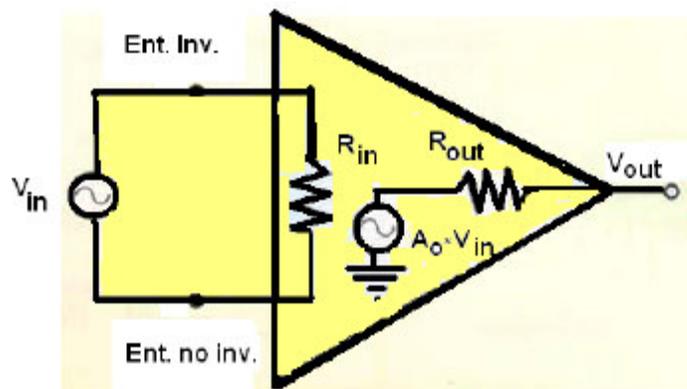


FIGURA 3.4 Circuito equivalente del amplificador operacional

Encapsulado del amplificador operacional

El amplificador operacional se fabrica en un diminuto chip de silicio y se encapsula en una caja adecuada. Alambres finos conectan el chip con terminales externas que salen de la cápsula de metal, plástico o cerámica. Los 3 encapsulados más comunes de amplificadores operacionales son las cajas metálicas, cómo se muestra en la figura 3.5: los encapsulados dobles en línea de 14 y 8 terminales en (b) y (c). Respecto a los circuitos integrados de gran densidad, se muestra en (d), un encapsulado con tecnología de montaje de superficie.

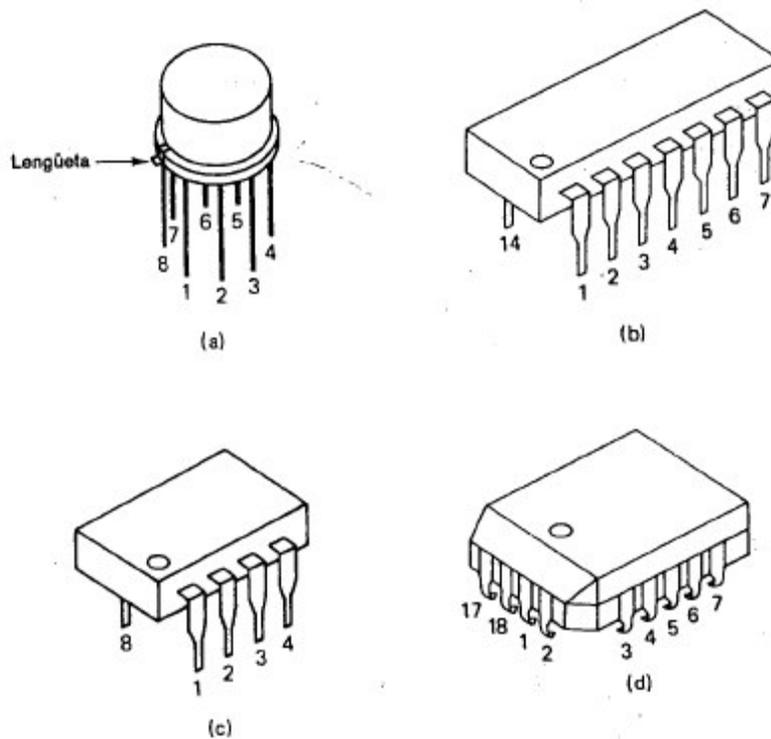


FIGURA 3.5 Formas más comunes de encapsulado de los amplificadores operacionales

Conexión del amplificador operacional

Para las prácticas usaremos el amplificador operacional 741, con el encapsulado doble en línea (DIP) de 8 terminales, debido a que es el más económico, y se puede colocar en el protoboard. Cómo se observa en la figura 3.6 tenemos nuestro chip del amplificador operacional en encapsulado doble en línea de 8 pines su respectiva función.

- **Pin Nº 2:** Entrada inversora.
- **Pin Nº 3:** Entrada de no inversora.
- **Pin Nº 6:** Terminal de salida.
- **Pin Nº 7:** Terminal de alimentación positiva (V_+).
- **Pin Nº 4:** Terminal de alimentación negativa (V_-).
- **Pines Nº 1 y 5:** Offset null o anulación de desviación de voltaje. La tensión de offset, es la tensión continua que aparece en la salida cuando la diferencia de tensión entre las terminales inversor y no inversor es cero ($V_d = 0$). Esto se debe a que los transistores internos del amplificador operacional no son exactamente iguales y se produce una señal diferencial interior, que amplificada aparecerá en la salida. Este valor de tensión es erróneo y no debe de aparecer en la salida. En aplicaciones donde se requiere un alto grado precisión, la tensión offset de entrada produce un error bastante significativo, sobre todo si se trabaja con etapas de alta ganancia. Por consiguiente, esta tensión de offset es necesario anularla, la *anulación del offset* se puede hacer de 2 formas:
 - *Interna:* Lo proporciona el fabricante mediante unas terminales específicas en el amplificador operacional, este es nuestro caso, ya que los pines 1 y 5 efectúan dicha función.
 - *Externa:* Mediante un circuito universal del ajuste del offset, cuya salida es aplicada a la entrada inversora o no inversora.
- **Pin 8:** NC, no hay conexión. Estas terminales no tienen conexión interna y las terminales del amplificador operacional se pueden utilizar para conexiones de reserva.

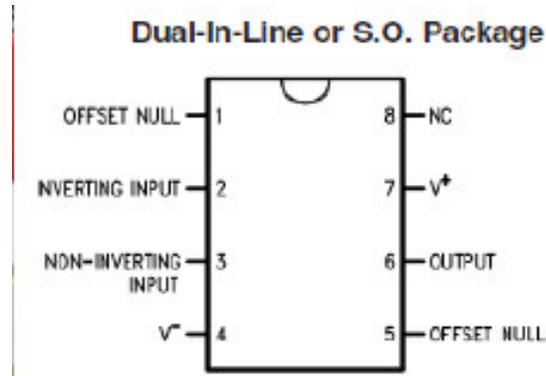


FIGURA 3.6 Diagrama de conexión del encapsulado doble en línea de 8 terminales

Características eléctricas del amplificador operacional

Son aquellos parámetros que pueden afectar o limitar el desempeño del circuito. Cotejando hojas de datos de distintos amplificador operacional, el diseñador puede elegir aquel dispositivo cuyas características cumplan las especificaciones de diseño de su proyecto. En la tabla 3.2 podemos observar las características eléctricas principales de un amplificador operacional. Y más adelante explicaremos a detalle cada una.

Parameter	Conditions	LM741C			Units
		Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_B \leq 10\text{ k}\Omega$ $R_B \leq 50\Omega$		2.0	6.0	mV mV
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$ $R_B \leq 50\Omega$ $R_B \leq 10\text{ k}\Omega$			7.5	mV mV
Average Input Offset Voltage Drift					$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_B = \pm 20\text{V}$		± 15		mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		20	200	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			300	nA
Average Input Offset Current Drift					$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		80	500	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			0.8	μA
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_B = \pm 20\text{V}$	0.3	2.0		$\text{M}\Omega$
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$, $V_B = \pm 20\text{V}$				$\text{M}\Omega$
Input Voltage Range	$T_A = 25^\circ\text{C}$	± 12	± 13		V
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$				V

TABLA 3.2 Características eléctricas del LM741C

- **Input Offset Voltaje** (voltaje offset de entrada): Es el voltaje en CD (corriente directa) equivalente que debe aplicarse a una de las entradas mientras la otra está conectada a tierra para obtener 0[V] a la salida.
- **Input Bias Current** (corriente de polarización de entrada): Es el promedio de las corrientes que circulan por las terminales de entrada en un amplificador operacional no ideal. $(I_{B+} + I_{B-})/2$.
- **Input Offset Current** (corriente offset de entrada): Es la diferencia entre las corrientes de entrada. $(I_{B+} - I_{B-})$.
- **Input Voltaje Range** (rango de voltaje de entrada en modo común): Es el rango de voltaje de entrada en modo común para el cual la salida no presenta distorsión.

- **Input Resistance** (*resistencia de entrada*): Es la resistencia interna de entrada vista desde cualquier entrada mientras la otra permanece conectada a tierra.
- **Output Resistance** (*resistencia de salida*): Es la resistencia interna vista entre la salida y tierra.
- **Output Short-Circuit Current** (*corriente de salida en cortocircuito*): Máxima corriente de salida que el amplificador operacional puede entregar a la carga.
- **Máximum peak output voltaje swing** (*voltaje de salida máximo o voltaje de saturación*): en el amplificador operacional ideal el voltaje de salida máximo es igual al voltaje de alimentación.
- **Large-Signal Voltaje Gain or Open-Loop Voltaje Gain** (*ganancia de voltaje en lazo abierto*).
- **Slew Rate at unity gain** (*razón o de cambio para ganancia unitaria*): Idealmente la salida debe seguir a la entrada sin distorsiones, sin embargo el amplificador operacional real tiene dificultades para seguir señales que cambian con el tiempo. Así: $SR=dV_o/dt$.
- **Supply Current** (*corriente de la fuente*): Corriente que el amplificador operacional consume de la fuente de alimentación.
- **CMRR Common-Mode Rejection Ratio** (*razón de rechazo en modo común*): Es una medida de la habilidad del amplificador operacional para rechazar señales presentes simultáneamente en ambas entradas. Idealmente las señales comunes no influyen sobre la salida, pero para un

AO real se define $CMRR = A_d/A_{cm} = \text{ganancia diferencial/ganancia en modo común}$. Usualmente se mide en decibeles, donde **CMRR (dB) = $20\log CMRR$** . Ejemplo: si un amplificador operacional presenta $CMRR=90\text{dB}$, podemos decir que las señales comunes son amplificadas alrededor de 30000 veces menos que las señales no comunes.

- **Channel Separation** (*separación de canales*): Cuando en un encapsulado se encuentran más de un amplificador operacional, también suele presentarse interferencia entre ellos. Es decir que en un 747, las señales presentes en las entradas de un amplificador operacional repercuten en la salida del otro. La medida de qué tan bien las señales presentes a la entrada de un amplificador operacional son rechazadas o atenuadas a la salida del resto de las secciones se mide en dB y se calcula como $20 \log (v_{o1}/v_{o2})$. Ejemplo: si la separación de canales de un 747 es de 120 dB, una señal de salida $v_{o1}=1\text{V}$ implicará una señal de salida $v_{o2}=1\text{mV}$.
- **Rise Time** (*tiempo de crecimiento*): Tiempo que la salida tarda, en respuesta a un pulso de entrada, en pasar del 10% al 90% de su valor final.

❖ MATERIAL Y EQUIPO

1. Descripción del material proporcionado por al alumno (Figura 3.7).
 - 1 Amplificador Operacional LM741CN o equivalente
 - 1 Protoboard
 - 3 Cables de diferentes tamaños para alambrear el circuito

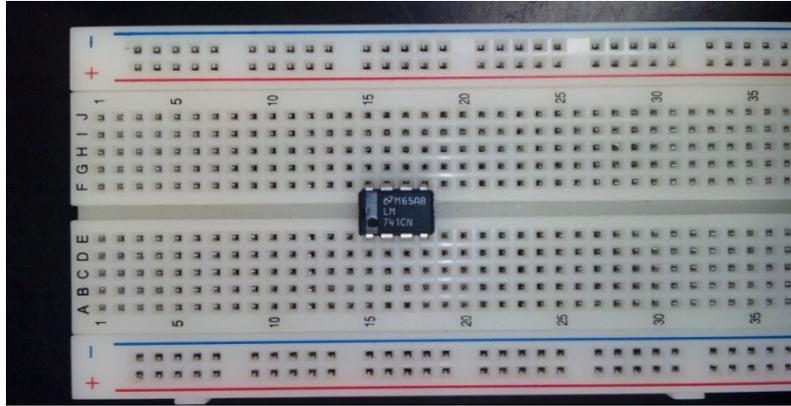


FIGURA 3.7 Material a utilizar

2. Descripción del equipo proporcionado por el laboratorio (Figura 3.8).

- Generador de señales
- Osciloscopio digital
- Fuente de alimentación bipolar
- Multímetro



FIGURA 3.8 Equipo a utilizar

❖ DESARROLLO:

1.- Aplicar las medidas de seguridad e higiene en el desarrollo de la práctica.

- De espacio

- Personales
- Ecológicas

2.- Armar el circuito de la figura 3.9.

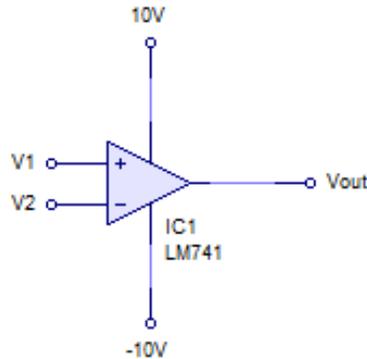


FIGURA 3.9 Circuito a armar

3.- Probar la configuración de señales de entrada, como en la figura 3.10.

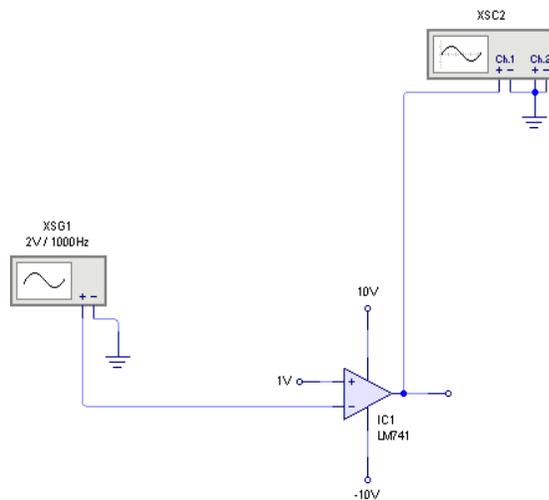


FIGURA 3.10 Circuito conectado al equipo

4.- Realizar una gráfica para cada uno de los casos (corriente directa y corriente alterna) y llenar la grafica de V_o , tomando como ejemplo la siguiente gráfica, los valores a suministrar van desde 0 v hasta 1v, cómo se muestra en la figura 3.11.

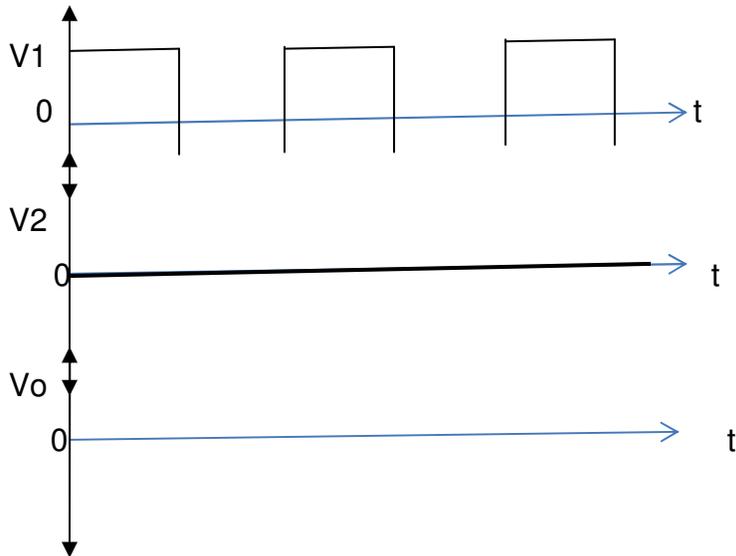


FIGURA 3.11 Formato de señales

5.- Si la G_u (Ganancia unitaria), tiende a infinito ¿Por qué obtuvo un voltaje acotado?

6.- Aplicar una señal senoidal al circuito de la figura 3.10 con 1V de corriente directa, 2vp y 1kHz, observar lo que sucede ¿Cuándo la señal del Voltaje de entrada (V_e) rebaza al Voltaje de Referencia (V_{ref})? Dibujar las señales resultantes en la figura 3.12.

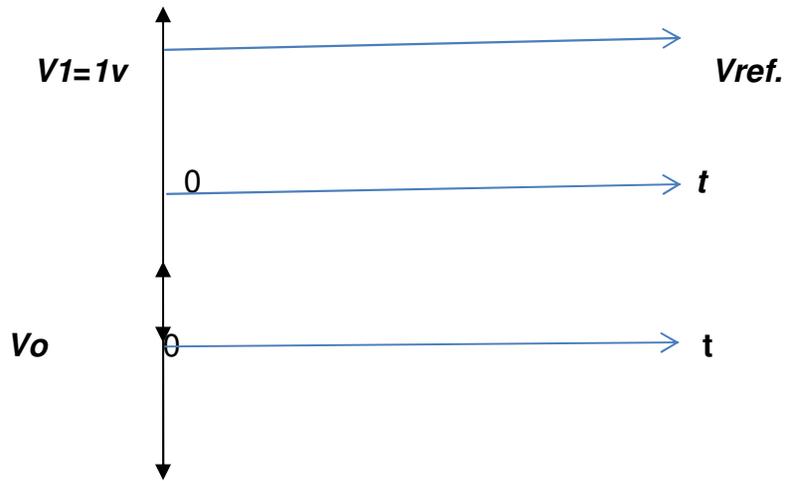


FIGURA 3.12 Formato de señales

❖ REPORTE FINAL:

Entregar los resultados solicitados.

PRÁCTICA 2: GANANCIA AJUSTABLE EN UN AMPLIFICADOR OPERACIONAL

❖ OBJETIVO

Que el alumno sea capaz de establecer la ganancia de un amplificador operacional en las configuraciones inversora y no inversora.

❖ MARCO TEÓRICO

El Amplificador Operacional proporciona una ganancia en forma ideal infinita, pero de forma práctica se relaciona con los voltajes de alimentación del dispositivo ($\pm V$). A veces una señal amplificada saturada no es útil, sobre todo para analizar las senoides. Por lo tanto, es necesario regular esa ganancia para valores más pequeños esta ganancia ajustable se logra a partir de una resistencia de realimentación (R_f) y una resistencia de entrada (R_i), para lograr una ganancia ajustable hacemos los siguientes desarrollos.

AMPLIFICADOR INVERSOR

Se llama así este montaje porque la señal de salida es inversa de la de entrada, en polaridad, aunque puede ser mayor, igual o menor, dependiendo esto de la ganancia que le demos al amplificador en lazo cerrado. En el amplificador operacional inversor, como se muestra en la figura 3.13, vemos que tanto la fuente de voltaje de entrada (V_i) como la resistencia de entrada (R_i) está conectada a la terminal negativa (pin 2) del amplificador operacional, y la terminal positiva (pin 3) está conectada a tierra. En la misma terminal negativa, también está conectada la resistencia de realimentación (R_f), que está conectada a su vez a la salida (pin 6) de nuestro amplificador operacional. La resistencia de realimentación es la que determina la ganancia de nuestro amplificador. También nuestro amplificador operacional, como cualquier dispositivo electrónico, necesita de una alimentación, en este caso, es doble. El pin 4 (V_{dd}) es la alimentación negativa (-15 a -5 V el rango deseable), y el pin 7 (V_{cc}) es la alimentación positiva (-15 a -5 V el rango deseable).

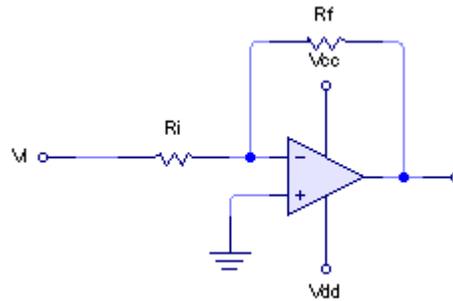


FIGURA 3.13 Amplificador inversor

Deducción de la ecuación del amplificador operacional inversor

$$V_s = A_v (V_p - V_n); \quad V_p = 0;$$

El voltaje de salida (V_s) es igual al producto del voltaje de entrada ($V_p - V_n$) por la ganancia (A_v). V_p es el voltaje en la terminal positiva y V_n es el voltaje en la terminal negativa. V_p será 0, debido a que está conectado a tierra. Entonces nos trasladaremos a la figura 3.14, que es la configuración interna de nuestro amplificador operacional.

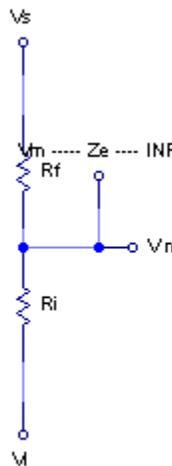


FIGURA 3.14 Circuito interno del amplificador operacional en configuración inversora

De acuerdo a la figura 3.14, sacaremos el valor de V_n en términos del voltaje de entrada y la salida. Posteriormente el valor de V_n los sustituiremos en la ecuación

$$V_s = A_v (V_p - V_n); \quad V_p = 0;$$

Y así nos queda nuestra siguiente ecuación

$$V_n = \left(\left(\frac{V_s - V_i}{R_f + R_i} \right) \times R_i \right) + V_i; \quad V_s = A_v(0) - \left(\left(\frac{V_s - V_i}{R_f + R_i} \right) \times R_i \right) + V_i$$

Luego el A_v y el signo $-$ de V_n (ya sustituido en el paso anterior), se pasan al otro lado del igual y queda así.

$$\frac{-V_s}{A_v} = \frac{V_s - V_i}{R_f + R_i} + V_i$$

Después a A_v le aplicamos un límite al infinito de acuerdo a una de las características del amplificador operacional mencionadas anteriormente.

$$\lim_{A_v \rightarrow \infty} \frac{V_s}{A_v}; \quad \lim_{A_v \rightarrow \infty} \left(\frac{V_s - V_i}{R_f + R_i} \times R_i \right) + V_i$$

El resultado no da cero.

$$0 = \left(\frac{V_s - V_i}{R_f + R_i} \times R_i \right) + V_i$$

Ya para obtener el valor de la ganancia en nuestro amplificador inversor, recurrimos al álgebra.

$$0 = \frac{(V_s \times R_i) - (V_i \times R_i) + (V_i \times R_f) - (V_i \times R_i)}{R_f + R_i}$$

$$0 = (V_s \times R_i) + (V_i \times R_f)$$

$$V_s \times R_i = -V_i \times R_f$$

Por lo tanto este es nuestro resultado final.

$$A_v = \frac{V_s}{V_i} = \frac{-R_f}{R_i}$$

AMPLIFICADOR NO INVERSOR

Este circuito es muy parecido al inversor, la diferencia es que la señal de entrada (V_i) se introduce por la terminal no inversora, lo cual va a significar que la señal de salida estará en fase con la señal de entrada y amplificada. La resistencia de realimentación va conectada a la terminal inversora, y está también va conectada la resistencia de entrada (R_i), y está va conectada a tierra, cómo se muestra en la figura 3.15.

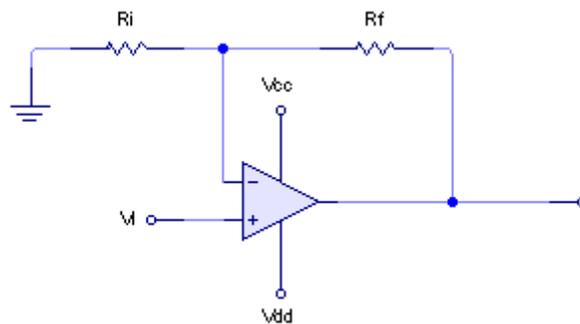


FIGURA 3.15 Amplificador no inversor

Deducción de la ecuación del amplificador operacional no inversor

$$V_s = A_v (V_p - V_n); \quad V_p = V_i;$$

En el amplificador no inversor, la ecuación del voltaje de salida es la misma. De acuerdo a la figura 3.16, la diferencia radica en que el voltaje de la terminal positiva (V_p) es igual al voltaje de entrada (V_i), y el voltaje de la terminal negativa V_n es:

$$V_n = \left(\frac{V_s}{R_f + R_i} \right) \times R_i$$

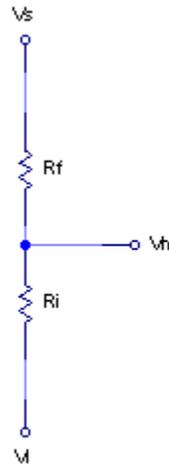


FIGURA 3.16 Circuito interno del amplificador operacional en configuración no inversora.

Sustituimos el valor de V_n en la ecuación del voltaje de salida (V_s), y nos queda así:

$$V_s = A_v \times \left(V_i - \frac{V_s \times R_i}{R_f + R_i} \right);$$

El A_v lo pasamos al otro lado del igual:

$$\frac{V_s}{A_v} = \left(V_i - \frac{V_s \times R_i}{R_f + R_i} \right);$$

Luego le aplicamos a A_v , el límite que tienda a infinito.

$$\lim_{A_v \rightarrow \infty} \frac{V_s}{A_v}; \quad \lim_{A_v \rightarrow \infty} V_i - \frac{V_s \times R_i}{R_f + R_i}$$

Vemos que tiende a infinito, de acuerdo a una de las características del amplificador operacional, que la ganancia es infinita.

$$V_i \times (R_f + R_i) - \frac{(V_s \times R_i)}{R_f + R_i} = 0$$

Posteriormente, resolvemos la ecuación de manera algebraica;

$$V_i \times R_i = V_i(R_f + R_i)$$

$$\frac{V_s}{V_n} = R_f + \frac{R_i}{R_i} = \frac{R_f}{R_i} + \frac{R_i}{R_i}$$

Y este es nuestra ecuación final de nuestro amplificador operacional no inversor.

$$\frac{V_s}{V_n} = \frac{R_f}{R_i} + 1$$

❖ MATERIAL Y EQUIPO

- 1.- Descripción del material proporcionado por el alumno (Figura 3.17).
 - 1 amplificador operacional LM741CN o equivalente
 - 1 protoboard
 - 1 resistencia de 1 K Ω
 - 1 resistencia de 10 K Ω
 - 10 resistencias de diferentes valores (5 mayores a 1 K Ω y 5 menores a 1 K Ω)

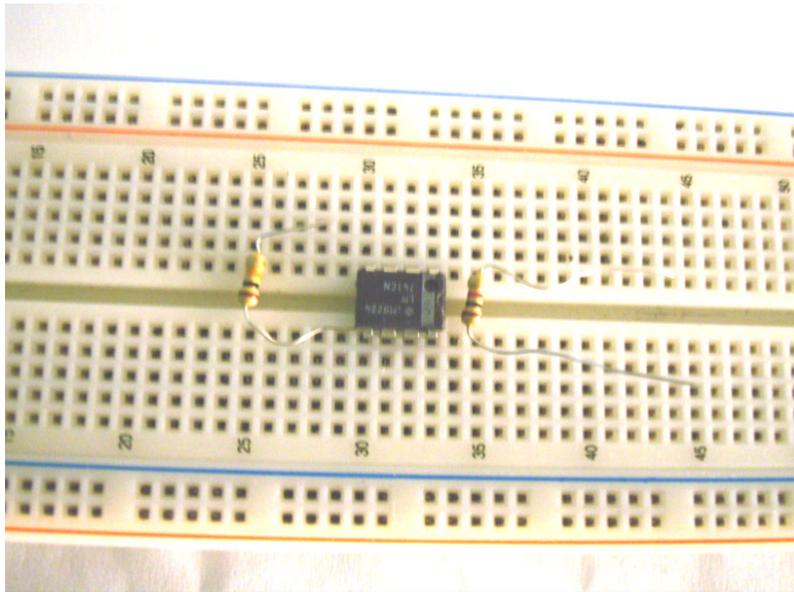


FIGURA 3.17 Material a utilizar

- 2.- Descripción del equipo proporcionado por el laboratorio (Figura 3.18).
 - 1 multímetro con puntas
 - 1 fuente de poder
 - 1 generador de funciones



FIGURA 3.18 Equipo a utilizar

❖ DESARROLLO

1.- Arme el circuito de la figura 3.19.

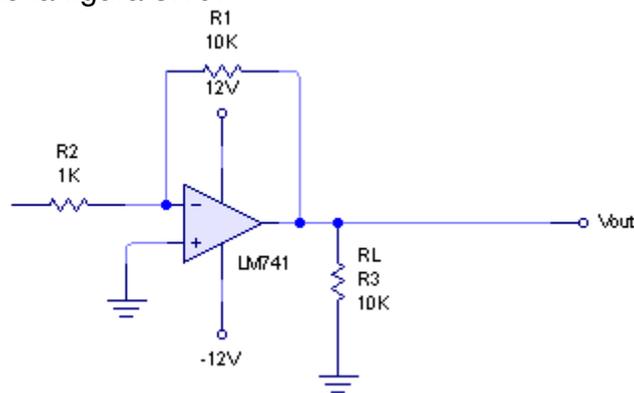


FIGURA 3.19 Circuito de amplificador operacional inversor

2.- Después conecte al circuito el equipo mostrado en la figura 3.20, aplicando a la entrada un Voltaje de AC de 0.5 Vpp a una frecuencia de 10 kHz.

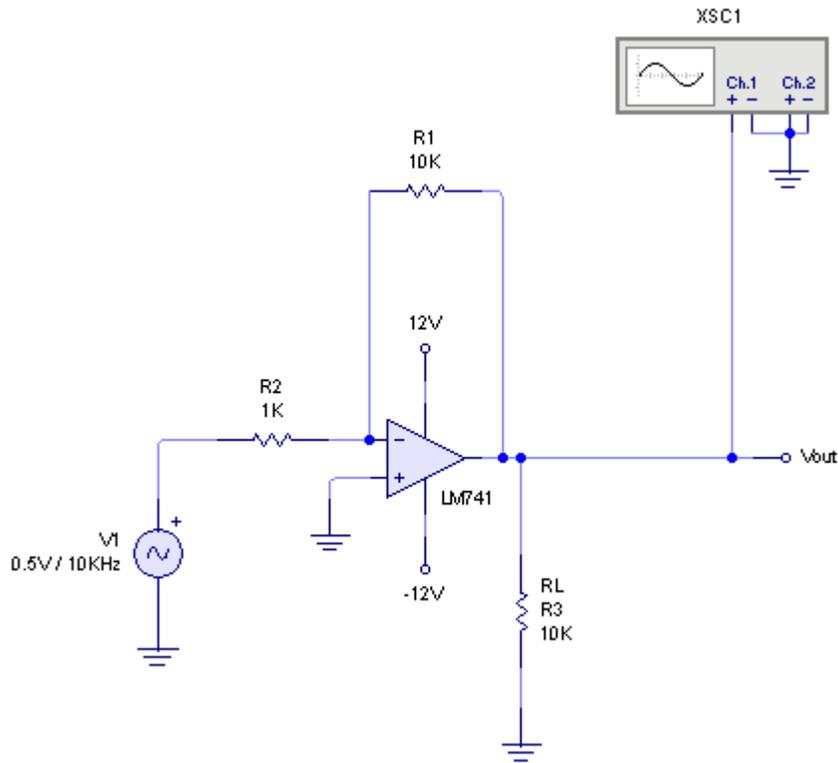


FIGURA 3.20 Circuito conectado al equipo con una señal de entrada senoidal de 0.5 V a 10 KHz

3.- Mida el voltaje de salida en el osciloscopio.

4.- Cambie la resistencia de realimentación con los valores de resistencia que vienen en la tabla 3.3 Repita el procedimiento del paso anterior cada una de las resistencias y llene la tabla 3.3:

Resistencia de realimentación (Rf)	Valor calculado del Voltaje de Salida	Valor medido del Voltaje de Salida	Ganancia medida	Ganancia calculada
10 k Ω				
22 k Ω				
47 k Ω				
100 k Ω				
1 M Ω				

TABLA 3.3 Resultados obtenidos vaciados

5.- Una vez llena la tabla 3.3, compare los resultados calculados con los medidos. Posteriormente, dibuje las gráficas de los voltajes de salida en la figura 3.21. Compare los resultados calculados con los medidos observe que pasa. ¿Coinciden o no coinciden los valores calculados? ¿por qué?

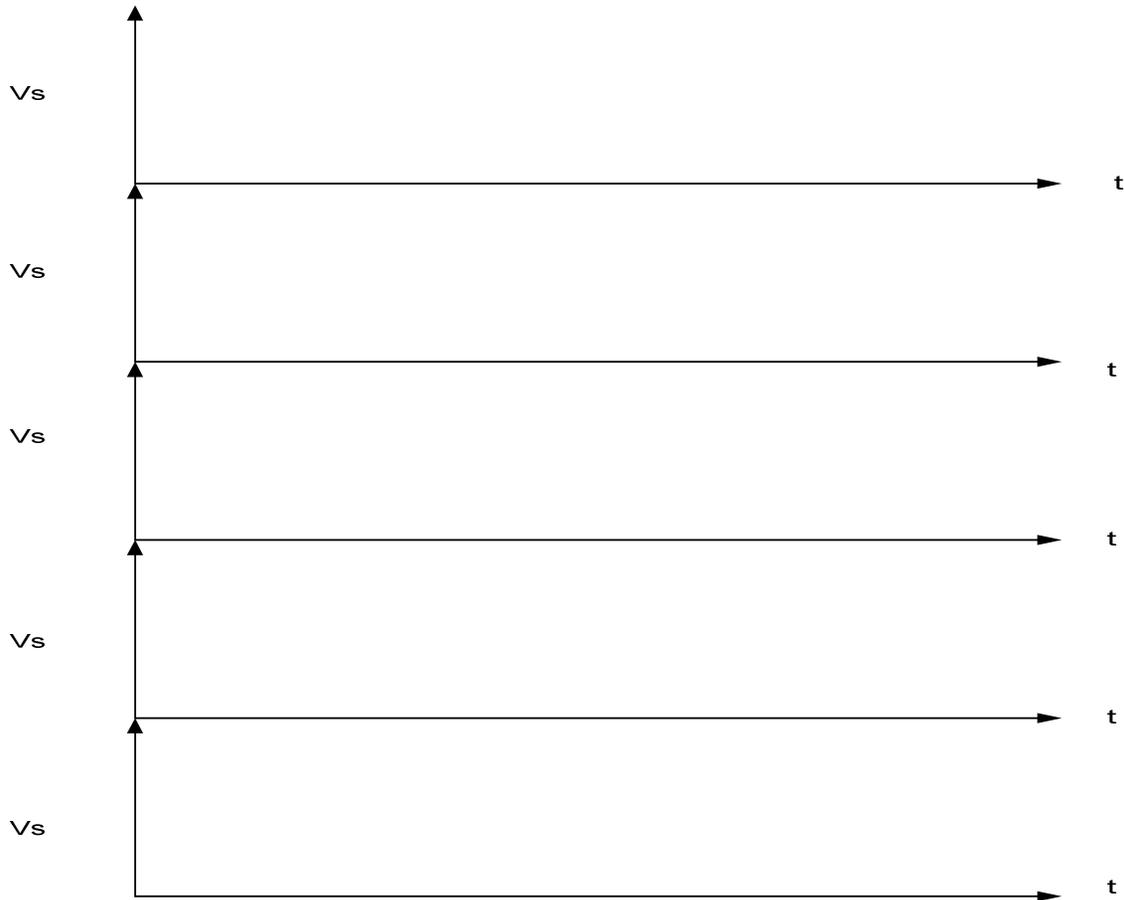


FIGURA 3.21 Formato de señales

6.- Repita el procedimiento de los pasos 2 y 3 ahora con un Voltaje de entrada (V_i) de 1 Vpp a una frecuencia de 10 KHz, cómo se muestra en la figura 3.22, llenando en este caso la tabla 3.4.

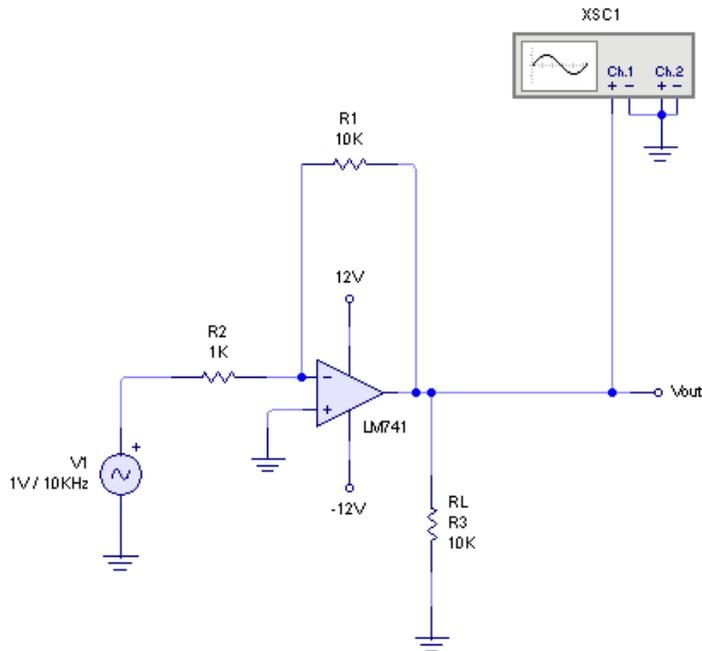


FIGURA 3.22 Circuito de amplificador operacional inversor con señal de entrada senoidal de 1 V a 10 kHz

Resistencia de realimentación (Rf)	Valor calculado del Voltaje de Salida	Valor medido del Voltaje de Salida	Ganancia medida	Ganancia calculada
10 kΩ				
22 kΩ				
47 kΩ				
100 kΩ				
1 MΩ				

TABLA 3.4 Resultados obtenidos vaciados

7.- Una vez llena la tabla 3.4 compare los resultados calculados con los medidos, explicando que sucede. Posteriormente, dibuje las gráficas de los voltajes de salida en la figura 3.23. ¿Coinciden o no coinciden los valores calculados con los medidos? Si no es así, explique por qué.

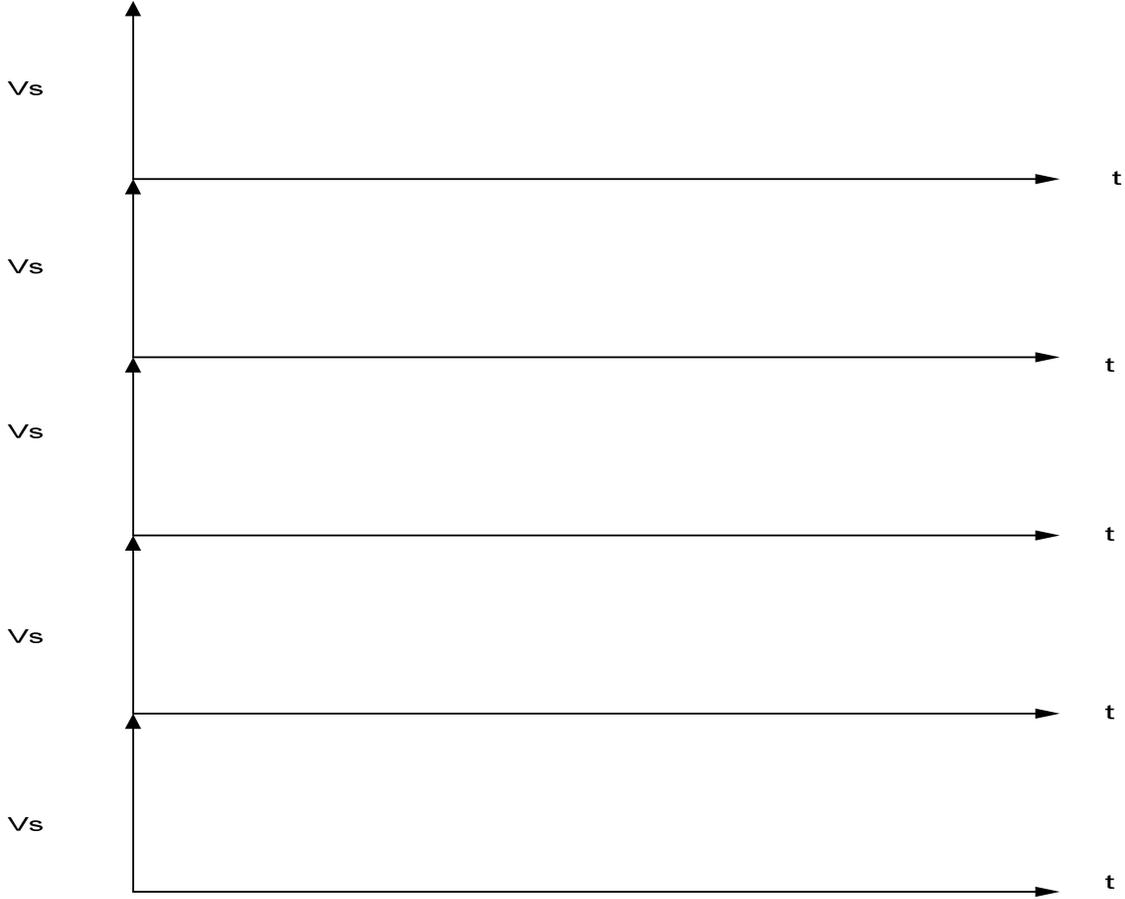


FIGURA 3.23 Formato de señales

8.- Repita el procedimiento de los pasos 2 y 3 ahora con un Voltaje de entrada de 2 Vpp a una frecuencia de 10 KHz. A la hora de elaborar el procedimiento, llene la tabla 3.5.

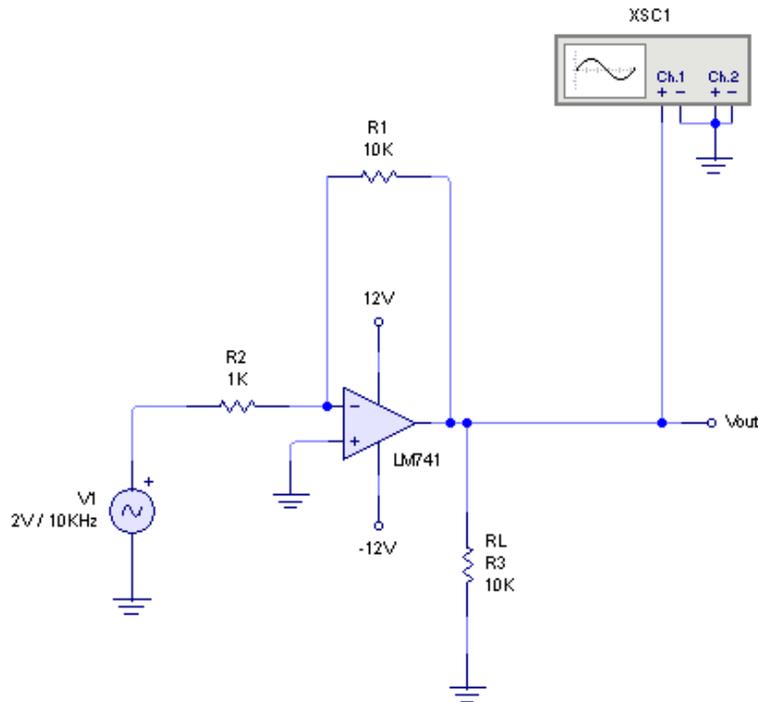


FIGURA 3.24 Circuito de amplificador operacional inversor con señal de entrada senoidal de 2 V a 10 kHz

Resistencia de realimentación (Rf)	Valor calculado del Voltaje de Salida	Valor medido del Voltaje de Salida	Ganancia medida	Ganancia calculada
10 K Ω				
22 K Ω				
47 K Ω				
100 K Ω				
1 M Ω				

TABLA 3.5 Resultados obtenidos vaciados

9.- Una vez llena la tabla 3.5 compare los resultados calculados con los medidos, explicando que sucede. Posteriormente, dibuje las gráficas de los voltajes de

salida en la figura 3.25. ¿Coinciden o no coinciden los valores calculados con los medidos y por qué?

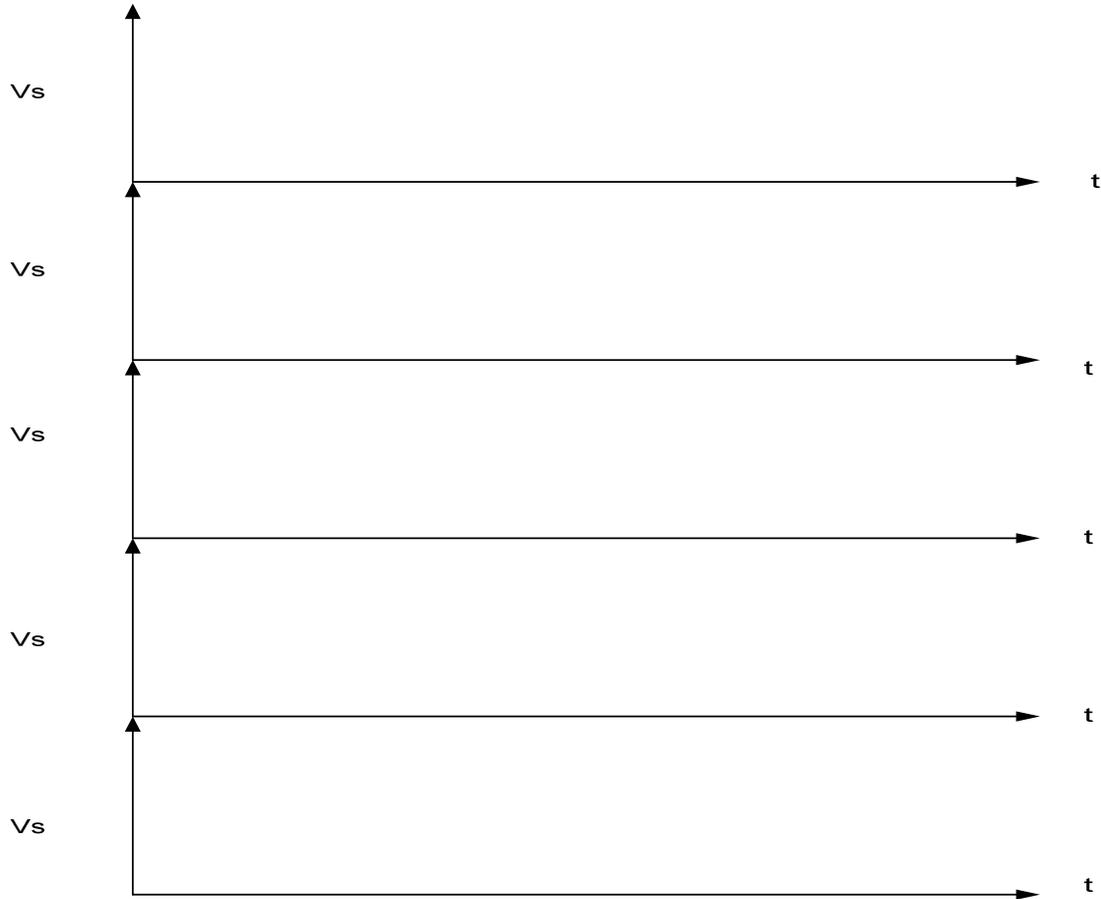


FIGURA 3.25 Formato de señales

10.- Arme el circuito de la figura 3.26, aplicando a la entrada un Voltaje de AC de 0.5 Vpp a una frecuencia de 10 kHz.

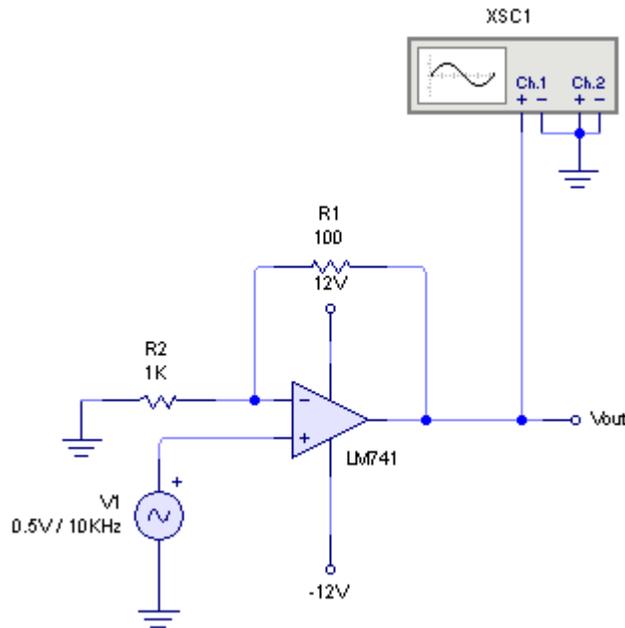


FIGURA 3.26 Circuito de amplificador operacional no inversor con señal de entrada senoidal de 2 V a 10 kHz

11.- Mida el voltaje de salida en el osciloscopio.

12.- Cambie la resistencia de realimentación con los valores de resistencia que vienen en la tabla, repita el procedimiento del paso con cada una de las resistencias y después llene la tabla 3.6:

Resistencia de realimentación (Rf)	Valor calculado del Voltaje de Salida	Valor medido del Voltaje de Salida	Ganancia medida	Ganancia calculada
100 Ω				
270 Ω				
470 Ω				
680 Ω				
5.6 K Ω				

TABLA 3.6 Resultados obtenidos vaciados

13.- Una vez llena la tabla 3.6, comparando los resultados calculados con los medidos, explicando lo que sucede. Posteriormente, dibuje las gráficas de los voltajes de salida en la tabla 3.27. ¿El valor del voltaje de salida calculado es igual al medido? Si no es así, ¿explique por qué?

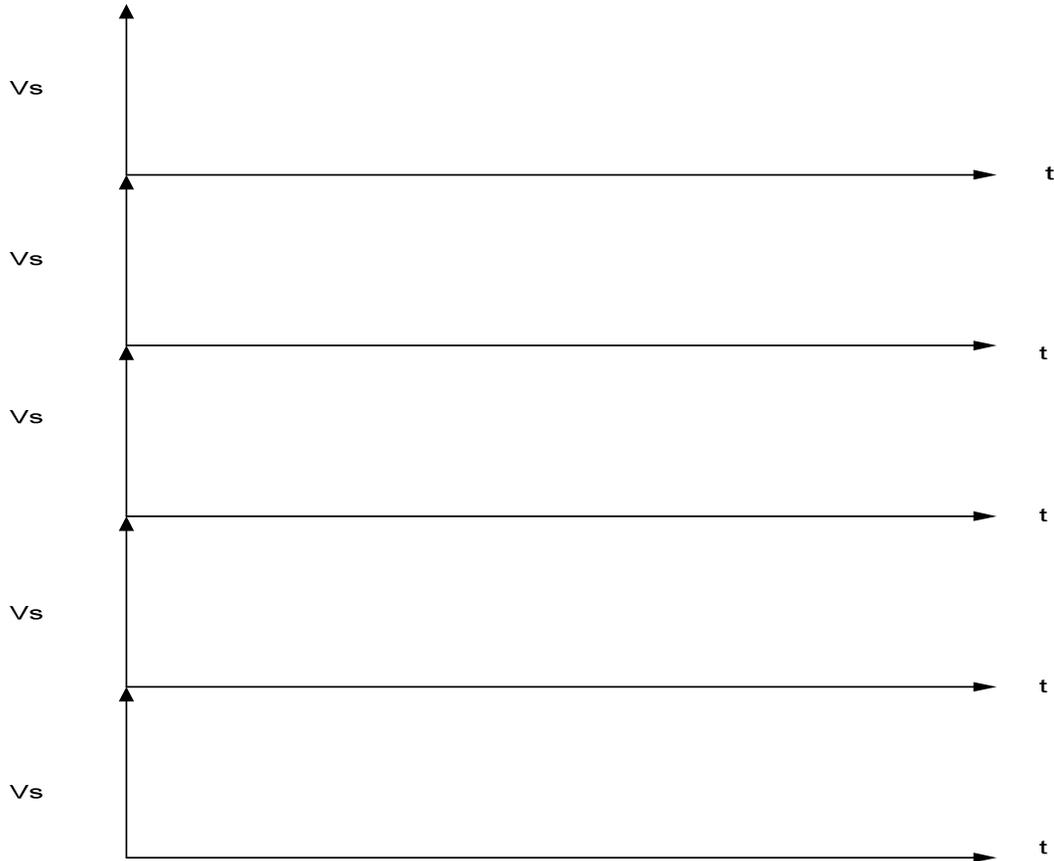


FIGURA 3.27 Formato de señales

14.- Repita el procedimiento de los pasos 11 y ahora con un voltaje de entrada de 1 Vpp a una frecuencia de 10 KHz, cómo se muestra en la figura 3.28. Mientras elabora el procedimiento, llene la tabla 3.7.

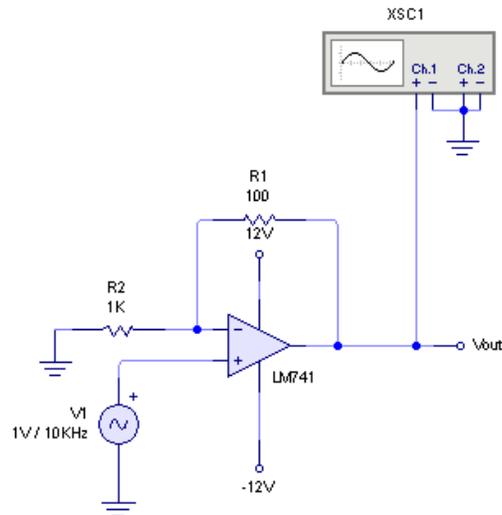


FIGURA 3.28 Circuito de amplificador operacional no inversor con señal de entrada senoidal de 2 V a 10 KHz

Resistencia de realimentación (Rf)	Valor calculado del Voltaje de Salida	Valor medido del Voltaje de Salida	Ganancia medida	Ganancia calculada
100 Ω				
270 Ω				
470 Ω				
680 Ω				
5.6 k Ω				

TABLA 3.7 Resultados obtenidos vaciados

15.- Ya llena la tabla 3.7, compare los resultados calculados con los medidos. Dibuje las gráficas de los voltajes de salida en la figura 3.29. ¿Son iguales los resultados calculados a los medidos? Si no es así, explique por qué.

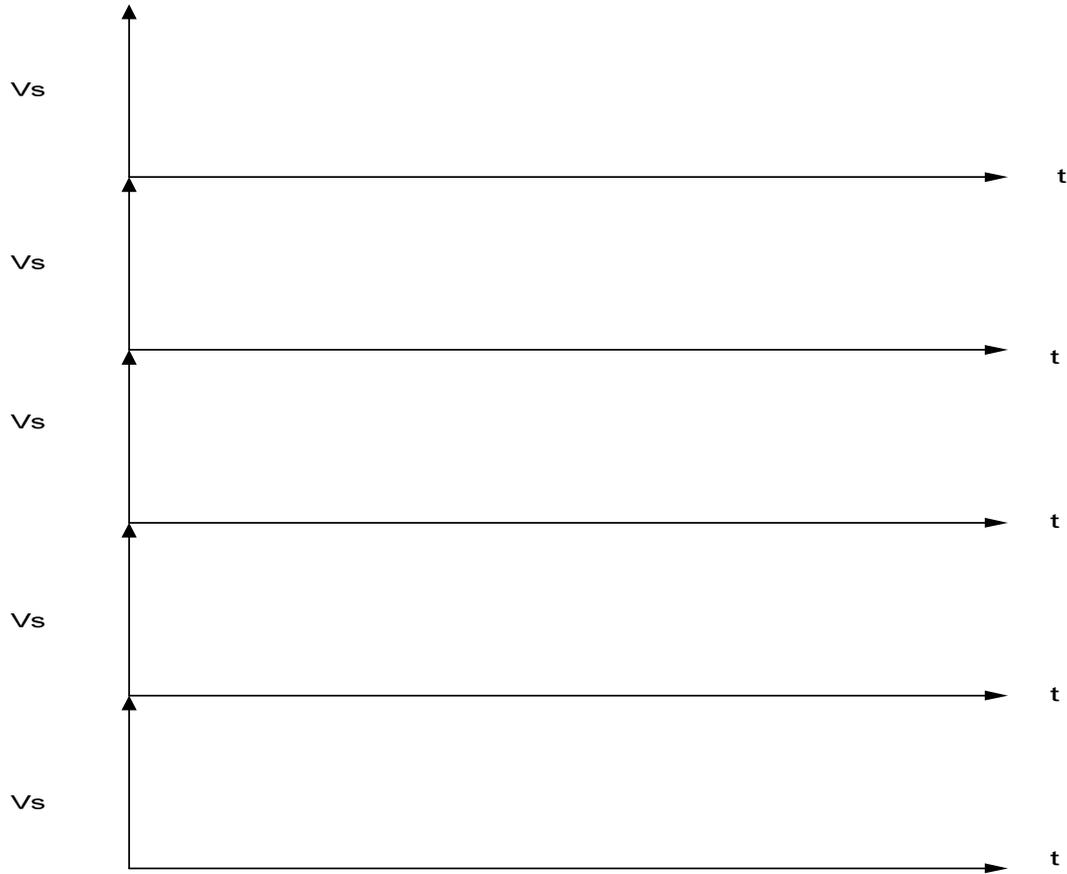


FIGURA 3.29 Formato de señales

16.- Repita el procedimiento de los pasos 10, 11 y 12 ahora con un voltaje de entrada de 2 Vpp a una frecuencia de 10 KHz.

❖ REPORTE FINAL

Conclusiones de la práctica

PRÁCTICA 3: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL EN CIRCUITOS MATEMÁTICOS (SUMADOR INVERSOR, SUMADOR NO INVERSOR Y RESTADOR)

❖ OBJETIVO

Diseñar circuitos que permiten aplicar a las operaciones matemáticas, en este caso, la suma y la resta.

❖ MARCO TEÓRICO

SUMADOR INVERSOR

El sumador inversor se basa en un amplificador inversor, cómo se muestra en la figura 3.30, se le añaden dos o más resistencias, en ramas independientes, conectadas a la entrada inversora del amplificador operacional. En el extremo de cada una de ellas se conectan las tensiones de alimentación. La tensión de salida será proporcional a la suma de esas tensiones de entrada.

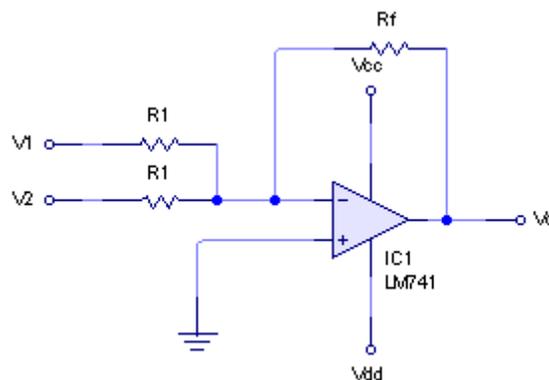


FIGURA 3.30 Sumador inversor

Deducción de la ecuación del sumador no inversor

Se eliminará la fuente de voltaje V2, esto se llama superposición, cómo se describe en la figura 3.31.

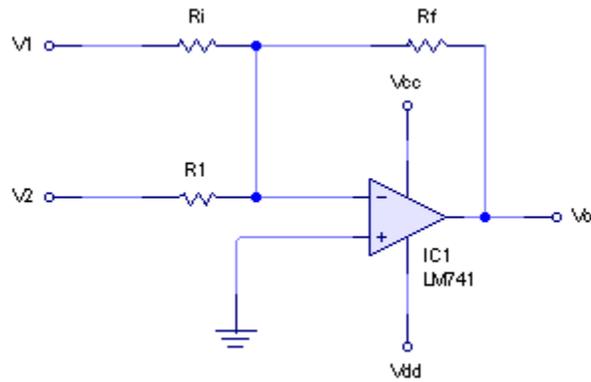


FIGURA 3.31 Circuito sumador inversor antes de la superposición
 $V_1 \neq 0$; $V_2 = 0$

De acuerdo a la figura 3.32, la fuente V_2 ya está eliminada, y con los elementos que quedan en la figura, aplicaremos el teorema de Thévenin.

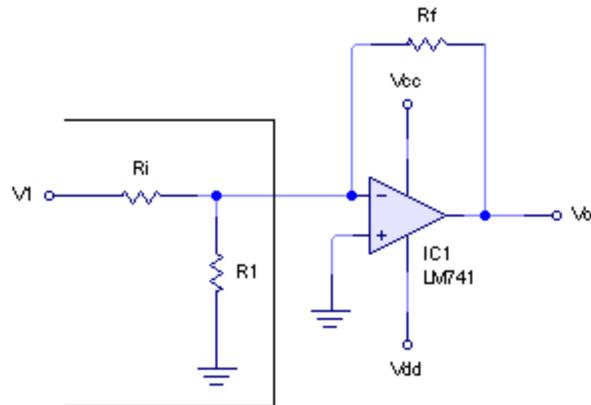


FIGURA 3.32 Circuito sumador inversor con una sola fuente V_1

Aplicando el teorema de Thévenin, suponemos que las 2 impedancias (R_i y R_1) de la figura 3.33 son iguales. Estas las sumaremos para obtener la impedancia de Thévenin (Z_{The}), que en este caso, será la impedancia equivalente de R_i y R_1 . Nuestro circuito final quedará como el de la figura 3.34, y nuestro voltaje de Thévenin (V_{the}) es igual al $V_1/2$. Esta es nuestra ecuación del voltaje de salida.

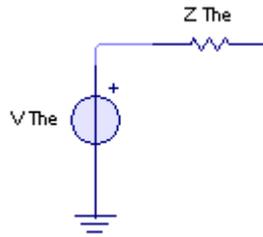


FIGURA 3.33 Aplicación del teorema de Thévenin

$$\frac{V_1}{2} = V_{The}; \quad Z_{The} = R_1 \parallel R_1; \quad Z_{The} = \frac{R_1}{2};$$

Para el VO_1 (Voltaje de salida 1), sustituimos los valores de Thévenin en la ecuación del voltaje de salida.

$$VO = \frac{-R_f}{R_1} \times (V_1 + V_2)$$

$$VO_1 = \frac{-R_f}{\frac{R_1}{2}} \times \left(\frac{V_1}{2}\right) = \frac{-R_f}{R_1} \times V_1$$

Para el VO_2 (Voltaje de salida 2), hacemos lo mismo que en el VO_1 . Luego sumamos VO_1 y VO_2

$$VO_2 = \frac{-R_f}{R_1} \times V_2; \quad VO = VO_1 + VO_2 = \frac{-R_f}{R_1 V_1} + \frac{-R_f}{R_1 V_2};$$

y este es nuestra ecuación final de amplificador operacional sumador no inversor.

$$VO = \frac{-R_f}{R_1} (V_1 + V_2)$$

SUMADOR NO INVERSOR

Un amplificador operacional sumador no inversor tiene múltiples entradas en el pin no inversor, cómo se muestra la figura 3.34. Al igual que en un sumador inversor cada entrada tiene su propia impedancia de entrada que esta por el orden de 100 M Ω o más y como hay un solo V_o , pues solo hay una impedancia de salida que esta por el orden de m Ω o menos.

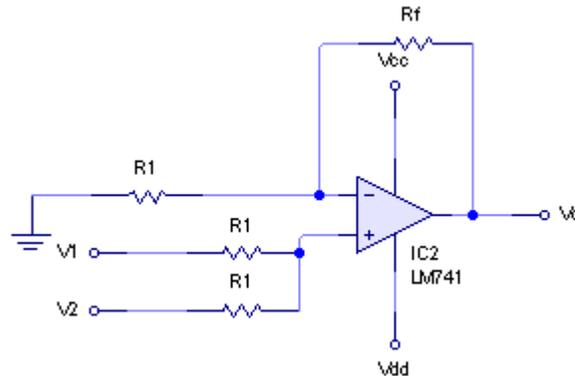


FIGURA 3.34 Sumador no inversor

Deducción de la ecuación del sumador no inversor

Aquí tenemos un circuito amplificador operacional sumador inversor cómo se muestra en la figura 3.35.

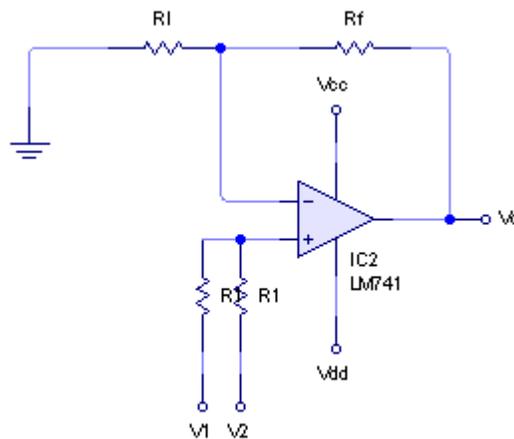


FIGURA 3.35 Amplificador sumador no inversor antes de la superposición

En este caso, se eliminará la fuente de voltaje V_2 , esto se llama superposición, cómo se muestra en la figura 3.36.

$$V_1 \neq 0; \quad V_2 = 0$$

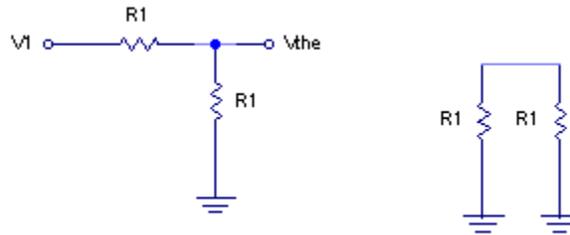


FIGURA 3.36

Aplicaremos el Teorema de Thévenin, cómo en la figura 3.37. Sacaremos la resistencia de Thévenin, que será la resistencia equivalente de los 2 R1 que están conectados a V1. Y también el voltaje de Thévenin.

$$\frac{V_1}{2} = V_{The}; \quad Z_{The} = R_1 \parallel R_1; \quad Z_{The} = \frac{R_1}{2};$$

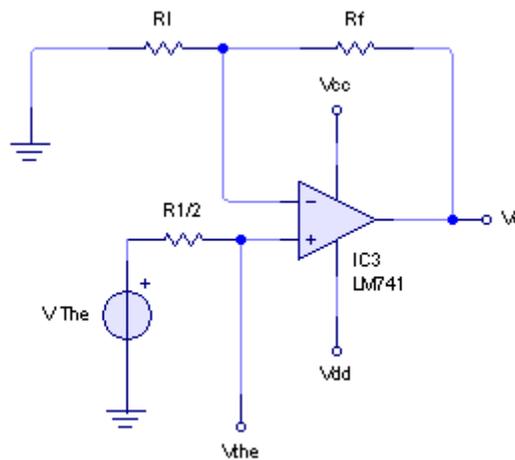


FIGURA 3.37 Circuito sumador no inversor con equivalente de Thévenin.

Vemos que la corriente de entrada es igual a 0, y este es el voltaje de salida ya aplicando Thévenin.

$$I_e = 0;$$

$$V_O = \left(\frac{-R_f}{R_1} + 1 \right) \times \frac{V_1}{2};$$

Para calcular el voltaje de salida total, sólo sustituimos el voltaje de salida que nos salió cuando aplicamos Thévenin;

$$V_{OT} = V_{O1} + V_{O2};$$

$$V_O = \left(\left(\frac{-R_f}{R_1} + 1 \right) \times \frac{V_1}{2} \right) + \left(\left(\frac{R_f}{R_1} + 1 \right) \times \frac{V_2}{2} \right);$$

Y por medio del álgebra, éste es nuestro resultado final como sumador no inversor.

$$V_O = \left(\left(\frac{-R_f}{R_1} + 1 \right) \times \frac{1}{2} \right) \times (V_1 + V_2);$$

RESTADOR

El circuito restador de tensión es denominado habitualmente amplificador diferencial en modo común. Este circuito es la combinación de un amplificador inversor con uno no inversor. El amplificador operacional se realimenta negativamente, alimentándose las entradas con tensiones diferentes, cómo se ve en la figura 3.38.

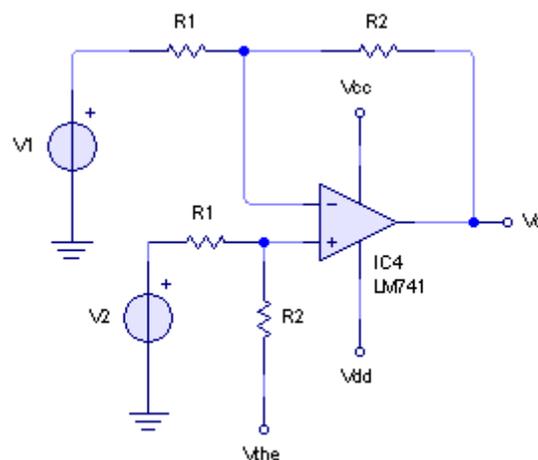


FIGURA 3.38 Circuito restador

En el restador, podemos observar que sólo se aplican las leyes de Kirchhoff para corrientes, igualando en este caso, las corrientes que involucran a la fuente V_1 .

$$I1 = I2; \frac{V1 - VX}{R2}; \frac{VX - VO}{R2};$$

V_x es el nodo que une a las resistencias, conectadas a cada una de las fuentes.
Estas son las ecuaciones que involucran a las fuentes V_2 .

$$I3 = I4; \frac{V2 - VX}{R2}; \frac{VX - 0}{R2};$$

❖ MATERIAL Y EQUIPO

1.- Descripción del material proporcionado por el alumno (Figura 3.39).

- 1 amplificador operacional LM741CN o equivalente
- 1 protoboard
- 4 resistencias de al menos 1 k Ω

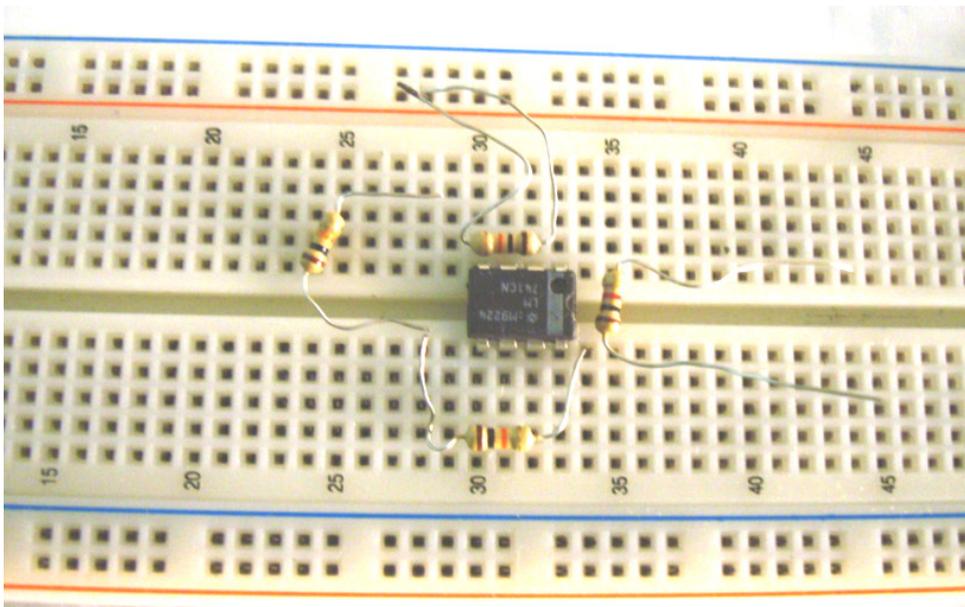


FIGURA 3.39 Material a utilizar

2.- Descripción del equipo proporcionado por el laboratorio (Figura 3.40).

- 1 multímetro con puntas
- 2 fuentes de poder
- 1 generador de funciones
- 1 osciloscopio



FIGURA 3.40 Equipo a utilizar

❖ DESARROLLO

1.- Arme el circuito de la figura 3.41.

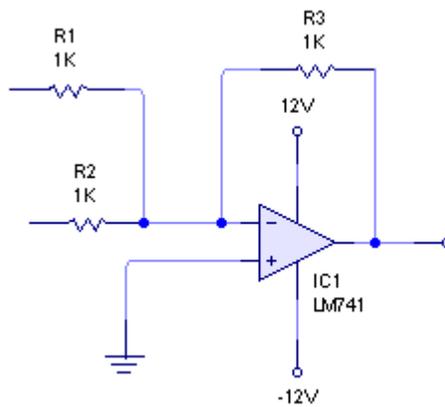


FIGURA 3.41 Circuito amplificador sumador inversor

2.- Conecte el equipo al circuito, como se muestra en la figura 3.42.

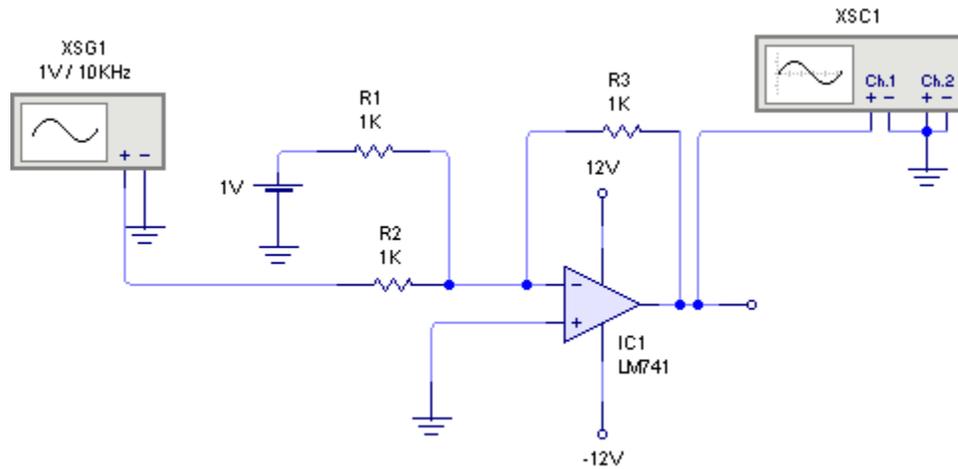


FIGURA 3.42 Circuito amplificador sumador inversor con el equipo conectado

- 3.- Observe la salida en el osciloscopio.
- 4.- Cambie los valores de V_{dc} a 2, 4, 8 y 12 V respectivamente.
- 5.- Grafique las señales de entrada y de salida y compare los resultados. ¿Hay un cambio en las gráficas cada vez que se cambia en voltaje en DC y explique por qué si se da el caso?
- 6.- Arme el circuito de la siguiente figura 3.43.

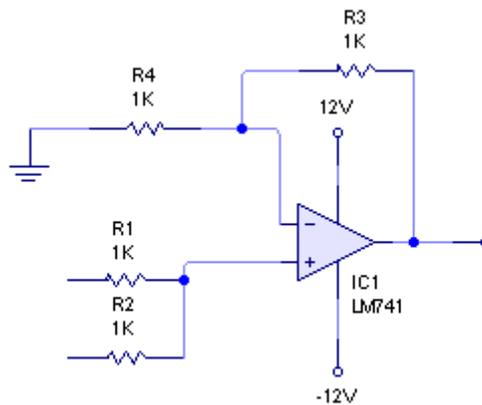


FIGURA 3.43 Circuito amplificador sumador no inversor

- 7.- Conecte el circuito al equipo como en la figura siguiente.

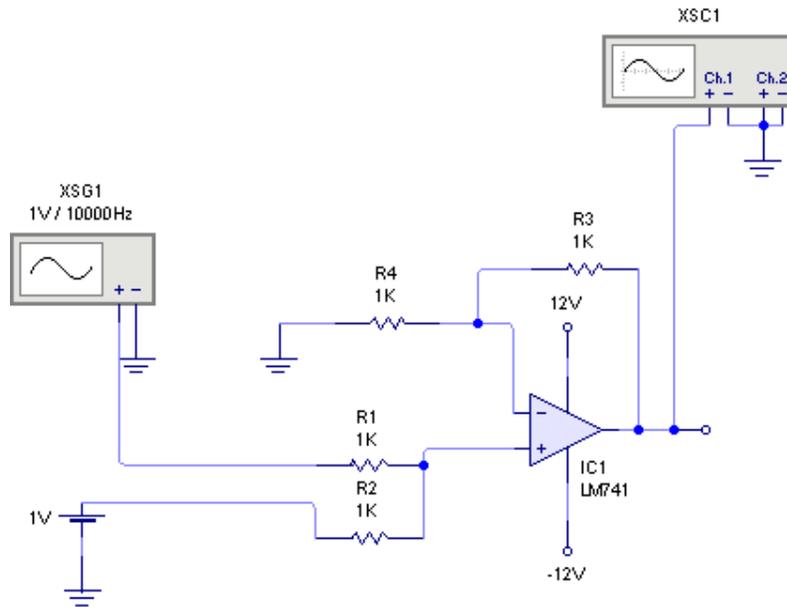


FIGURA 3.44 Circuito amplificador sumador no inversor con equipo conectado

- 8.- Observe la salida en el osciloscopio.
- 9.- Cambie los valores de V_{dc} a 2, 4, 8 y 12 V respectivamente.
- 10.- Grafique las señales de entrada y de salida en la figura 3.45, y compare los resultados. ¿Hay un cambio en las gráficas cada vez que se cambia en voltaje en DC y explique por qué si se da el caso?



FIGURA 3.45 Formato de señales

11.- Arme el circuito de la figura 3.46.

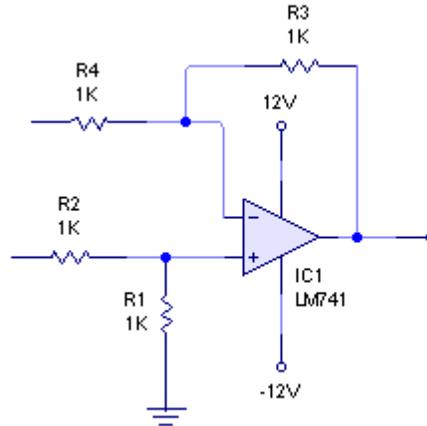


FIGURA 3.46 Circuito amplificador restador

12.- Conéctelo al equipo como en la figura 3.47.

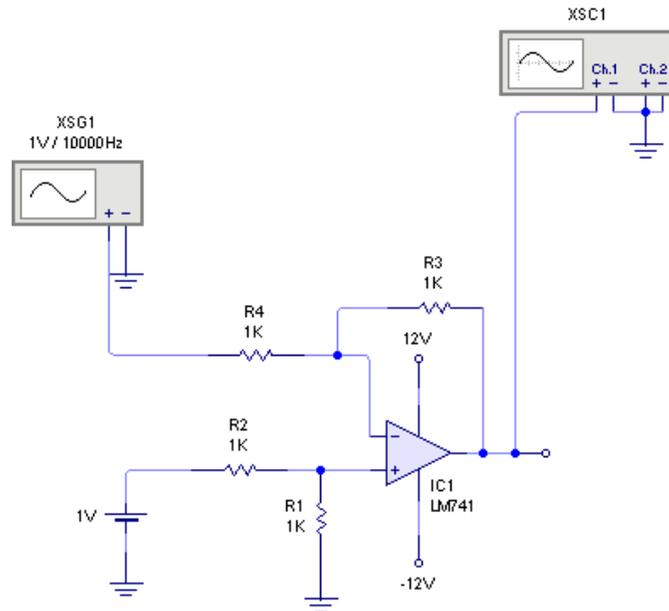


FIGURA 3.47 Circuito amplificador restador conectado el equipo

13.- Observe la salida en el osciloscopio.

14.- Cambie los valores de Vdc a 2, 4, 8 y 12 V respectivamente.

15.- Grafique las señales de entrada y de salida en la figura 3.48 y compare los resultados. ¿Hay un cambio en las gráficas cada vez que se cambia en voltaje en DC y explique por qué si se da el caso?

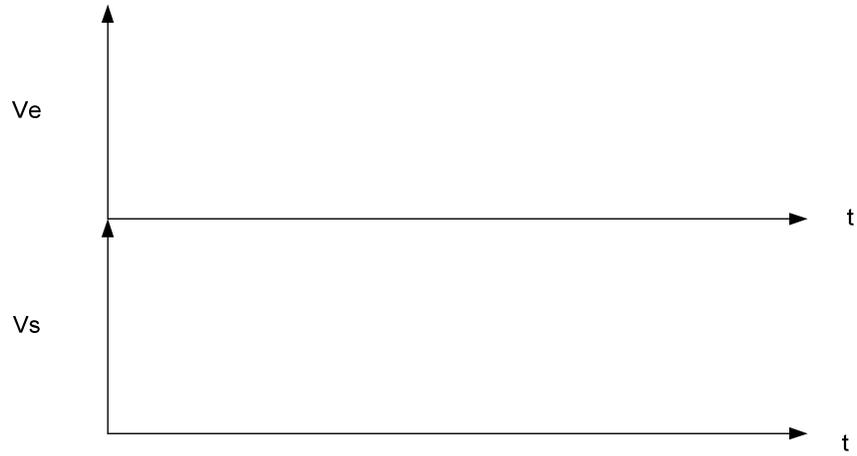


FIGURA 3.48 Formato de señales

❖ **REPORTE FINAL**

Conclusiones de la práctica

PRÁCTICA 4: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL EN CIRCUITOS MATEMÁTICOS (DERIVADOR E INTEGRADOR)

❖ OBJETIVO

Diseñar circuitos que permitan implementar las operaciones matemáticas, en este caso, la diferenciación y la integración.

❖ MARCO TEÓRICO

DERIVADOR

El circuito derivador realiza la operación matemática de derivación, de modo que la salida de este circuito es proporcional a la derivada en el tiempo de la señal de entrada. En otras palabras, la salida es proporcional a la velocidad de variación de la señal de entrada. La magnitud de su salida se determina por la velocidad a la que se aplica el voltaje a los cambios de la entrada. Cuanto más rápido se produzcan los cambios en la entrada, mayor será la tensión de salida.

La realimentación negativa se realiza a través de una resistencia y la tensión de entrada se aplica a la entrada inversora a través de un capacitor, sustituyendo a la resistencia que aparece en el amplificador inversor, cómo se muestra en la figura 3.49.

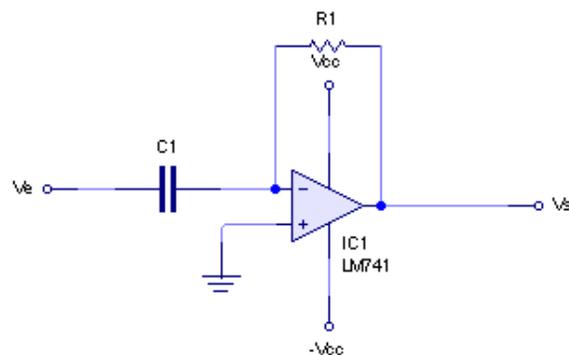


FIGURA 3.49 Circuito derivador

Este circuito obtiene a la salida la derivada de una tensión de entrada.

$$Z_c = \frac{1}{sC}; \frac{V_s}{V_e} = \frac{-R}{\frac{1}{sC}} = -RsC;$$

$$V_s = -Rc \frac{dV_e}{dt}$$

En este caso para sacar la ecuación del voltaje de salida, primero la impedancia del capacitor (Z_c) le sacamos su transformada de Laplace ($1/sC$). Se induce que el voltaje del capacitor es igual al de entrada ($V_e = 1/sC$). Este valor del capacitor se sustituirá en la función de transferencia de acuerdo al circuito. Esto como resultado nos da $-RsC$. Posteriormente despejamos $V_s = -RsCV_e$. Pero lo tenemos en término de la frecuencia, lo necesitamos en términos del tiempo, le aplicamos la antitransformada y nos queda el siguiente resultado.

$$V_s = -Rc \frac{dV_e}{dt}$$

INTEGRADOR

El circuito integrador es capaz de obtener a la salida un voltaje que es proporcional a la integral, con respecto al tiempo, del voltaje de entrada. Este circuito es igual al amplificador inversor, pero en este caso la realimentación negativa se realiza a través de un capacitor y no a través de una resistencia, cómo se muestra en la figura 3.50.

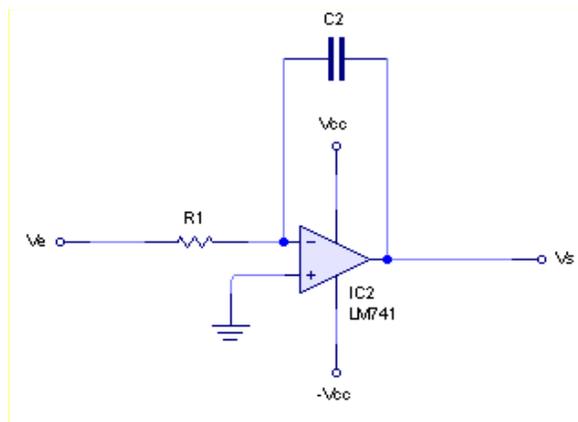


FIGURA 3.50 Circuito integrador

La principal aplicación de estos circuitos es generar rampas de tensión que se controlan mediante la tensión de entrada. El integrador presenta una configuración de amplificador inversor; por tanto, si la tensión de entrada es positiva, la rampa de salida tiene pendiente negativa. Si la tensión de entrada es negativa, la rampa de salida tiene pendiente positiva, y si la tensión de entrada es cero, la salida será un valor de tensión constante.

$$Z_c = \frac{1}{sC}; \frac{V_s}{V_e} = \frac{-1}{\frac{sC}{R}};$$

$$V_s = \frac{-1}{RC} \times \frac{1}{s} \times V_e;$$

$$V_s = \frac{1}{RC \int V_e dt}$$

Al igual que en el circuito derivador, el voltaje de la impedancia del capacitor pasará al dominio de la frecuencia (mediante transformada de Laplace), esta sustitución se pondrá en la función de transferencia, vemos que aquí ya cambia el resultado a diferencia del derivador. Aquí es más que nada por la posición de capacitor, ya que aquí realimenta, y en el derivador la resistencia es la que realimenta. Se hace la operación para despejar el Voltaje de Salida, $V_s = (-1/RC) * (1/s) * (V_e)$; y posteriormente se le aplica la anti-transformada de Laplace para pasar del dominio de la frecuencia al dominio del tiempo.

$$V_s = \frac{1}{RC \int V_e dt}$$

❖ MATERIAL Y EQUIPO

1.- Descripción del material proporcionado por el alumno (Figura 3.51).

- 1 amplificador operacional LM741CN o equivalente
- 1 protoboard
- 2 resistencias de 10 KΩ y 100 KΩ

- 1 capacitor de 100 nF.

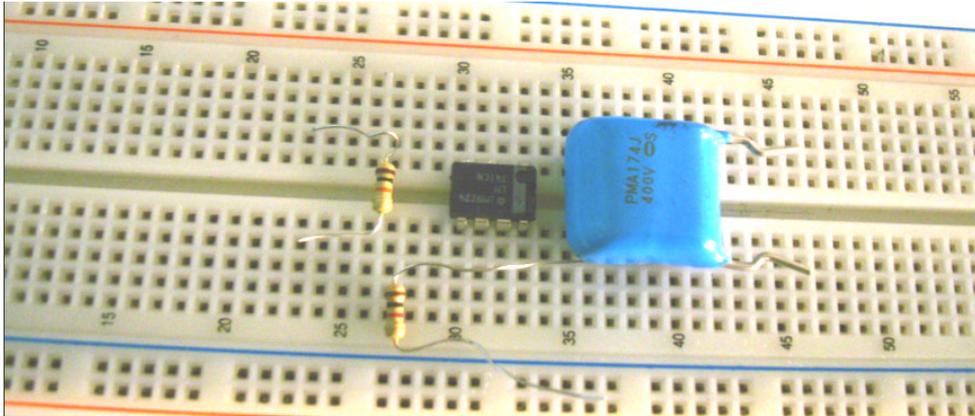


FIGURA 3.51 Material a utilizar

2.- Descripción del equipo proporcionado por el laboratorio (Figura 3.52).

- 1 multímetro con puntas
- 1 fuente de poder
- 1 generador de funciones
- 1 osciloscopio



FIGURA 3.52 Equipo a utilizar

❖ DESARROLLO

1.- Arme el circuito de la figura 3.53.

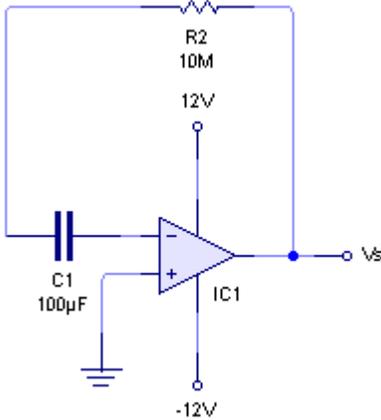


FIGURA 3.53 Circuito derivador

2.- Ahora el circuito conéctelo al equipo como en la figura 3.54.

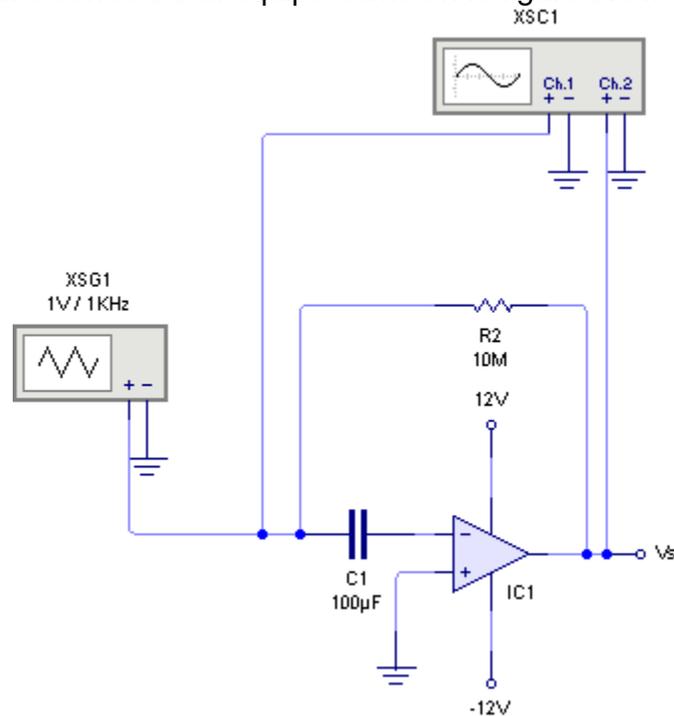


FIGURA 3.54 Circuito derivador conectado al equipo

3.- Con el generador de funciones se le aplicará al circuito una señal triangular de 1 Vpp a 1 KHz. Posteriormente observamos la salida en el osciloscopio, y comparamos la señal de entrada con la salida. Grafique las señales en la figura 3.55.

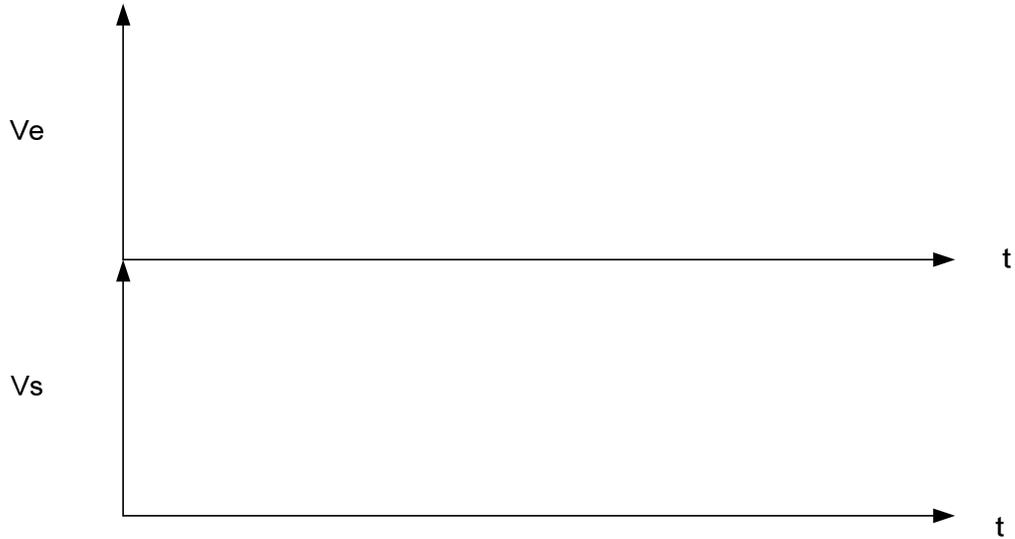


FIGURA 3.55 Formato de señales

4.- Ahora modifique la frecuencia, hasta llegar a 1 MHz, y sino alcanza llega hasta ese valor el generador, déjelo en el valor máximo del generador. El punto es que cambie los valores 5 veces hasta llegar a la frecuencia máxima. Dibuje cada una de las gráficas que salgan en el osciloscopio cada vez que varíe la frecuencia en la figura 3.56 y explique los cambios que se presenten.

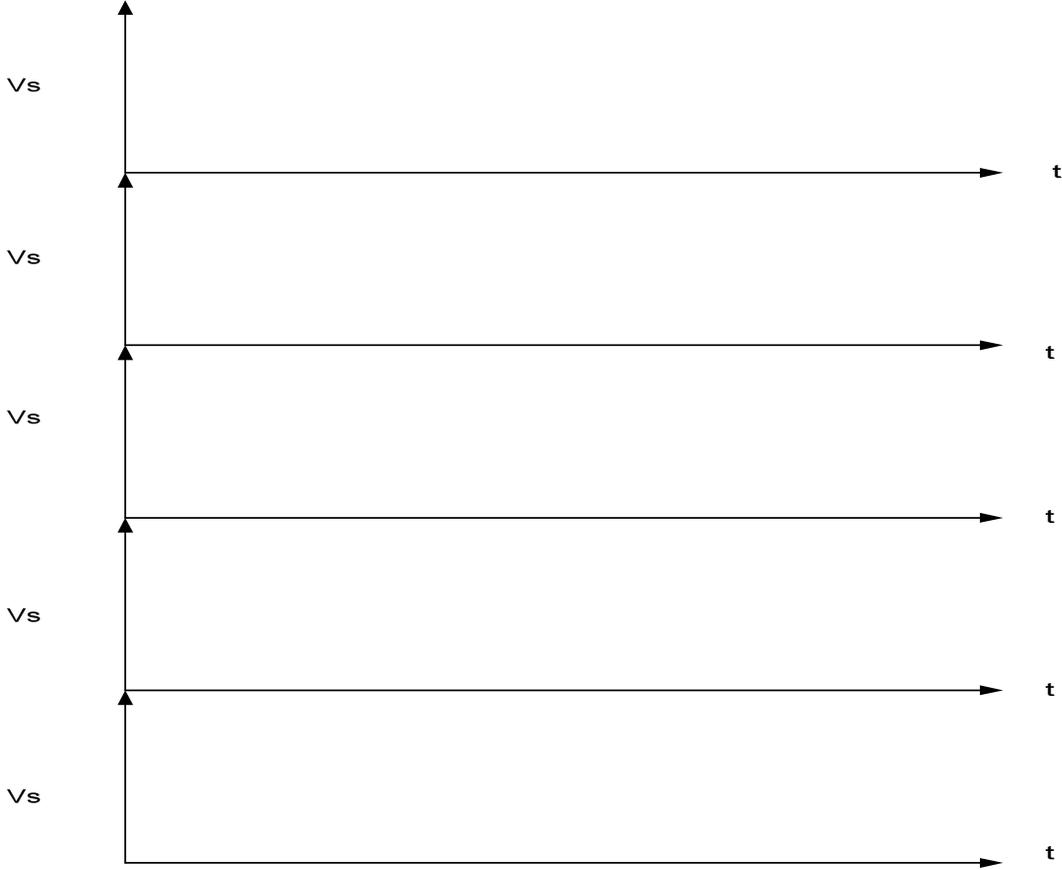


FIGURA 3.56 Formato de señales

5.- Con los mismos valores del generador, ahora aplique una señal senoidal y repita los pasos 3 y 4, dibujando las gráficas resultantes 3.57 y 3.58.

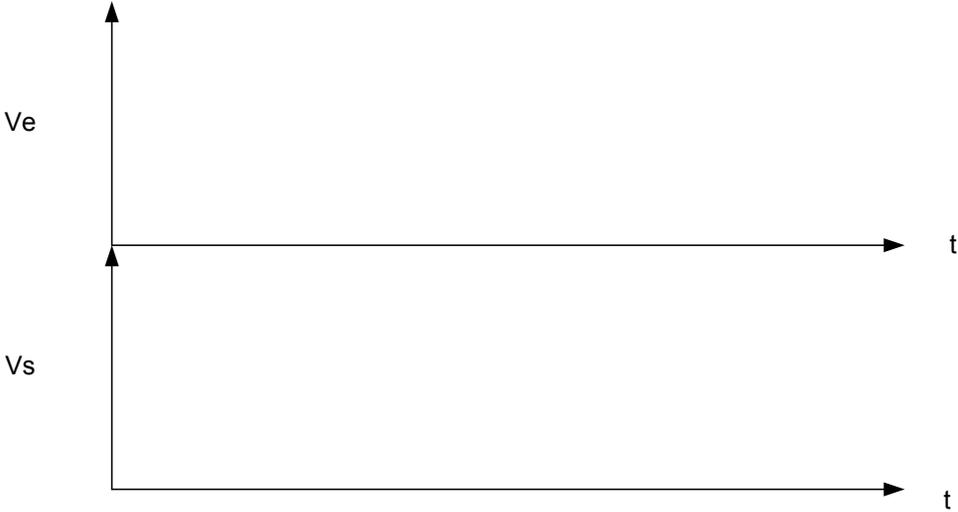


FIGURA 3.57 Formato de señales

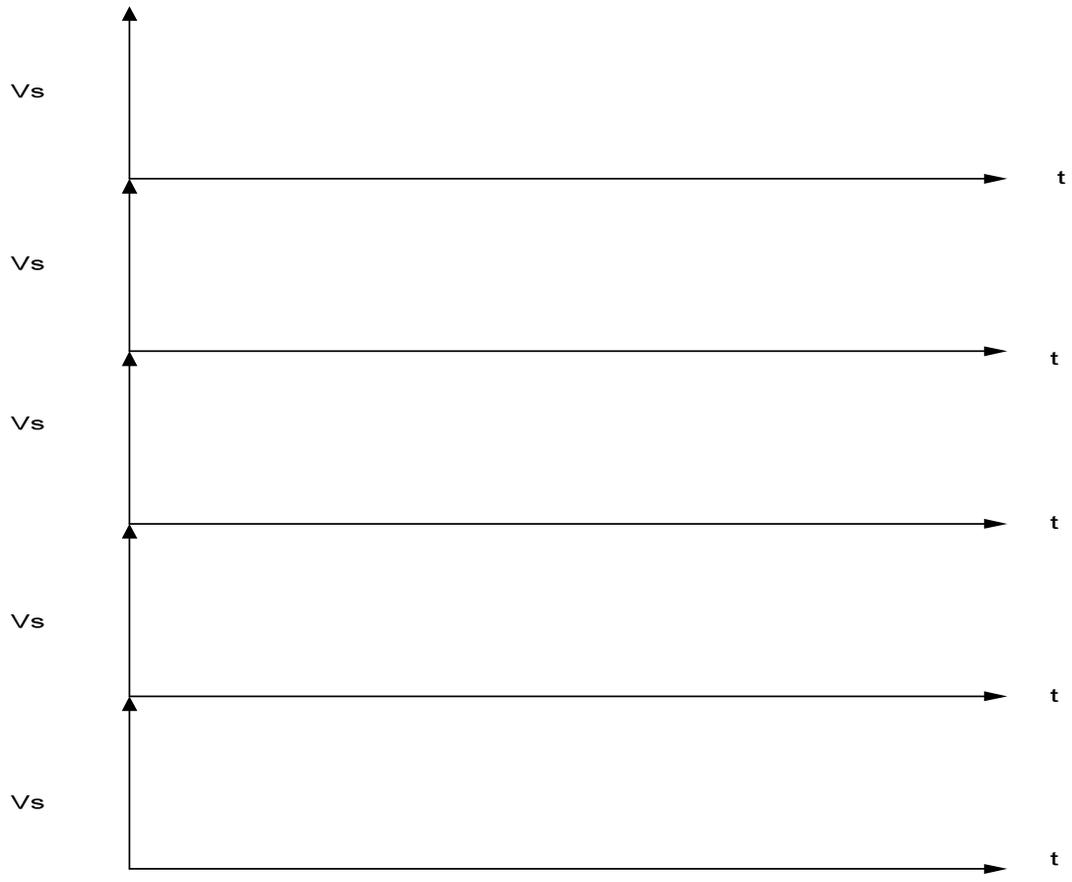


FIGURA 3.58 Formato de señales

6.- Repita el procedimiento de los pasos 3 y 4 pero ahora con una señal cuadrada, dibujando las gráficas en las figuras 3.59 y 3.60.



FIGURA 3.59 Formato de señales

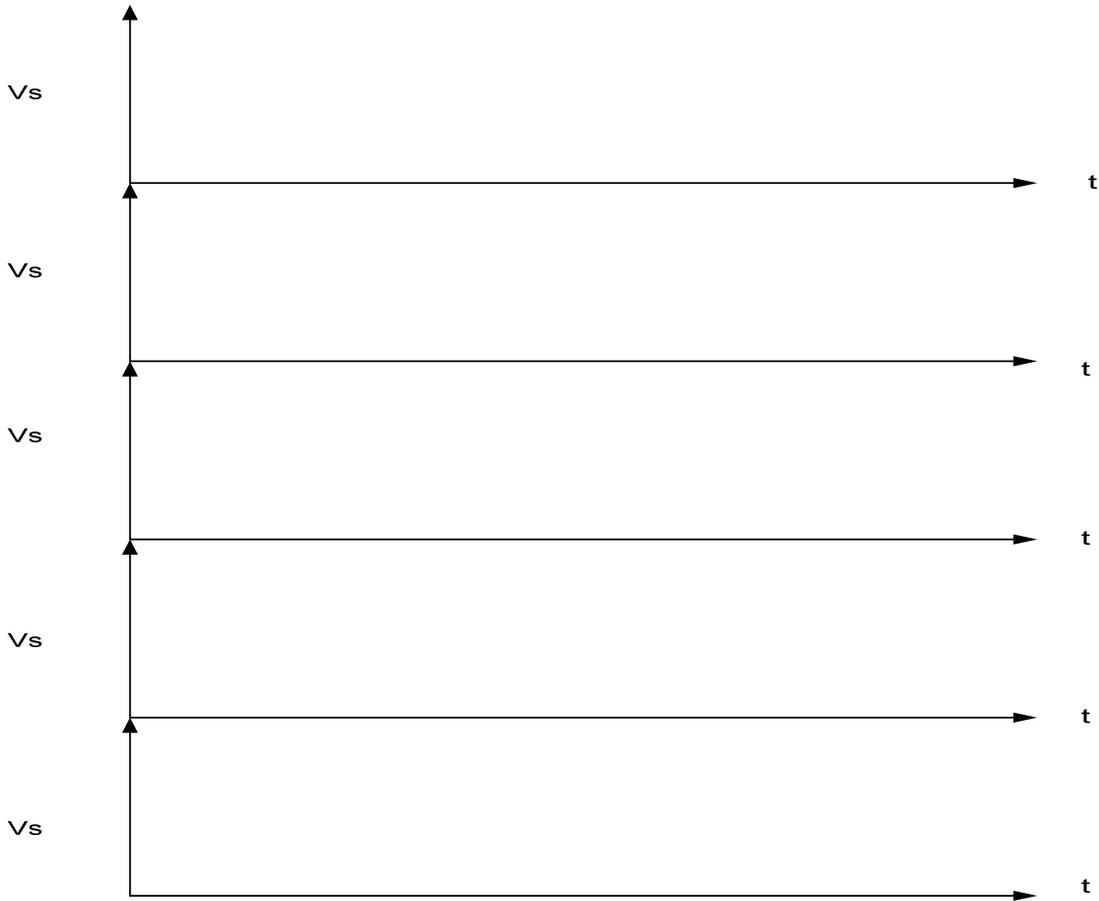


FIGURA 3.60 Formato de señales

7.- Arme el circuito de la figura 3.61.

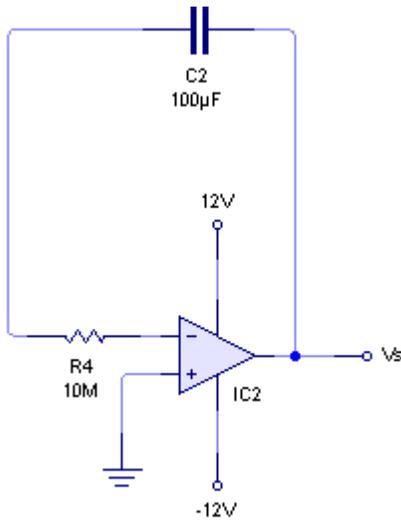


FIGURA 3.61 Circuito integrador

8.- Conecte el circuito al equipo cómo se muestra en la figura 3.62.

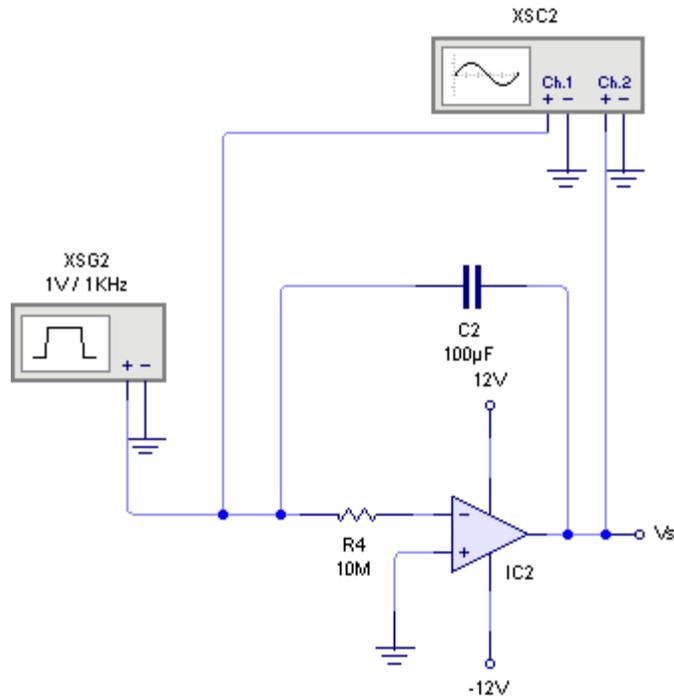


FIGURA 3.62 Circuito integrador conectado al equipo

9.- Con el generador de funciones se le aplicará al circuito una señal cuadrada de 1 Vpp a 1 KHz. Dibuje las señales de entrada y salida en la figura 3.63.

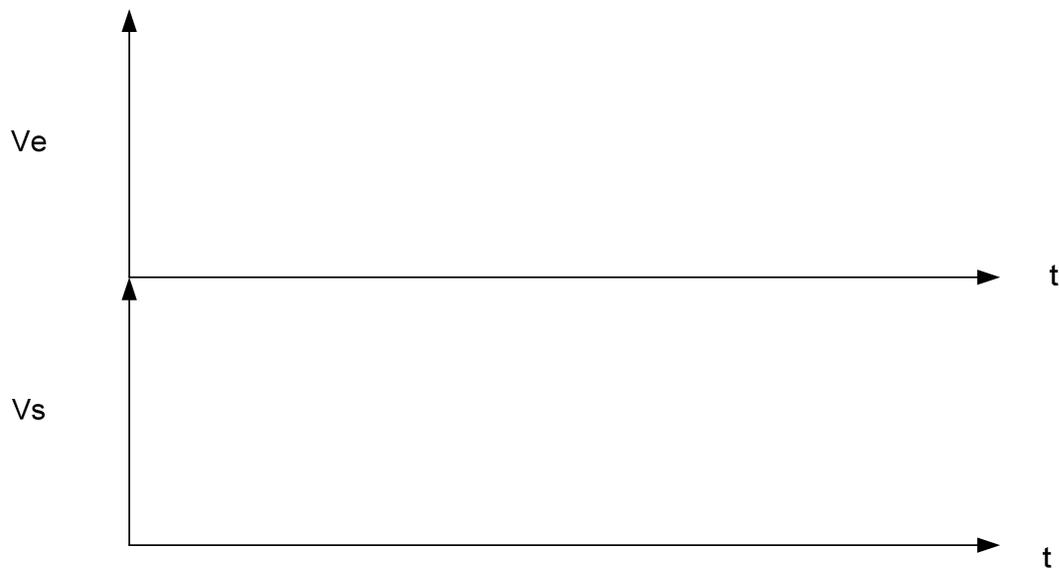


FIGURA 3.63 Formato de señales

10.- Ahora cambie la frecuencia hasta 1 MHz, pero en caso de que no llegue a ese valor, déjela en el valor máximo del generador de funciones, cámbiela 5 veces hasta llegar el máximo, grafique los resultados en la figura 3.64 y explique los que sucede.

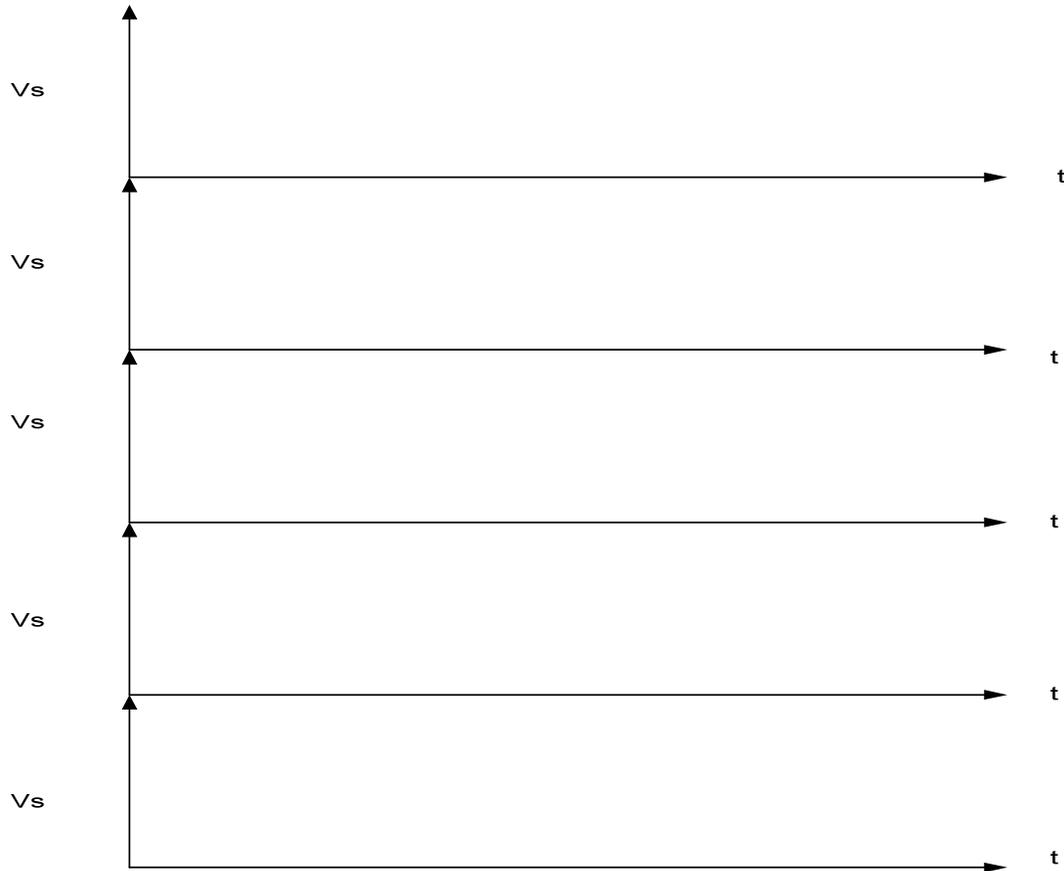


FIGURA 3.64 Formato de señales

11.- Repita el procedimiento de los pasos 9 y 10 para una señal triangular, dibujando las gráficas resultantes en las figuras 3.65 y 3.66.

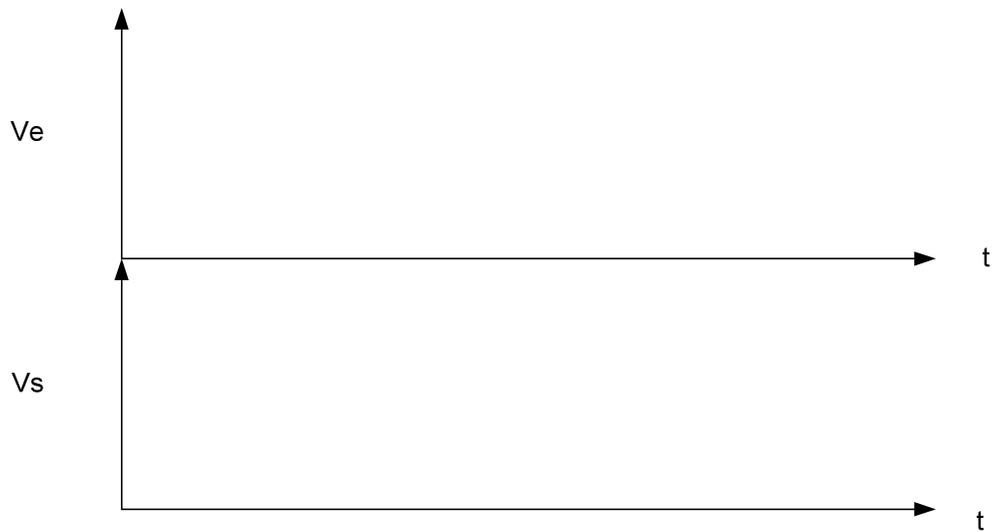


FIGURA 3.65 Formato de señales

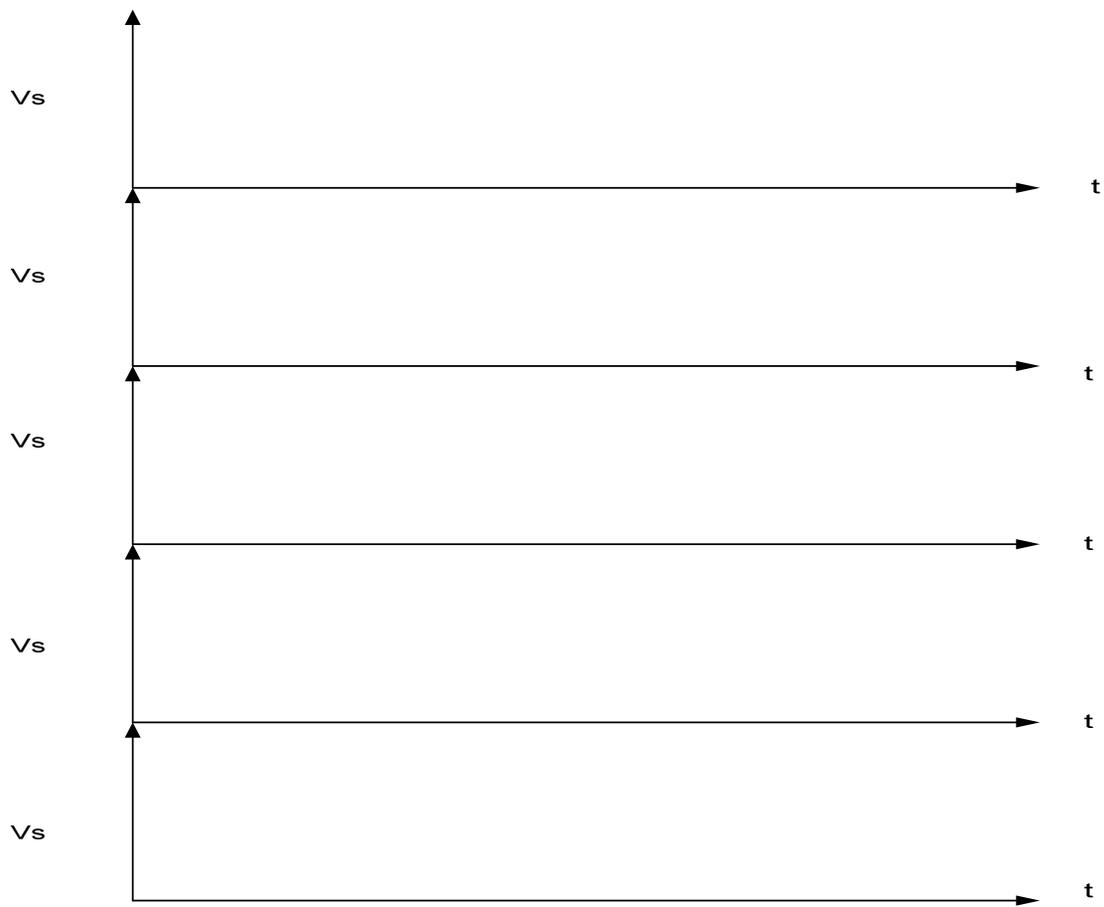


FIGURA 3.66 Formato de señales

12.- Repita el procedimiento de los pasos 9 y 10 para una señal senoidal, dibujando las gráficas resultantes en las figuras 3.67 y 3.68.

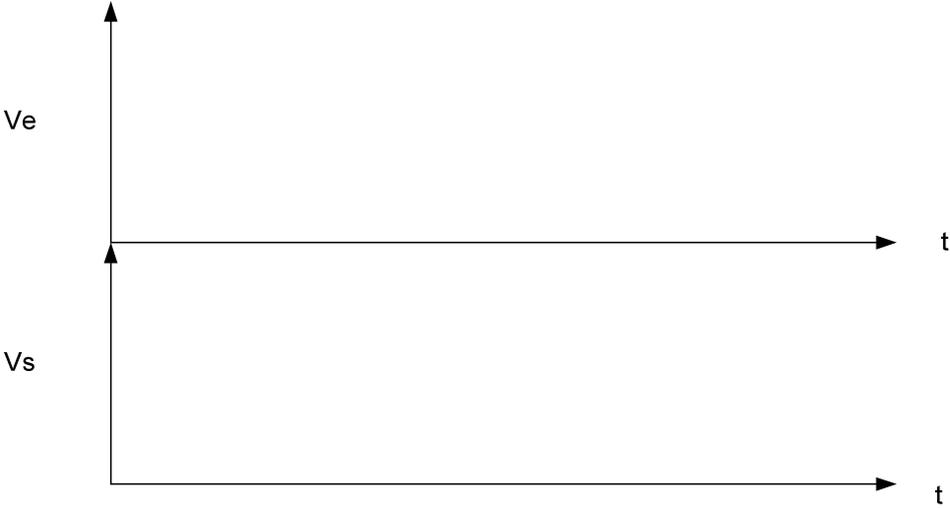


FIGURA 3.67 Formato de señales

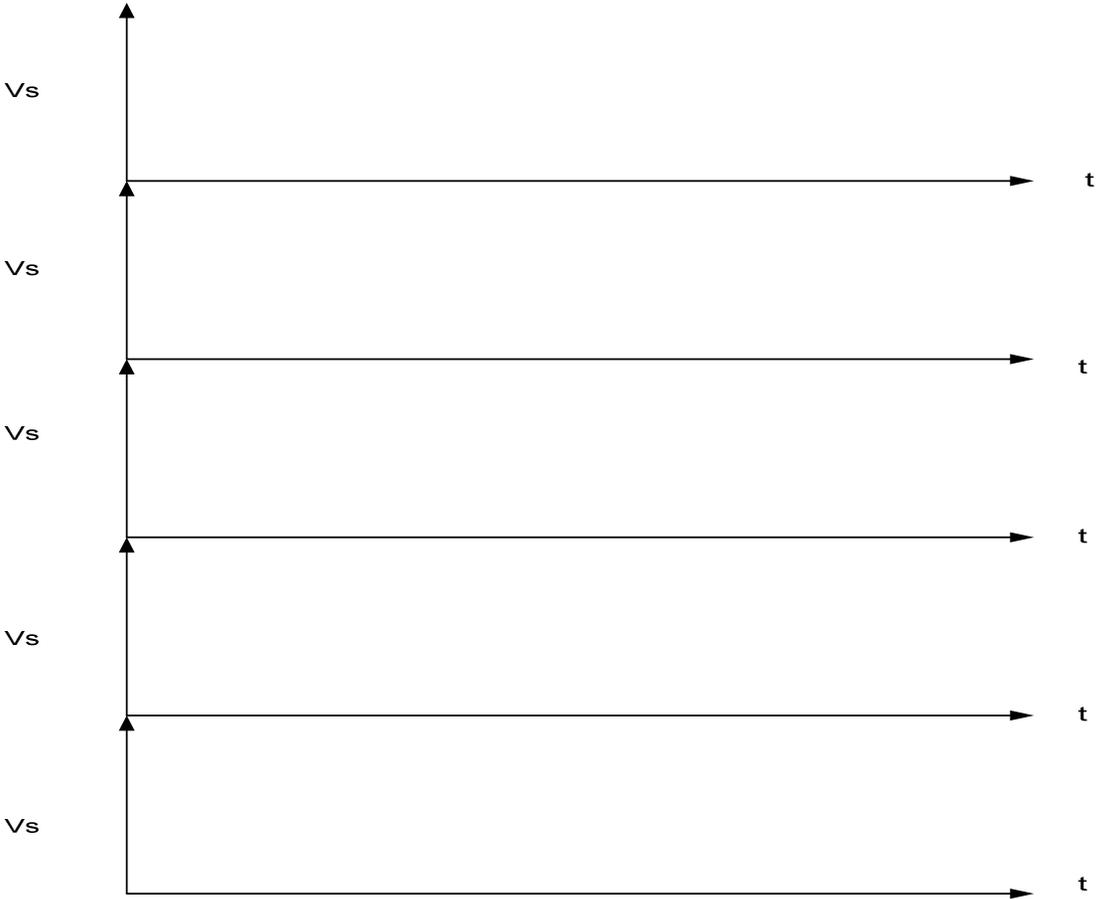


FIGURA 3.68 Formato de señales

13.- Conteste la siguiente pregunta, ¿que diferencia encuentra entre la ganancia de un derivador y un integrador?

❖ REPORTE FINAL

Conclusiones de la práctica

PRÁCTICA 5: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL COMO COMPARADOR DE HISTÉRESIS

❖ OBJETIVO

Diseñar un amplificador operacional que haga la función como comparador de histéresis.

❖ MARCO TEÓRICO

Un comparador o detector analógico es un circuito que permite conocer si una señal de valor V_i desconocido es mayor o menor que una tensión de referencia V_R conocida. La manera más simple de construir un comparador ideal de este tipo consiste en conectar un amplificador operacional como se muestra en la figura 3.69.

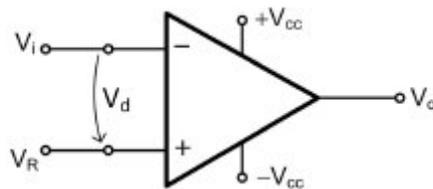


FIGURA 3.69 Comparador en lazo abierto.

Para voltajes de entrada $V_i < V_R$, la terminal no inversora está a mayor tensión que el inversor y $V_o = +V_{cc}$. Para voltajes de entrada $V_i > V_R$, la terminal no inversora está a menor tensión que la inversora de este comparador. En la figura 3.70 se muestra la característica de transferencia inversora de este comparador.

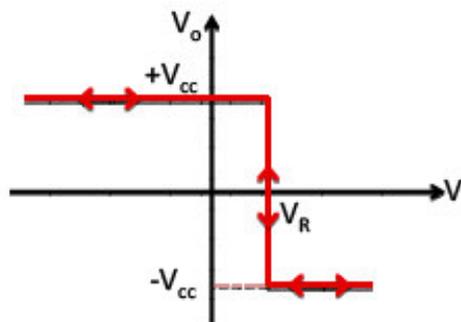


FIGURA 3.70 Característica de transferencia del comparador en lazo abierto.

Si se intercambian posición V_i y V_R se obtendrá un comparador no inversor.

El comparador en lazo abierto visto anteriormente presenta un problema cuando $V_i = V_R$, pues en tal caso la tensión de salida no está determinada, apareciendo una oscilación en la práctica cuando la tensión de entrada está próxima a la de referencia. Este problema se soluciona utilizando un lazo de realimentación positiva como en la figura 3.71. En la figura 3.72, se muestra su característica de transferencia

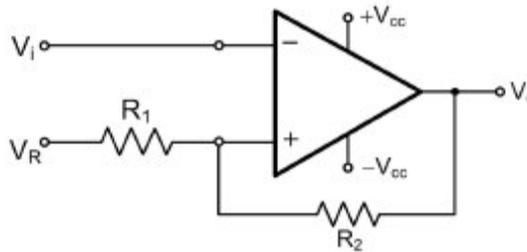


FIGURA 3.71 Comparador con histéresis

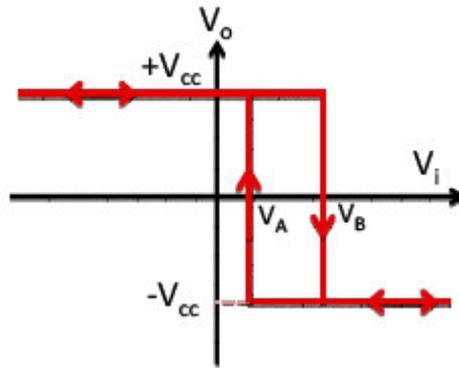


FIGURA 3.72 Característica de transferencia del comparador con histéresis.

Análisis matemático del comparador con histéresis

Para el análisis de este circuito vamos a considerar que la tensión de entrada V_i es infinitamente elevada y negativa. En este caso, sea cual sea V_R , la tensión de salida V_o será igual a $+V_{cc}$, y la terminal no inversora se encuentra a una tensión V_B , que viene dada por:

$$V_B = V_R + \frac{V_{CC} - V_R}{R_1 + R_2} R_1 = V_R \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_{CC} \frac{R_1}{R_1 + R_2}.$$

Mientras la tensión de entrada se mantenga por debajo de V_B , la tensión de salida será $+V_{CC}$, pero si la supera la salida conmuta a $-V_{CC}$ y la terminal no inversora pasa a tener una nueva tensión V_A cuyo valor es:

$$V_A = V_R - \frac{V_R + V_{CC}}{R_1 + R_2} R_1 = V_R \frac{R_2}{R_1 + R_2} - V_{CC} \frac{R_1}{R_1 + R_2}.$$

Esta situación se mantendrá mientras V_i esté por encima de V_A . Observamos que existe una diferencia (denominada **histéresis**) entre las tensiones umbrales de conmutación en función del estado de la salida, de valor:

$$V_H = V_A - V_B = \frac{2V_{CC}R_2}{R_1 + R_2}.$$

Si en el circuito comparador anterior cambiamos de posición V_i con V_R obtenemos un montaje de comparador no inversor.

❖ MATERIAL Y EQUIPO

1) Descripción del material proporcionado por el alumno (Figura 3.73).

- 1 amplificador operacional LM741CN o equivalente
- 1 protoboard
- 2 resistencias de 10 K Ω y 68 K Ω

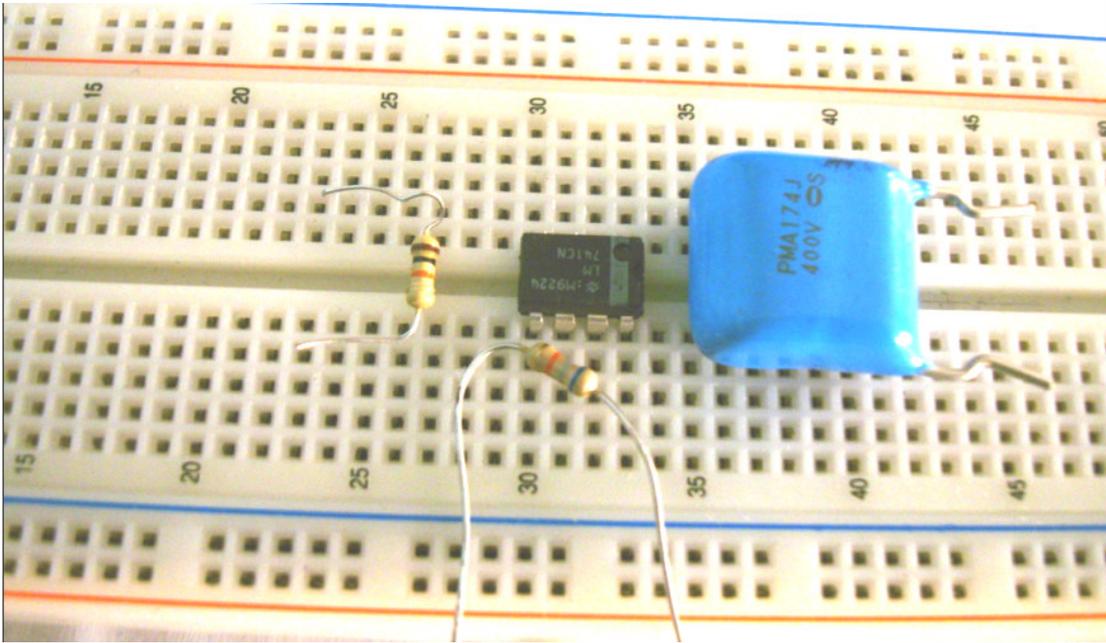


FIGURA 3.73 Material a utilizar

- 2) Descripción del equipo proporcionado por el laboratorio (Figura 3.74).
- 1 multímetro con puntas
 - 1 fuente de poder (en esta práctica se sugiere otra fuente)
 - 1 generador de funciones
 - 1 osciloscopio



FIGURA 3.74 Equipo a utilizar

❖ DESARROLLO

Configuración inversora

1.- Arme el circuito de la figura 3.75.

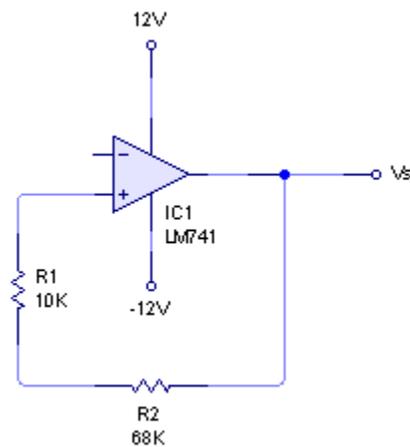


FIGURA 3.75 Comparador con histéresis

2.- De acuerdo a sus cálculos de la pregunta 6 del previo no. 5 (viene en la sección Anexo), se obtuvo el valor del voltaje de referencia, que será aplicado en otra fuente de CD, que se conectará posteriormente, como se verá en la figura 3.76.

3.- A continuación conecte el equipo como se muestra en la figura 3.76.

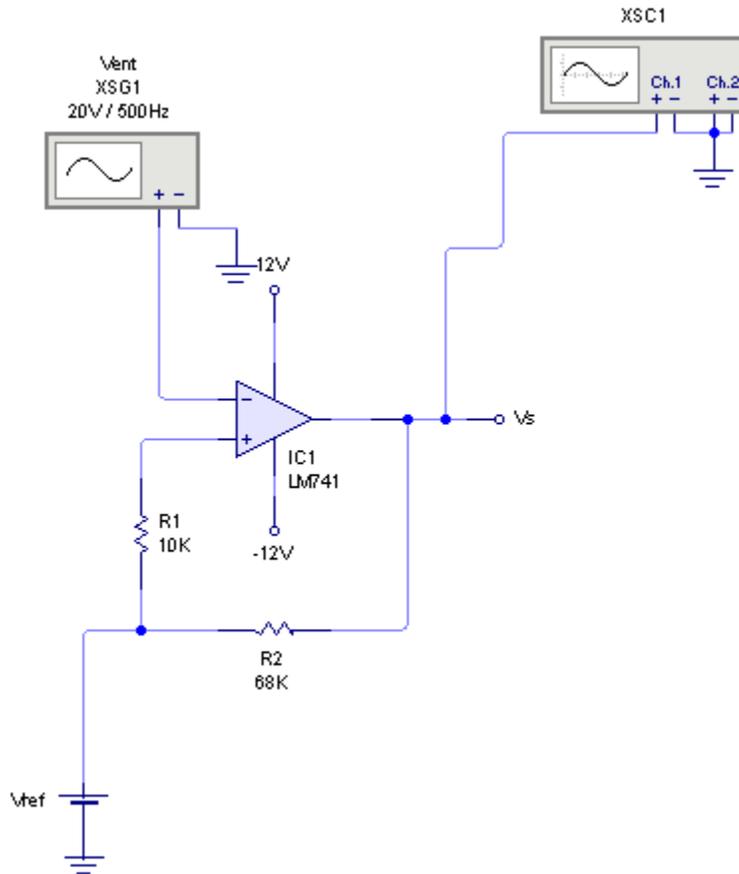


FIGURA 3.76 Comparador con histéresis conectado al equipo

4.- En la entrada inversora se le aplica una señal senoidal de 20 Vpp a una frecuencia de 500 Hz.

5.- Con el osciloscopio observe el resultado de la señal de entrada como se salida. Dibuje las gráficas en la figura 3.77 y comente con sus propias palabras los resultados vistos en el osciloscopio.

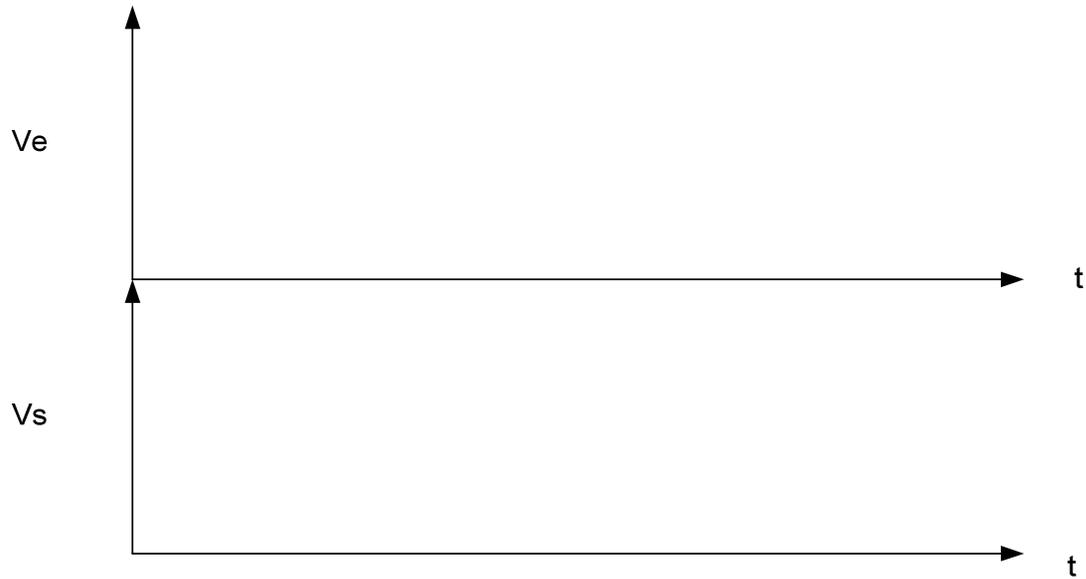


FIGURA 3.77 Formato de señales

6.- Con en osciloscopio busque la función en donde se pueda observar la histéresis. Dibújela la histéresis, en la figura 3.78.

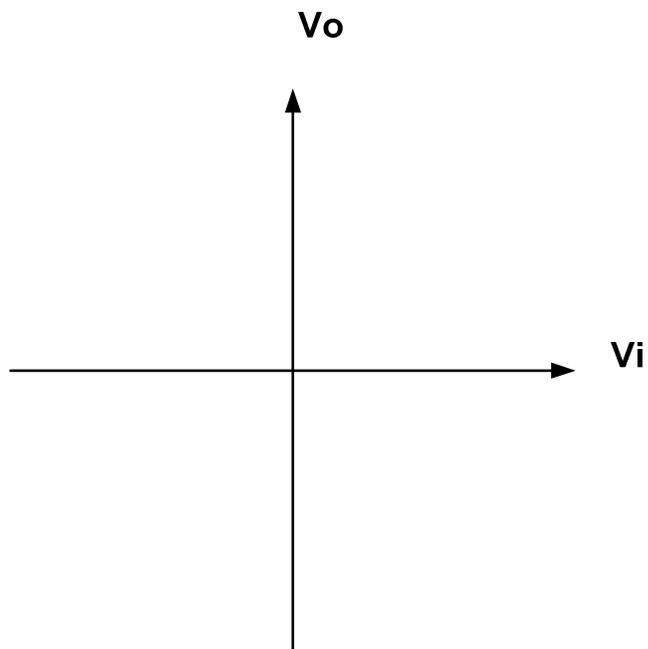


FIGURA 3.78 Formato de señal de histéresis

7.- Con la gráfica de histéresis ahora varíe el voltaje de referencia de su fuente. Aumente el voltaje hasta que ya no exista la histéresis. Mantenga ese valor en el osciloscopio. Este valor compárelo con el valor calculado del voltaje de umbral superior visto en el previo. ¿Dichos valores son iguales? Si no es así, mencione de cuánto es el error y ¿por qué no son iguales estos valores?

8.- Vuelva a la gráfica original, y observe si cambio el comportamiento de estas al momento de aumentar el voltaje de referencia. Dibuje el resultado en la figura 3.79.



FIGURA 3.79 Formato de señales

9.- Ahora en la fuente de DC regrese al valor original del voltaje de referencia. Pase a la función donde pueda observar la histéresis. Disminuya el voltaje de referencia hasta que desaparezca la histéresis. Mantenga este valor en el osciloscopio, dibújelo en la figura 3.80, luego compare dicho valor con el valor calculado de voltaje de umbral inferior visto en el previo. ¿Dichos valores son iguales? Si no es así, mencione de cuánto es el error y ¿por qué no son iguales estos valores?

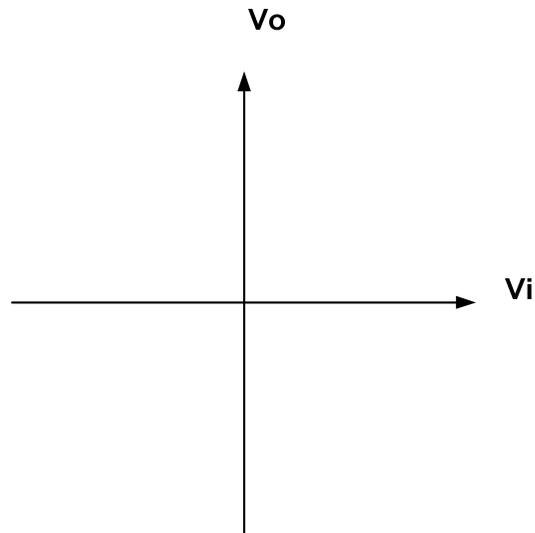


FIGURA 3.80 Formato de señal de histéresis

10.- Regrese el valor de original del voltaje de referencia. Ahora varíe el voltaje de alimentación tanto positivo como negativo, y observe que sucede tanto en las gráficas de las funciones como en la histéresis. Dibuje el resultado en la gráfica 3.81 y la histéresis en la 3.82. ¿Hay algún cambio significativo en las gráficas?



FIGURA 3.81 Formato de señales

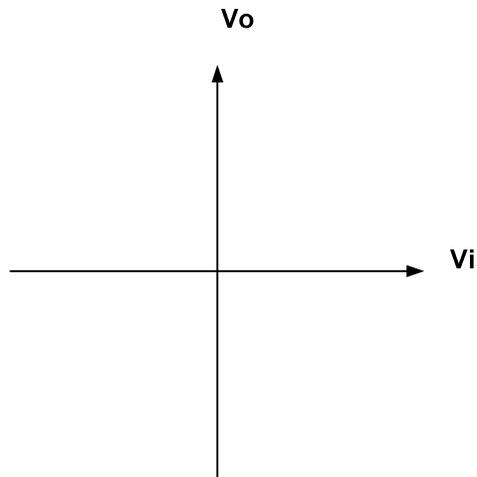


FIGURA 3.82 Formato de señal de histéresis

11.- Después varíe la frecuencia de la función senoidal, y observe que sucede tanto en las gráficas de las funciones como en la histéresis. Las gráficas de las funciones las dibujará en la figura 3.83, y la gráfica de histéresis, en la figura 3.84.

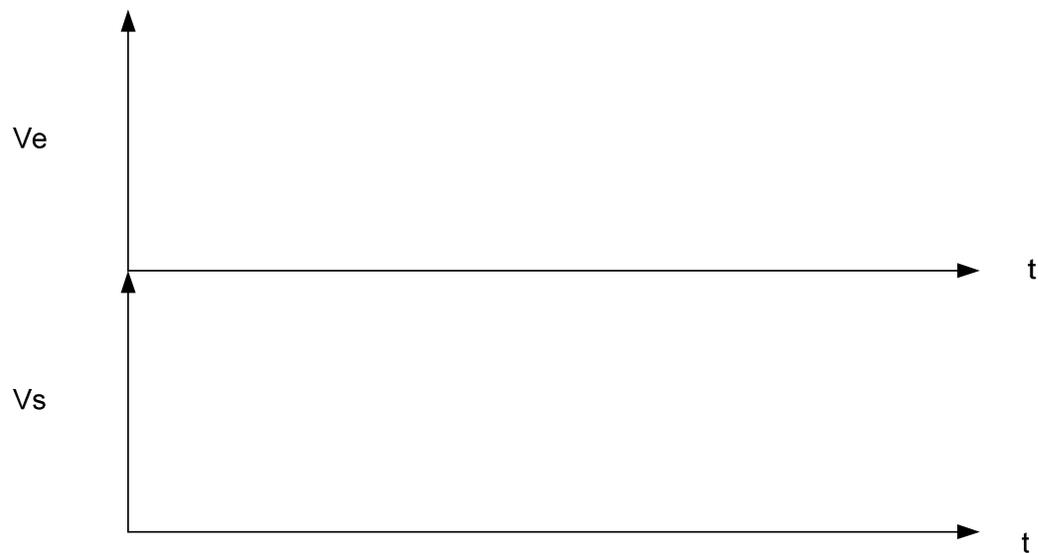


FIGURA 3.83 Formato de señales

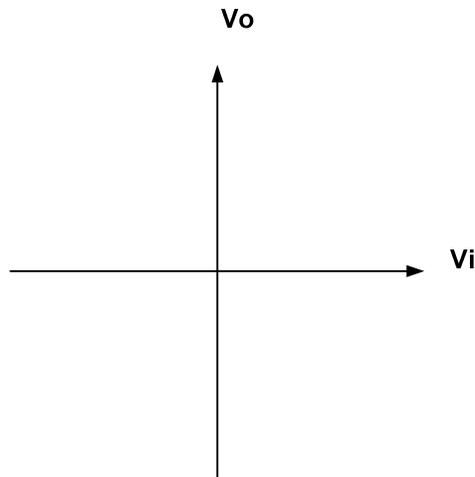


FIGURA 3.84 Formato de señal de histéresis

Configuración inversora

12.- Arme el circuito de la figura 3.85.

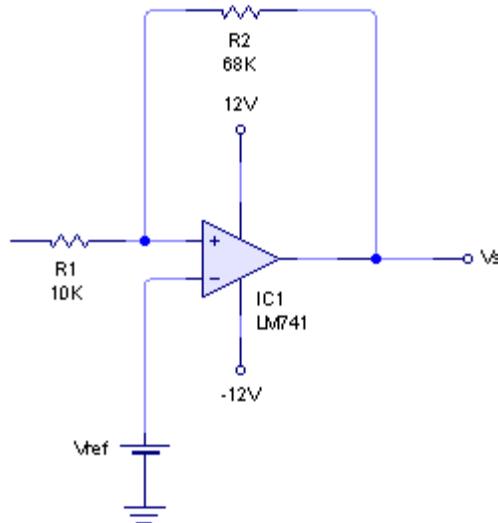


FIGURA 3.85 Comparador de histéresis en configuración inversora

13.- Como puede observar, los componentes son los mismos, sólo se cambió la configuración de no inversora a inversora. Repita el mismo procedimiento de los pasos 2 al 11, sólo que los valores tanto de voltaje de referencia y de umbral superior e inferior no serán los mismos, a pesar de los mismos valores de resistencia, ya que es de diferente configuración. La figura 3.86 muestra cómo se

conecta el circuito al equipo. Si tienen alguna duda, para realizar esta parte de la práctica, consulte el videotutorial que está en la plataforma Las gráficas de las funciones se dibujarán en la figura 3.87, y la gráfica de histéresis se dibujará en la gráfica 3.88.

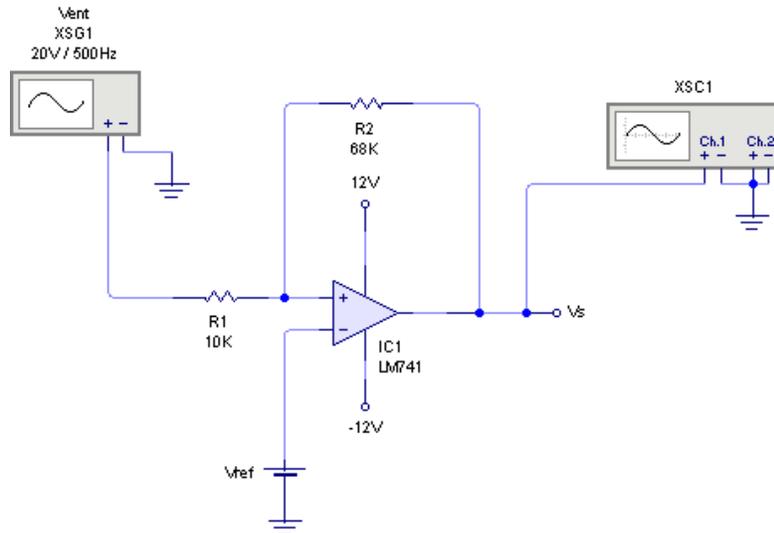


FIGURA 3.86 Comparador de histéresis en configuración inversora conectada al equipo

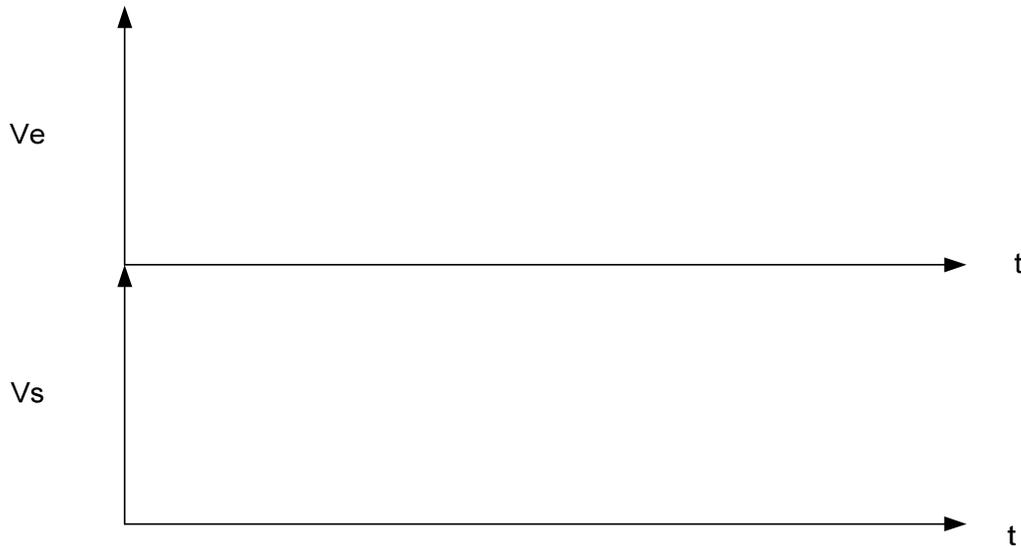


FIGURA 3.87 Formato de señales

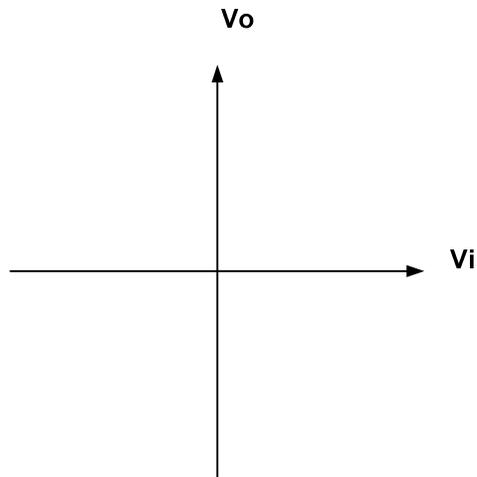


Figura 3.88 Formato de señal de histéresis

❖ **REPORTE FINAL**

Conclusiones de la práctica

PRÁCTICA 6: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL COMO OSCILADOR

❖ OBJETIVO

Diseñar un oscilador de voltaje de onda cuadrada basado en un comparador de histéresis.

❖ MARCO TEÓRICO

Al generador de onda cuadrada también se le llama multivibrador astable. Aquí en la figura 3.89, podemos observar un ejemplo de generador de onda cuadrada, con un amplificador operacional

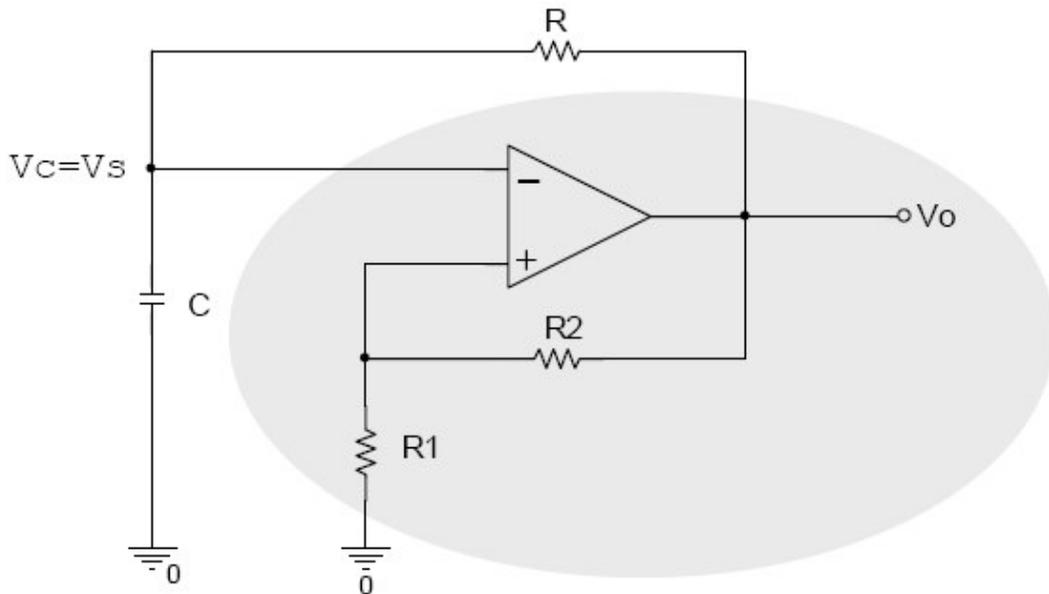


FIGURA 3.89 Circuito multivibrador astable con amplificador operacional

Arquitectura del generador de onda cuadrada.

Está basado en un comparador de histéresis cuya entrada es el voltaje de un capacitor conectado a la salida del comparador mediante una resistencia R , cómo se muestra en la figura 3.90.

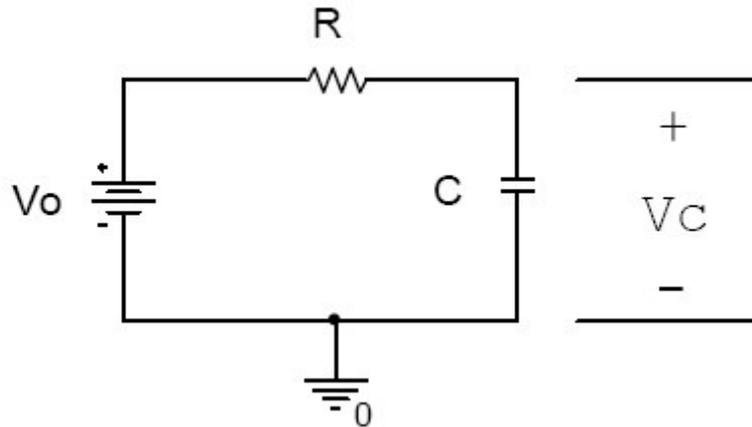


FIGURA 3.90 Comparador de histéresis convencional

En un circuito RC como el de la figura, el capacitor C se **carga exponencialmente** a través de la resistencia R hacia el voltaje V_0 , mediante la siguiente ecuación:

$$V_C(t) = V_0 - [V_0 - V_C(t_0)] e^{-\frac{t}{RC}}$$

t = cualquier instante.

t_0 = instante inicial

$V_C(t)$ es una curva exponencial que parte de $V_C(t_0)$ en el instante inicial y tiende hacia V_0 cuando el tiempo tiende a infinito. En la figura 3.91, podemos observar el las gráficas de nuestra ecuación, la de arriba nuestro capacitor se descarga, y en la de abajo nuestro capacitor se carga. En la figura 3.92, vemos el ciclo de histéresis de nuestro generador de onda cuadrada.

Dos ejemplos:

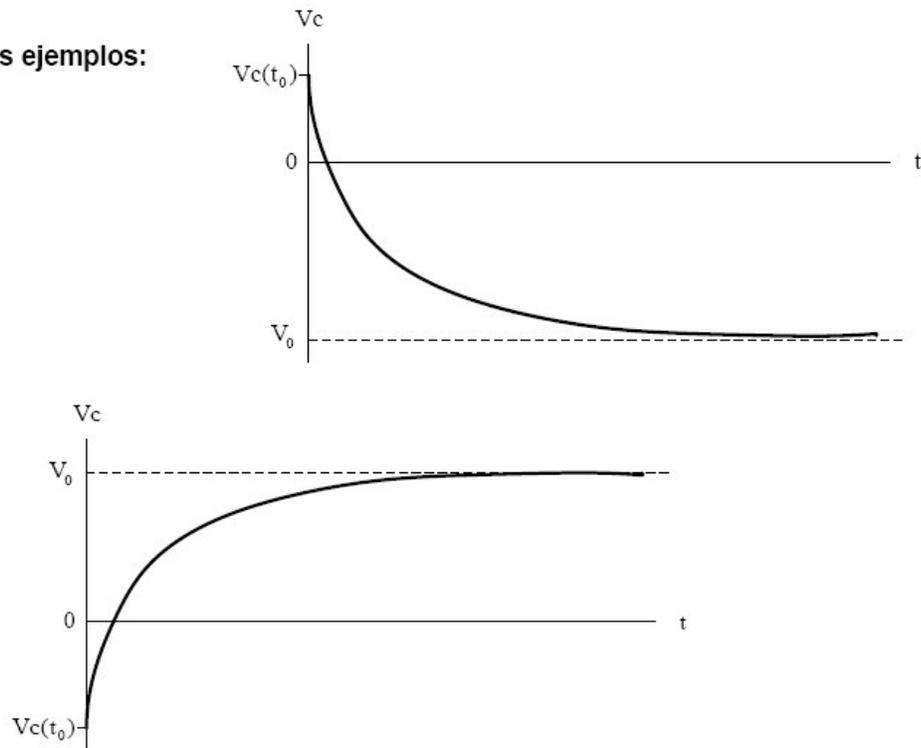


FIGURA 3.91 Comportamiento con respecto al tiempo del comparador de histéresis: En el ejemplo de arriba, es la gráfica cuando se descarga el capacitor. En la figura de abajo es cuando se carga el capacitor.

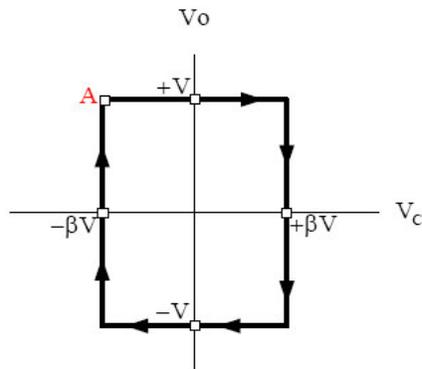


FIGURA 3.92 Ciclo de Histéresis del Generador

Explicación de la gráfica del generador de onda cuadrada

- Primero necesitamos la ecuación de ganancia de nuestro amplificador:

$$\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

- Inicialmente nos encontramos en el punto A del ciclo de histéresis con $V_C = -\beta V$ y $V_O = +V$. (Ahora la conmutación se produce cuando $V_C = +\beta V$).
- Comienza la carga exponencial del capacitor hacia $V_O = +V$, pero al llegar a $+\beta V$ la salida conmuta a $V_O = -V$. (Ahora la nueva conmutación se produce cuando $V_C = -\beta V$).
- Comienza la carga exponencial del capacitor hacia $V_O = -V$, pero al llegar a $-\beta V$ la salida conmuta a $V_O = +V$.
- Se repite el procedimiento con un período T . En la figura 3.93 vemos gráficamente todos los pasos que se efectuaron anteriormente

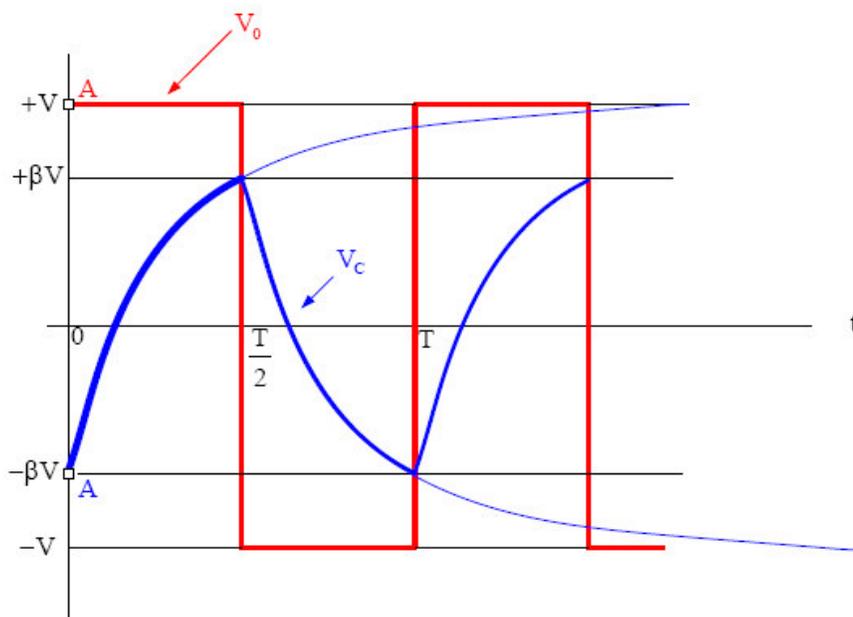


FIGURA 3.93 Gráfica del comparador de voltaje con histéresis

La ecuación de carga del capacitor entre 0 y $T/2$ segundos es:

$$V_c(t) = V - [V - (-\beta V)]e^{-\frac{t}{RC}} = V - (V + \beta V)e^{-\frac{t}{RC}}$$

Aplicando la ecuación anterior en el instante $t = T/2$:

$$\beta V = V - (V + \beta V)e^{-\frac{T}{2RC}}$$

Operando:

$$(\beta - 1)V = -(1 + \beta)Ve^{-\frac{T}{2RC}} \Rightarrow (1 - \beta) = (1 + \beta)e^{-\frac{T}{2RC}} \Rightarrow \frac{1 - \beta}{\beta + 1} = e^{-\frac{T}{2RC}}$$

Sustituyendo β :

$$\frac{\left(1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right)}{\left(1 + \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right)} = e^{-\frac{T}{2RC}} \Rightarrow \frac{R_2}{R_2 + 2R_1} = e^{-\frac{T}{2RC}} = \frac{1}{e^{\frac{T}{2RC}}}$$

$$e^{\frac{T}{2RC}} = \frac{R_2 + 2R_1}{R_2} = \left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

Aplicando logaritmo neperiano:

$$\frac{T}{2RC} = \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right) \Rightarrow T = 2RC \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right)$$

Si hacemos:

$$e = 2.718 = \left(1 + \frac{2R_1}{R_2} \right)$$

$$1,718 = \frac{2R_1}{R_2}$$

$$R_2 = 1,164R_1$$

El periodo de la onda cuadrada es:

$$T = 2RC$$

La frecuencia de la onda cuadrada es:

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

Generador de onda triangular

Una onda triangular se puede obtener integrando la onda cuadrada que se produce en la salida de un comparador de histéresis. Su circuito lo podemos observar en la figura 3.94.

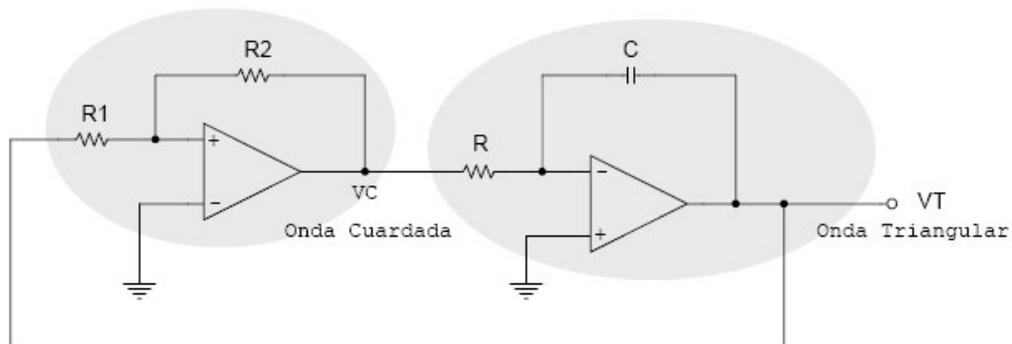
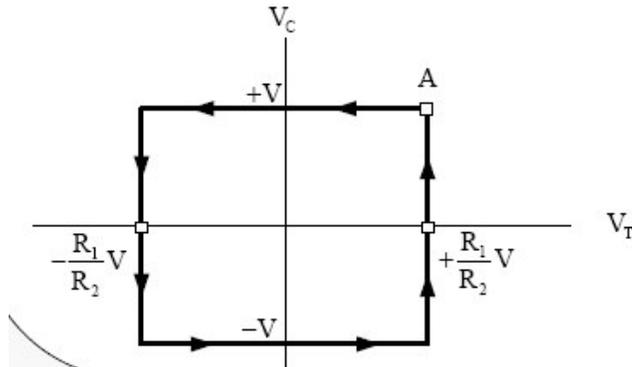


FIGURA 3.94 Circuito de generador de onda triangular

Báscula Schmitt no inversora.**Integrador.**

$$V_T = -\frac{1}{RC} \int V_C dt + V_T(t_0)$$

FIGURA 3.95 En la derecha, ciclo histéresis del generador de onda triangular o Báscula de Schmitt. En la izquierda ecuación de integración en un generador de onda triangular.

Funcionamiento: Inicialmente nos encontramos en el punto A del ciclo de histéresis del comparador, cómo se muestra en la figura 3.95, en el cual:

$$V_C = +V \quad V_T = +\frac{R_1}{R_2} V$$

En la salida del integrador, se produce una rampa de tensión negativa, que va aumentando hasta que:

$$V_T = -\frac{R_1}{R_2} V$$

y la salida del comparador al estado alto $V_C = -V$.

Ahora en la salida del integrador se produce una rampa de tensión positiva que va aumentando hasta que:

$$V_T = \frac{R_1}{R_2} V$$

y la salida de la Báscula conmuta al estado de salida bajo $V_C = +V$.

Se repite el proceso con un período T .

En la figura 3.96 se muestra la evolución de las ondas periódicas cuadrada y triangular.

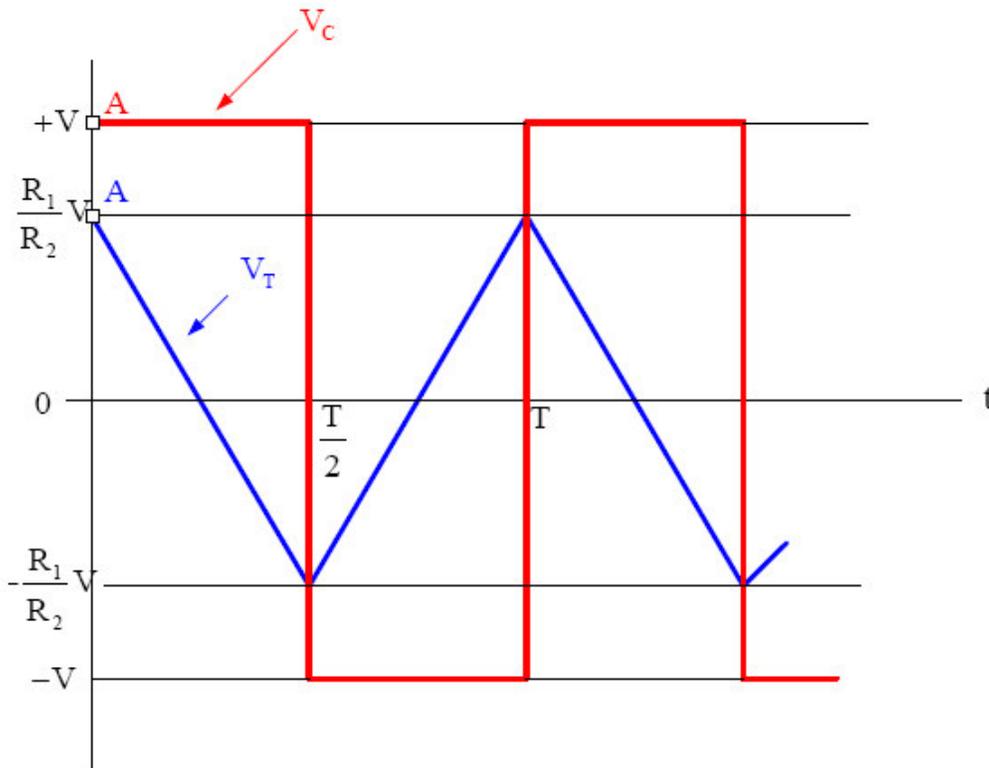


FIGURA 3.96 Gráfica del generador de onda triangular

Aplicamos la ecuación del integrador, también antes mencionada en la figura 3.95:

$$V_T = -\frac{1}{RC} \int V dt + \frac{R_1}{R_2} V = -\frac{V}{RC} t + \frac{R_1}{R_2} V$$

Aplicamos esta ecuación en el instante $T/2$.

$$-\frac{R_1}{R_2}V = -\frac{V \times T}{2RC} + \frac{R_1}{R_2}V$$

$$\frac{T}{2RC} = 2 \frac{R_1}{R_2}$$

$$T = 4RC \frac{R_1}{R_2}$$

$$f = \frac{R_2}{4RC R_1}$$

❖ MATERIAL Y EQUIPO

1) Descripción del material proporcionado por el alumno.

- 1 amplificador operacional LM741CN o equivalente (Figura 3.97)
- 1 protoboard
- 3 resistencias de 10 K Ω , 22 K Ω y 33 K Ω .
- 1 capacitor de 10 nF

2) Descripción del equipo proporcionado por el laboratorio

- 1 osciloscopio

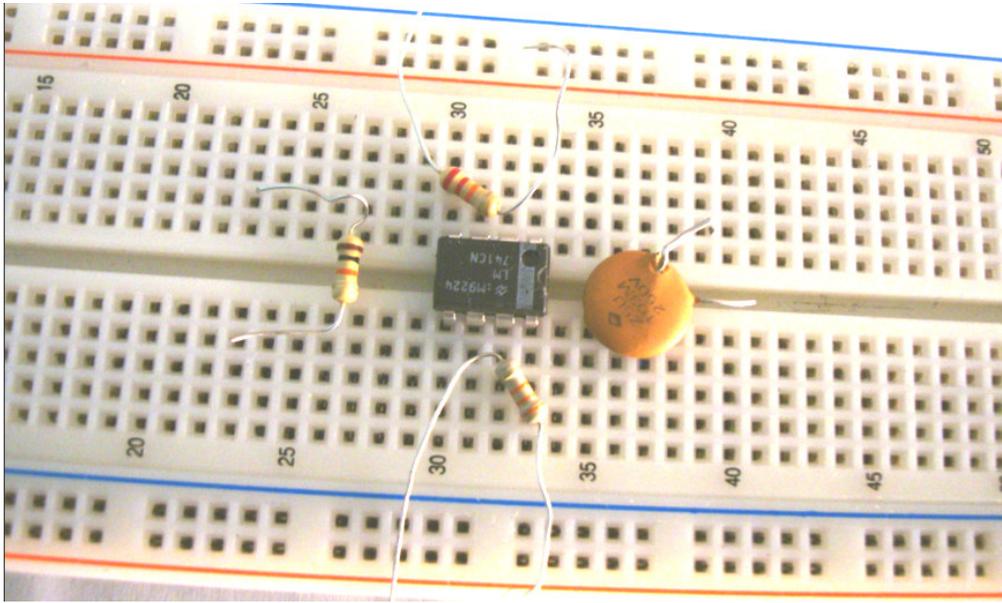


FIGURA 3.97 Material a utilizar

❖ DESARROLLO

1.- Arme el circuito de la figura 3.98.

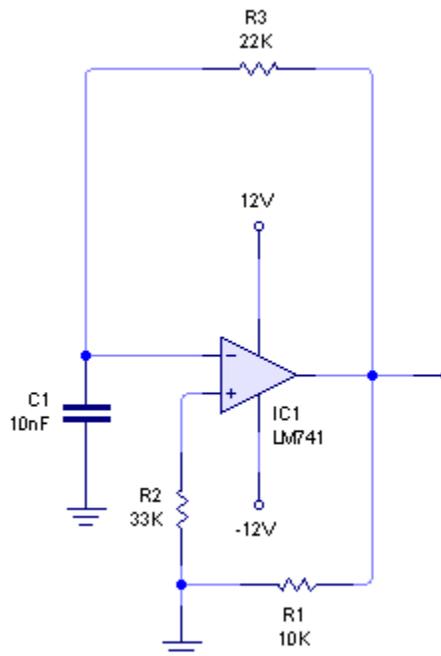


FIGURA 3.98 Generador de onda cuadrada

2.- Enseguida conecte el equipo al circuito cómo en la figura 3.99

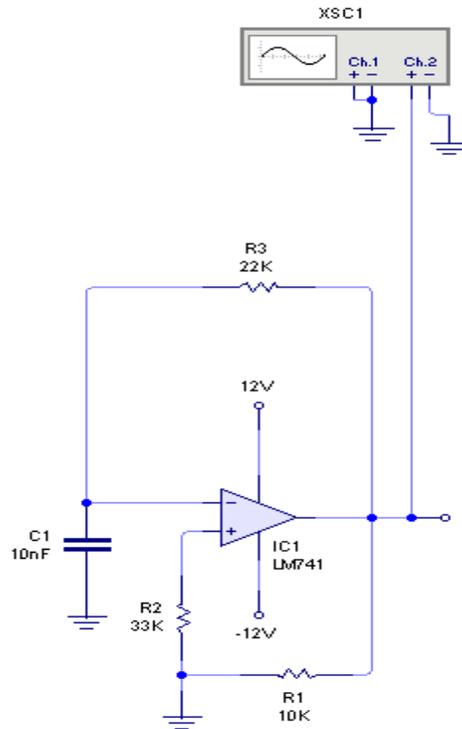


FIGURA 3.99 Generador de onda cuadrada conectado al equipo

3.- Observamos que ocurre tanto en la entrada como en la salida del osciloscopio, dibujando las gráficas 3.100. ¿Qué señal sale tanto de voltaje de entrada cómo de salida?

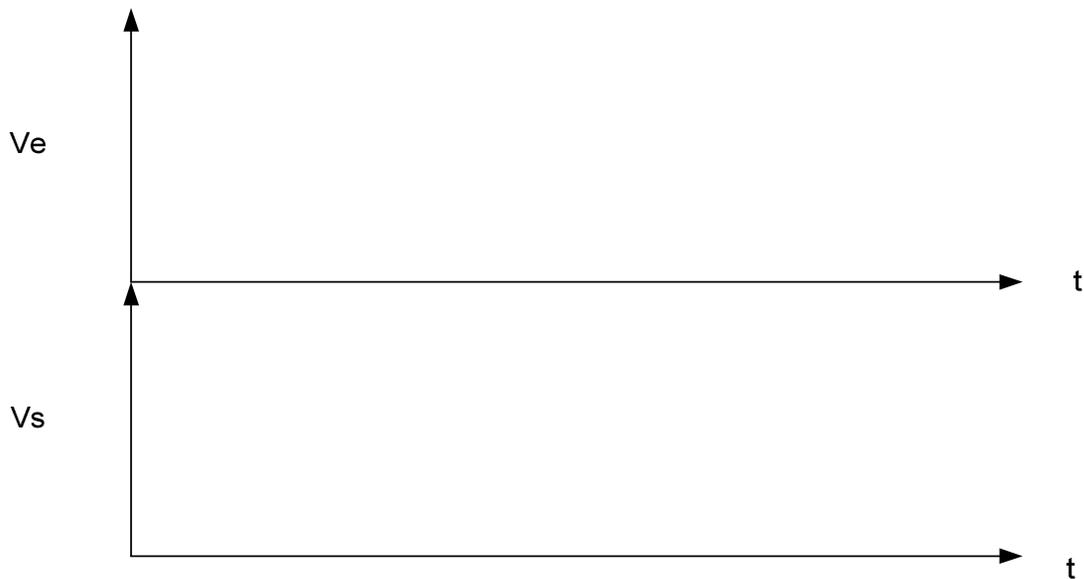


FIGURA 3.100 Formato de señales

4.- Después observamos la histéresis en el osciloscopio y la variamos. Explique el cambio que se da en la gráfica a la hora de variar la histéresis, está dibujándola en la figura 3.101.

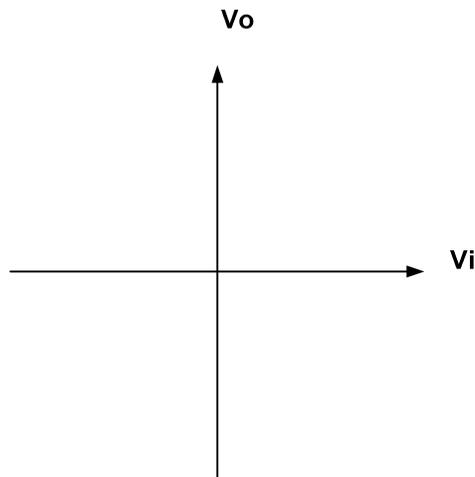


FIGURA 3.101 Formato de señal de histéresis

5.- Luego se cambiarán el capacitor por uno de un valor mayor y posteriormente por uno de un valor menor. Posteriormente se graficará el voltaje tanto de la onda cuadrada de acuerdo a los valores del capacitor usados. El voltaje del capacitor mayor se dibujará en la figura 3.102 y la del capacitor menor en la figura 3.103.

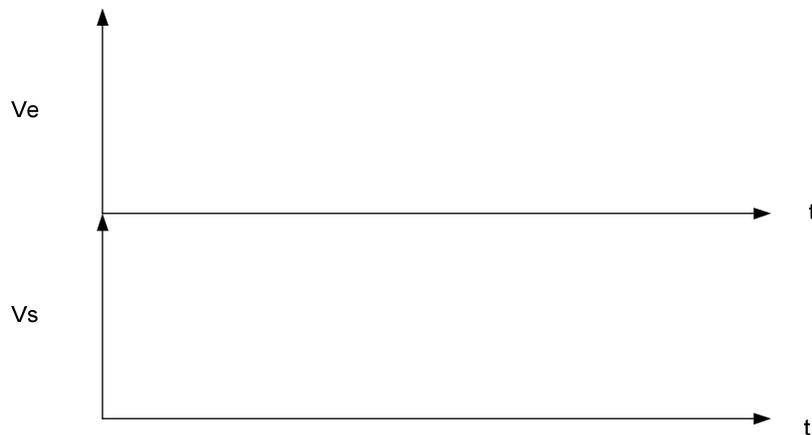


FIGURA 3.102 Formato de señales



FIGURA 3.103 Formato de señales

6.- Al cambiar los valores del capacitor, ¿Hay algún cambio en las gráficas?
Explique de manera detallada su respuesta

❖ **REPORTE FINAL**

Conclusiones de la práctica

PRÁCTICA 7: EL AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN

❖ OBJETIVO

Analizar y comprender el funcionamiento del amplificador de instrumentación.

❖ MARCO TEÓRICO

El amplificador de instrumentación es usado para amplificar señales que no tienen una referencia con respecto a tierra, como es el caso de la salida del puente de Wheatstone o un termopar. Por su uso en el mercado existen varios amplificadores de este tipo como el INA 128. En la figura 3.104, se puede apreciar la configuración básica del amplificador de instrumentación. Sin embargo, en esta práctica se va a armar en forma discreta para verificar su funcionamiento en el laboratorio, amplificando señales de DC y AC.

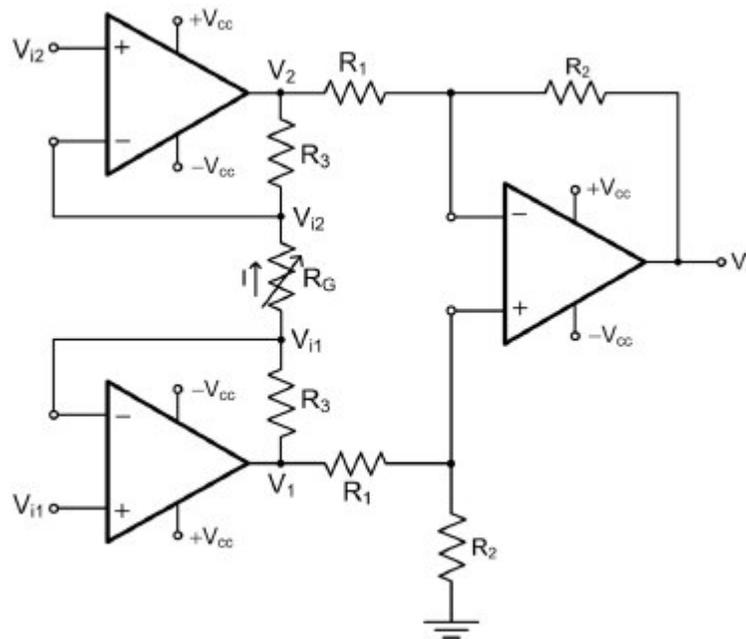


FIGURA 3.104 Amplificador de Instrumentación

La intensidad de corriente I que circula por el circuito en serie $R_3 - R_G - R_3$

$$I = \frac{V_{i1} - V_{i2}}{R_G},$$

Que proporciona una diferencia de potencial $V_{i1} - V_{i2}$ igual a:

$$V_1 - V_2 = \frac{V_{i1} - V_{i2}}{R_G} (2R_3 + R_G) = \left(1 + \frac{2R_3}{R_g}\right) (V_{i1} - V_{i2}).$$

Teniendo en cuenta la ganancia de la etapa de salida, se tiene que:

$$V_o = \frac{R_2}{R_1} (V_1 - V_2) = \frac{R_2}{R_1} \left(1 + \frac{2R_3}{R_G}\right) (V_{i1} - V_{i2}).$$

Observamos que variando la resistencia R_G , que es única, se varía la ganancia fácilmente. Además proporciona resistencia de entrada infinita y resistencia de salida nula.

❖ MATERIAL Y EQUIPO

1.- Descripción del material proporcionado por el alumno. (Figura 3.105)

- 1 amplificador de instrumentación INA128P o equivalente
- 1 protoboard.
- 1 potenciómetro de 50 k Ω

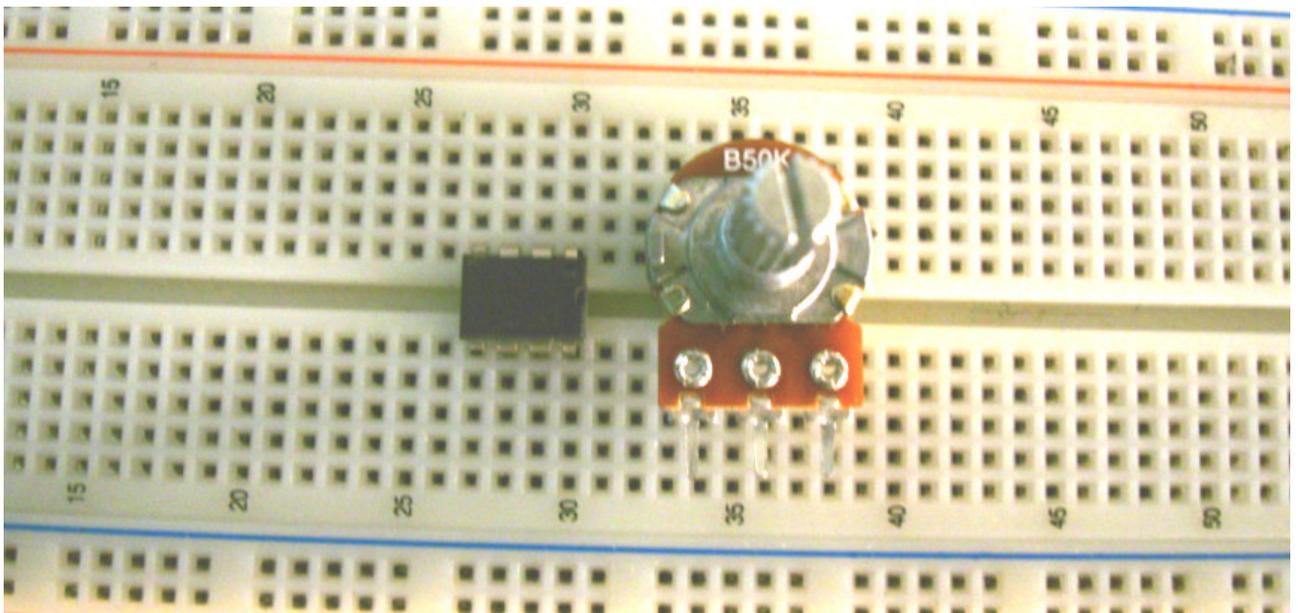


FIGURA 3.105 Material a utilizar

2.- Descripción del equipo proporcionado por el laboratorio (Figura 3.106)

- 1 multímetro con puntas

- 1 fuente de poder
- 1 osciloscopio
- 1 generador de funciones



FIGURA 3.106 Equipo a utilizar

❖ DESARROLLO

1.- De acuerdo a la hoja de datos del INA128P, coloque el potenciómetro en los pines donde esta R_G , o básiese en el circuito de la figura 3.104, que a su vez está basado en la hoja de datos INA128P.

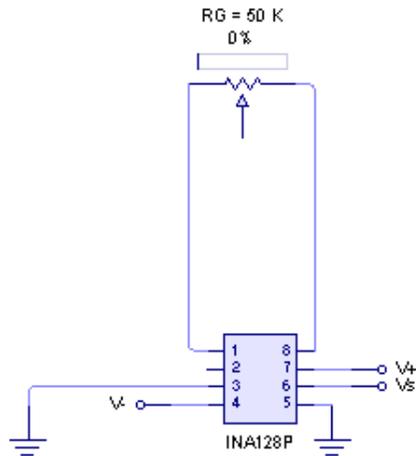


FIGURA 3.107 Circuito del amplificador de instrumentación

2.- Conecte el circuito al generador y al osciloscopio cómo en la figura 3.108.

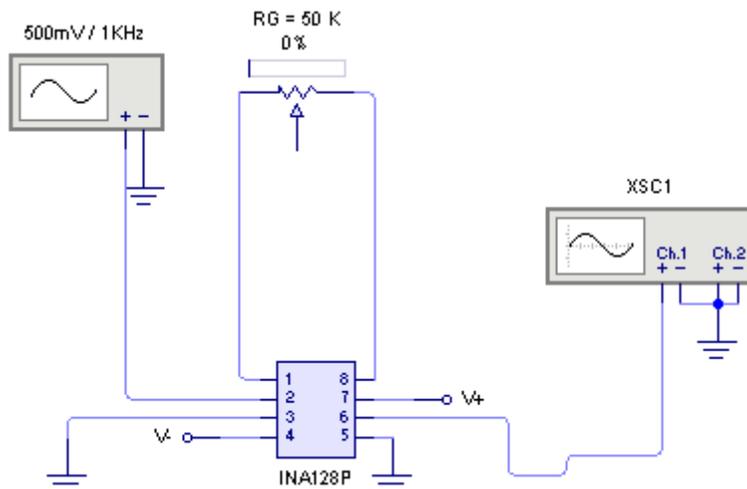


FIGURA 3.108 Circuito del amplificador de instrumentación conectado al equipo.

3.- A una de las entradas (pin 2 o 3) se le aplicará una señal senoidal de 0.5 Vpp a 1 KHz.

4.- El potenciómetro estará ajustado en su valor mínimo posible (casi 0). Observamos el Voltaje de salida y lo anotamos en la tabla 3.8. La ganancia teórica se calcula en la fórmula que viene en su hoja de datos. La ganancia práctica es la relación Voltaje de salida entre Voltaje de entrada. Para poder ver el comportamiento del potenciómetro le conectamos el multímetro.

5.- Repetiremos el procedimiento por lo menos 5 veces. Los valores de R_G (Resistencia de la ganancia ajustada con el potenciómetro) que están en la tabla 3.6 son sugeridos. Puede cambiar los valores intermedios pero tienen que estar incluidos el valor mínimo (aproximadamente cero) y el valor máximo (aproximadamente 50 K Ω).

R_G (Resistencia de la ganancia ajustada con el potenciómetro)	Voltaje de entrada (Ve)	Voltaje de salida (Vs)	Ganancia teórica ($G = (1 + 50 \text{ K}\Omega / R_G)$)	Ganancia práctica (Vs/Ve)	% de error
Resistencia mínima (prácticamente 0 Ω)					
100 Ω					
1 K Ω					
10 K Ω					
Resistencia máxima (prácticamente 50 K Ω)					

TABLA 3.8 Resultados obtenidos vaciados

6.- ¿Por qué no coinciden la ganancia teórica con la ganancia práctica?

REPORTE FINAL

Conclusiones de la práctica

PRÁCTICA 8: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL CÓMO AMPLIFICADOR DE AUDIO

❖ OBJETIVO

Diseñar un amplificador de audio mediante un amplificador operacional.

❖ MARCO TEÓRICO

La función de un amplificador de potencia es elevar la misma desde los niveles de salida de la tierra (nivel de línea, cercano a 1 Volt) hasta la potencia necesaria para excitar la bocina.

El amplificador está presente en prácticamente todas las aplicaciones de sonido y cumple la función primordial de llevar la señal de línea a tensiones muy altas. A pesar de contar con una función aparentemente simple, los modelos de amplificadores presentes en el mercado sorprenden en cantidad y calidad.

Se debe buscar siempre una adecuada relación entre el amplificador utilizado y las bocinas. Así para tener una máxima transferencia de potencia es necesario que la carga (ohm) conectada a la bocina sea igual la impedancia del amplificador.

Si un amplificador es conectado a una carga más baja para la cual está diseñado, este se autoprotegerá (dejando de funcionar, para evitar quemarse).

Por lo tanto no se debe conectar un amplificador a una carga más baja. Por ejemplo, si un amplificador está diseñado para trabajar hasta 4Ω , no se debe de conectar a cargas inferiores a dicho valor, por ejemplo cargas de tan sólo 2Ω .

❖ MATERIAL Y EQUIPO

1.- Descripción del material proporcionado por el alumno (Figura 3.109).

- 1 amplificador operacional LM741CN o equivalente
- 1 protoboard

- 1 resistencia con valor mínimo de 100 Ω .
- 1 capacitor cerámico de 100 nF.
- 1 potenciómetro de 10 k Ω .
- 1 jack de 3.5 mm o 1 conector hembra de plug.
- 1 bocina de 8 Ω .
- 1 embobinado de cable.

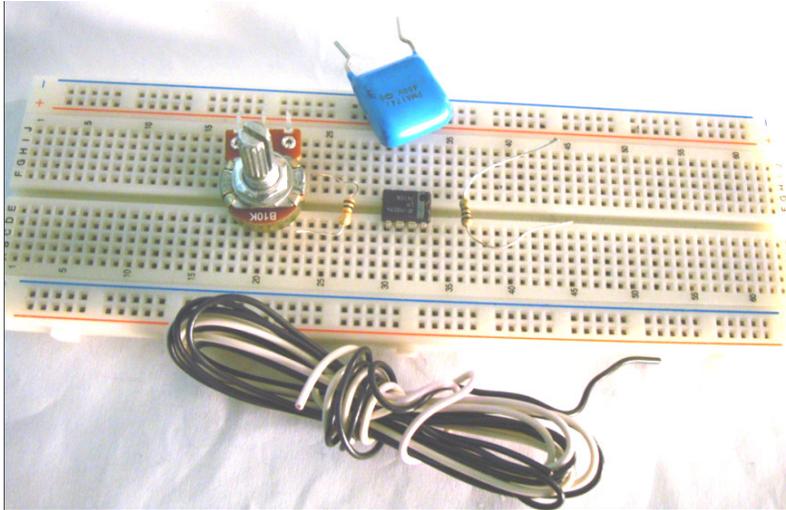


FIGURA 3.109 Material a utilizar

2.- Descripción del equipo proporcionado por el laboratorio (Figura 3.110).

- 1 multímetro con puntas
- 1 fuente de poder
- 1 osciloscopio
- 1 generador de funciones



FIGURA 3.110 Equipo a utilizar

❖ DESARROLLO

1.- Arme el circuito de la figura 3.111. El arreglo que contiene los 2 transistores NPN (Q1 y Q2), el diodo D1 y las 2 resistencias R1 y R2, corresponde a un transistor tipo Darlington, qué es el TIP 120, de acuerdo a la hoja de datos de dicho dispositivo.

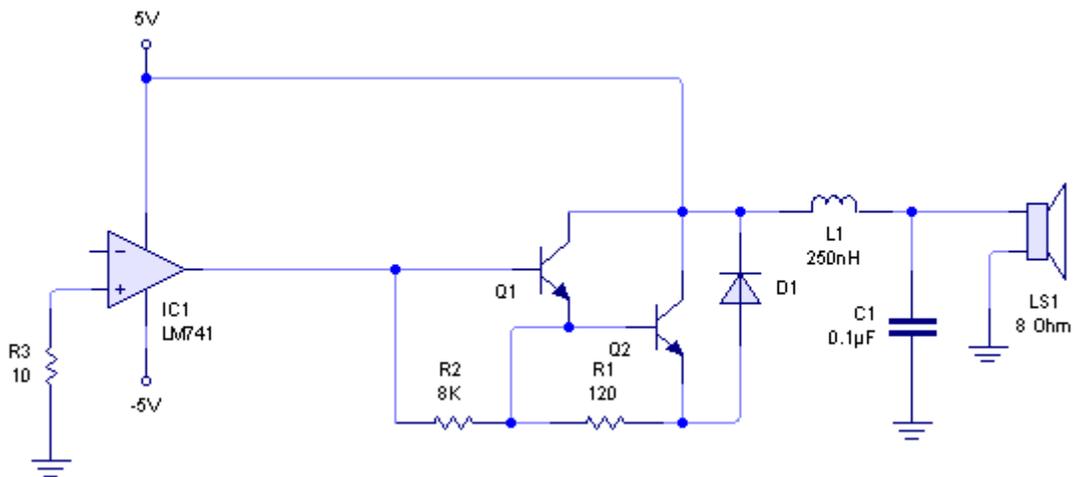


FIGURA 3.111 Circuito amplificador de audio

2.- Enseguida, conecte el circuito al equipo, cómo se muestra en la figura 3.112.

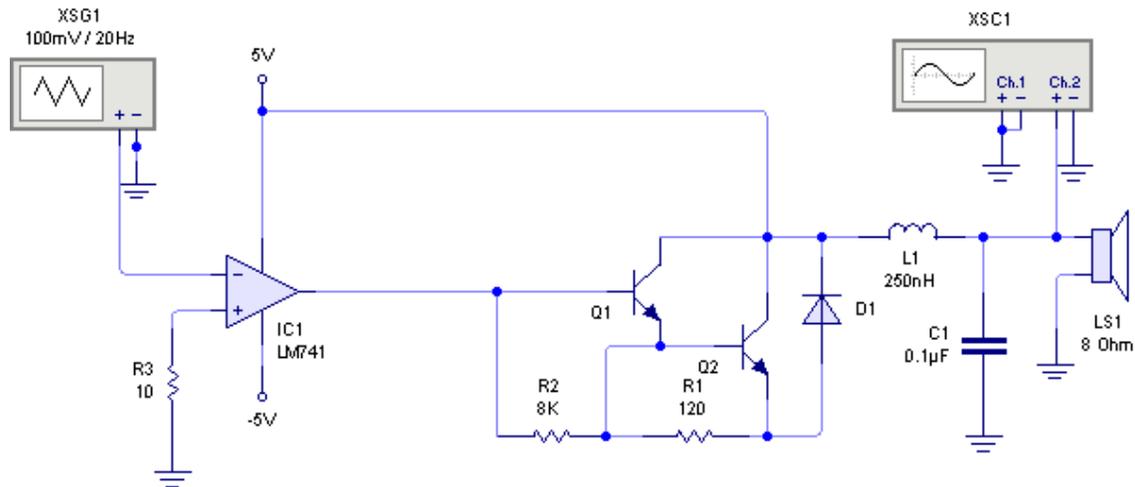


FIGURA 3.107 Circuito amplificador de audio conectado al equipo.

3.- El jack será colocado en la terminal no inversora junto a la resistencia, además ahí será colocado el reproductor. En la terminal inversora se le aplicará con el generador una señal triangular de 100 mVpp a 20 Hz

4.- El amplificador operacional será alimentado a 5V. En el osciloscopio observamos el voltaje de entrada (el del reproductor), y la salida (vemos que está amplificada). Grafique los resultados en la figura 3.113.

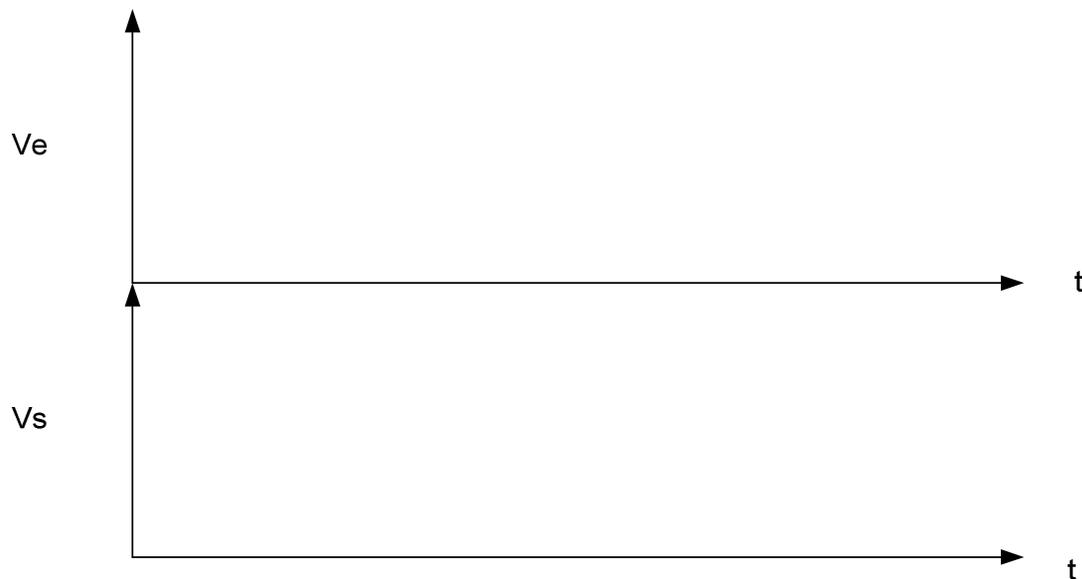


FIGURA 3.108 Formato de señales

5.- Detenga el osciloscopio y calcule la ganancia del amplificador operacional y observe si coincide con el rango establecido de ganancia en la hoja de datos.

6.- Ahora varíe la frecuencia hasta que observe en donde se distorsiona la señal de salida. Grafique los resultados en la figura 3.114.

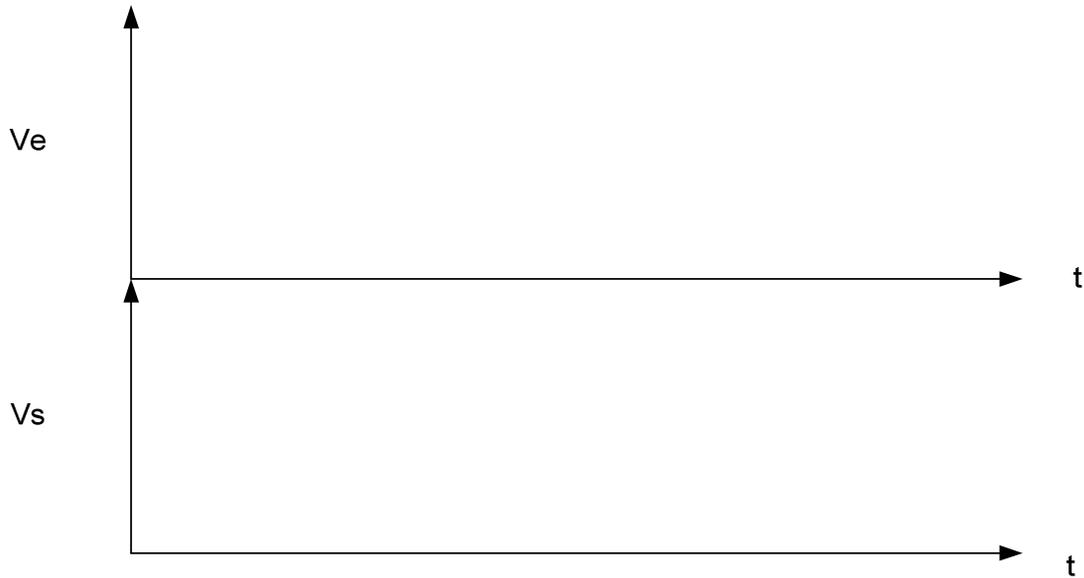


FIGURA 3.114 Formato de señales

7.- Ahora varíe el volumen del reproductor y observe que pasa graficando los resultados en la figura 3.110.



FIGURA 3.115 Formato de señales

8.- Ahora varíe el voltaje de la fuente y observe que pasa graficando los resultados en la figura 3.116.



FIGURA 3.116 Formato de señales

9.- Calcule los valores necesarios de la inductancia y el capacitor para un filtro paso bajas, necesarias para obtener una frecuencia de corte de 200 kHz.

❖ REPORTE FINAL

Conclusiones de la práctica.

CONCLUSIÓN

Podemos concluir que el diseño instruccional es muy importante hoy en día, ya que estamos en una época donde, gracias a las nuevas tecnologías, podemos tener acceso al conocimiento desde cualquier lugar del mundo (sólo basta una computadora con conexión a Internet). Y ese conocimiento en estos tiempos donde todo se hace cada vez más de prisa y todos los avances tanto científicos y tecnológicos son cada vez a mayor velocidad, es necesario tener este material a la mano, más que nada con el tiempo, a diferencia si se hace de manera convencional, buscando por ejemplo en un libro.

En nuestro caso el aporte de las prácticas para laboratorio de la asignatura de electrónica analógica se hizo debido a la falta de un referente que se pueda consultar a la hora del trabajo en el laboratorio. Lo que se pretende es que se mejore tanto en la comprensión de la asignatura para el alumno, y que logre un mejor paralelismo en su aprendizaje al relacionar mejor los conocimientos teóricos con los prácticos.

También se pretende con los profesores que les facilite mejor la enseñanza en el laboratorio, debido a que la mayoría de las ocasiones, ellos tenían que diseñar las prácticas del laboratorio sobre la marcha, lo que se traducía en cierta pérdida de tiempo tanto para el profesor como para el alumno. No se pretende que los profesores dejen de diseñar, pero si facilitarles el trabajo. El alumno no aprenderá al 100% el contenido sólo por consultar estas prácticas y diseñarlas, eso dependerá de él mismo. Lo que se pretende es facilitarle algunas cosas para que ahorre tiempo y sólo vaya al laboratorio a elaborar su respectiva práctica.

Se optó por hacer 8 prácticas para que el alumno asimile mejor los objetivos de la materia y el laboratorio, y así pueda terminarlas todas a lo largo del tiempo disponible en el que éste funcionando el laboratorio.

Podemos agregar también que estas prácticas se plantearon fueran acordes al plan de estudios de la materia, y que fueran fáciles de elaborar e involucraran los conceptos vistos en la clase de teoría.

Simplemente es facilitarle en un porcentaje el trabajo para su aprendizaje.

Gracias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, J. A., y Alberto Block (1990). Planeación escolar y fundamentación de proyectos. México: Editorial Trillas.
- Andrews, D. H. & Ludwika A. Goodson (1991). A Comparative Analysis of Models of Instructional Design. 133-155.
- Bratton, B. (1991). Professional Competencies and Certification in the Instructional Technology Field.
- G. J. Anglin, Instructional Technology. Past, Present, and Future (Ed.). Englewood, Colorado: Libraries Unlimited, 363-367.
- Briggs, L. J. (1973). Manual para el diseño de la instrucción. Buenos Aires: Editorial Guadalupe.
- Chacón, F. J. (1992). El proceso del diseño instruccional. En CREAD, Diseño de cursos, Módulo 2, México: UNAM -The Annenberg Project, 29-136.
- Corrales Díaz, Carlos (1991). Proyectos de comunicación. Una estrategia en la práctica profesional de comunicación. Guadalajara, Jal., México: Huella, Cuadernos de Divulgación Académica- ITESO.
- Dick, W y L. Carey (1976). Diseño sistemático de la instrucción. Bogotá: Ediciones Voluntad.
- Dick, W., Lou Carey y James O. Carey (2001). The Systematic Design of Instruction. U. S. Addison-Wesley Educational Publishers.

- Kaufman, R. A. (1973). Planificación de Sistemas Educativos: ideas básicas concretas. México: Editorial Trillas.
- Mager, R. (1977). Formulación operativa de objetivos didácticos. Madrid: Marova.
- McEntee, Hielen (1988). Comunicación oral: El arte y ciencia de hablar en público. México: Alhambra Universidad.
- Merrill, D., Li, Z. y Jones, M.K. (1990). Second Generation Instructional Design. Educational Technology, 2, pp.7-15.
- Reigeluth, C.M. (1983). Instructional- Design Theories and Models: An overview of their Current Status. Hillsdales, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Rota, J. Las nuevas tecnologías de información: desarrollo, estado actual e implicaciones sociopolíticas y educativas (1986). En CONEICC, Tecnología y comunicación. México: UAM-CONEICC, pp.9-34.
- Tennyson, R. D. (1990) A proposed cognitive paradigm of learning for educational technology, Educational Technology, 1990, XXX, 6, pp.6-19.
- Vygotski, L. S. (1988), El desarrollo de los procesos psicológicos superiores, Grijalbo: Barcelona.
- Ausubel P.D. Psicología Educativa- un punto de vista cognitivo Ed. Trillas, México 1998.
- Barbosa Heldt, Antonio, "Cien Años en la Educación en México", Ed. Pax; México 1989.

- Bouzas, Patricia, Constructivismo de Vigotsky, Ed. Longseller, mayo de 2004.
- Brenda Vergel, Diseño Instruccional y Teoría del Aprendizaje, Canadá, mayo de 1998(biblioteca en línea).
- Chadwick, B.C., Teorías del Aprendizaje para el Docente, Universitaria, Santiago de Chile, 1994.
- De la Guardiania, G. (1997), "Teoría y práctica de los medios de enseñanza, La Habana, Ed. Pueblo y Educación.
- González Cuevas, Oscar M. Impacto de la tecnología moderna en la Educación. Revista de la Educación superior No. 104.1999 PPU.
- Gros, B. Aprender mediante el ordenador. Posibilidades pedagógicas de la informática en la Escuela. Barcelona, 1999 PPU.
- Mg. Hendry Luzardo, Modelos de Diseño Instruccional.
- Oshea T. Self j. (1998), "Enseñanza y aprendizaje con ordenadores", La Habana, Editorial Científico- Técnica.
- Saad D.E. y Pacheco, P.D. Taller de Diseño Instruccional, ILCE, Mexico1997.
- Tejedor, F.J., Garcia-Valcarcel, Ana. Perspectivas de las nuevas tecnologías en la educación.1996, Ediciones Narcea.
- Vygotsky, L.S. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona. Critica.

- Beyond constructivism – contextualism. [On-line]. Available: <http://tiger.coe.missouri.edu/>
- Rodolfo Peón Aguirre, Programa de Educación Continua, Abierta y a Distancia de la Universidad de Sonora. www.educadis.uson.mx
- “Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales”. Robert F. Coughlin; Frederick F. Driscoll. Edit. Prentice Hall Hispanoamericana, 1999.
- “Electrónica Analógica”. Santiago Olvera Peralta. Edit. Paraninfo, 1999.
- LM324 Datasheet, National Instruments.
- LM741 Datasheet, National Instruments
- Software utilizado para los circuitos, Livewire:
<http://deskargasss.blogspot.mx/2012/10/livewire-pcb-wizard-con-manual-de-uso.html>
- <http://redes1ao.blogspot.mx/2010/07/amplificadores-operacional.html>
- <http://www.uhu.es/adoracion.hermoso/Documentos/Tema-4-AmpliOperc.pdf>

ANEXO

PREVIO DE LA PRÁCTICA 1: INTRODUCCIÓN AL AMPLIFICADOR OPERACIONAL

- 1.- Defina que es un amplificador operacional y en qué aplicaciones se utiliza:**
- 2.- Mencione algunas características ideales del amplificador operacional y explíquelas brevemente.**
- 3.- Haga la descripción de los pines de un amplificador operacional de propósito general (741 de 8 pines) y dibuje su diagrama y su respectivo encapsulado.**
- 4.- Defina el concepto de ganancia en un amplificador operacional.**
- 5.- Explique la forma de alimentación del amplificador operacional 741.**
- 6.- Dibuje el diagrama de cómo está compuesto internamente el amplificador operacional 741 y explique de manera breve su funcionamiento.**
- 7.- En un amplificador operacional explique la importancia del voltaje offset de salida.**

***PREVIO DE LA PRÁCTICA 2: GANANCIA AJUSTABLE EN UN
AMPLIFICADOR OPERACIONAL***

- 1.- En un amplificador operacional, ¿qué es la ganancia de lazo abierto?
- 2.- Defina el concepto de ancho de banda en un amplificador operacional y explique cómo se calcula.
- 3.- Dibuje y explique la gráfica de frecuencia vs ganancia en un amplificador operacional.
- 4.- Escriba la ecuación de un amplificador operacional inversor y desarróllela.
- 5.- Escriba la ecuación de un amplificador operacional no inversor y desarróllela.

**PREVIO DE LA PRÁCTICA 3: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL
EN CIRCUITOS MATEMÁTICOS (SUMADOR INVERSOR,
SUMADOR NO INVERSOR Y RESTADOR)**

1.- Escriba y desarrolle la fórmula del amplificador operacional como sumador inversor.

2.- Escriba y desarrolle la fórmula del amplificador operacional como sumador no inversor.

3.- Escriba y desarrolle la fórmula del amplificador operacional como restador.

4.- Calcule el voltaje de salida de un amplificador sumador inversor para los siguientes valores de voltajes y resistores con $R_f = 1 \text{ M}\Omega$.

$$V_1 = +1 \text{ V}, V_2 = +2 \text{ V}, V_3 = +3 \text{ V}, R_1 = 500 \text{ k}\Omega, R_2 = 1 \text{ M}\Omega, R_3 = 1 \text{ M}\Omega.$$

5.- Calcule el voltaje de salida de un amplificador sumador no inversor para los siguientes valores de voltajes y resistores $R_f = 1 \text{ M}\Omega$ y $R_i = 100 \text{ k}\Omega$. $V_1 = +1 \text{ V}$, $V_2 = +2 \text{ V}$, $V_3 = +3 \text{ V}$, $R_1 = 500 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_3 = 1 \text{ M}\Omega$.

6.- Determine la salida del circuito de la siguiente figura con resistores $R_f = 1 \text{ M}\Omega$, $R_1 = 1000 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 50 \text{ k}\Omega$, y $R_3 = 500 \text{ k}\Omega$. $V_1 = +1 \text{ V}$, $V_2 = +2 \text{ V}$, $V_3 = +3 \text{ V}$, $R_1 = 500 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$, $R_3 = 1 \text{ M}\Omega$.

PREVIO DE LA PRÁCTICA 4: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL EN CIRCUITOS MATEMÁTICOS (DERIVADOR E INTEGRADOR)

- 1.- Escriba la fórmula del amplificador operacional integrador y desarrolle su fórmula mediante funciones de transferencia.
- 2.- Escriba la fórmula del amplificador operacional derivador y desarrolle su fórmula mediante funciones de transferencia.
- 3.- Calcule el voltaje de salida de la figura 4.1.

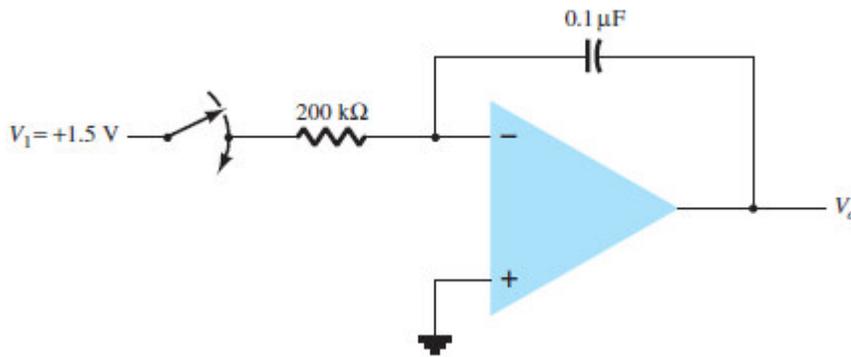


Figura 4.1 Ejemplo de circuito integrador básico

- 4.- Con los mismos valores basándose en la figura 4.1, ahora hágalo como un circuito derivador.

***PREVIO DE LA PRÁCTICA 5: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL
COMO COMPARADOR DE HISTÉRESIS***

- 1.- Defina qué es un comparador.
- 2.- Defina qué es la histéresis.
- 3.- Defina qué es un comparador con histéresis.
- 4.- Desarrolle la fórmula de un comparador de histéresis no inversor.
- 5.- Desarrolle la fórmula de un comparador de histéresis inversor.
- 6.- Diseñe un circuito comparador de histéresis no inversor para un voltaje de umbral superior de 10 V, un voltaje de umbral inferior de 6 V, una proporción de las resistencias de 6.8 Ω . Con estos datos usted calculará el Voltaje de referencia.
- 7.- Diseñe un circuito comparador de histéresis inversor para un voltaje de umbral superior de 10 V, un voltaje de umbral inferior de 6 V, una proporción de las resistencias de 6.8 Ω . Con estos datos usted calculará el Voltaje de referencia.

PREVIO DE LA PRÁCTICA 6: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL CÓMO OSCILADOR

- 1.- Defina qué es un oscilador y cómo se clasifica.**
- 2.- Mencione las principales características de funcionamiento de un oscilador y en qué tipo de retroalimentación funcionan.**
- 3.- Describa cómo es un generador de onda cuadrada, desarrollando su fórmula, además explique su ciclo de histéresis.**
- 4.- Describa cómo se obtiene un generador de onda triangular mediante un generador de onda cuadrada.**
- 5.- Describa cómo funciona el generador de puente de Wien.**

PREVIO DE LA PRÁCTICA 7: EL AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN

- 1.- Defina cómo se conforma un amplificador de instrumentación.
- 2.- Mencione las principales características de un amplificador de instrumentación.
- 3.- Escriba, deduciendo, la fórmula del amplificador de instrumentación.
- 4.- Menciona las principales aplicaciones del amplificador de instrumentación.

***PREVIO DE LA PRÁCTICA 8: EL AMPLIFICADOR OPERACIONAL
CÓMO AMPLIFICADOR DE AUDIO***

- 1.- Defina cómo funciona un amplificador de audio.
- 2.- Describa la clasificación de los amplificadores de audio.
- 3.- Defina qué es un altavoz.
- 4.- Defina qué es la máxima transferencia de potencia.
- 5.- Dibuje la gráfica de la impedancia nominal de un amplificador de audio.