

|                                   |                             |                                                                                                |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Especialista en contenido:</b> | <b>ING. JOSÉ LUIS NAVAS</b> | <b>AUTORIZADO POR</b><br><b>VICE RECTORADO ACADÉMICO</b><br><br><br><br><b>(FIRMA Y SELLO)</b> |
| <b>Fecha de elaboración:</b>      | <b>MARZO, 1993</b>          |                                                                                                |
| <b>Elaborado por:</b>             | <b>ING. JOSÉ LUIS NAVAS</b> |                                                                                                |

## **DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA**

El programa consta de siete (7) unidades que tratan sobre el análisis y diseño de circuitos que utilizan circuitos integrados lineales (CIL):

1. Circuitos Integrados: Amplificadores Operacionales
2. Amplificadores Operacionales Ideales
3. Amplificadores Operacionales Prácticos
4. Características de la Respuesta en Frecuencia
5. Retroalimentación y Estabilidad
6. Filtros Activos

## **MODALIDAD Y ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA**

La clase teórica-práctica estará basada en el libro de texto seleccionado.

El profesor para hacer más dinámica su clase, se apoyará en medios audiovisuales, tales como: Transparencias, diapositivas, películas, programas de computadora etc.

La evaluación teórica se hará mediante exámenes escritos.

El laboratorio integrado será evaluado mediante exámenes cortos e informes por grupos de prácticas afines.

## **ESTRATEGIA DE ESTUDIO**

El alumno deberá prestar su mayor atención a la clase teórica-práctica del profesor, y revisará el libro de texto con la finalidad de ahondar en detalles o clarificar cualquier duda.

El estudiante se apoyará en la bibliografía recomendada para analizar ejercicios o resolver problemas de aplicación.

## **OBJETIVO TERMINAL DE LA ENSEÑANZA**

Al finalizar el curso, el estudiante estará en conocimiento de la operación, características y parámetros de los circuitos integrados lineales; ideales y prácticos, siendo capaz de analizar y diseñar circuitos específicos.

| UNIDAD I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CIRCUITOS INTEGRADOS: AMPLIFICADORES OPERACIONALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | AL FINALIZAR LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS INTERNAS DEL AMPLIFICADOR OPERACIONAL (amp-Op) |
| DURACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                    |
| 1 SEMANA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                    |
| EVALUACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                    |
| ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Exposición Oral. Exposición Audio-visual complementaria. Ejercitación Demostrativa.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                    |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                    |
| <ol style="list-style-type: none"><li>Exponer la fabricación de circuitos integrales (CI)</li><li>Analizar el amplificador de diferencia o diferencial</li><li>Explorar métodos alternativos de simular una fuente de corriente constante</li><li>Analizar la configuración casco de básica</li><li>Describir de manera breve la construcción interna del circuito integrado lineal (CIL) 741</li></ol> |                                                                                                                                    |
| CONTENIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                    |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Introducción</li><li>1.2. Fabricación e CI</li><li>1.3. Amplificadores de diferencia</li><li>1.4. Fuentes de corriente, cargas activas y trasladores de nivel</li><li>1.5. Configuración Cascode</li><li>1.6. Empaquetados de los Amp-0ps</li><li>1.7. El Amp – Op 741</li></ol>                                                                             |                                                                                                                                    |

| UNIDAD II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AMPLIFICADORES OPERACIONALES IDEALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | AL TÉRMINO DE LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CONOCIMIENTO DE LA TEORÍA Y APLICACIONES DE LOS Amp – Ops IDEALES. |
| DURACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |                                                                                                                     |
| 2 SEMANAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                     |
| EVALUACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                     |
| 20%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                                                                                                                     |
| ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Exposición Oral. Exposición Audio-visual complementaria. Ejercitación Demostrativa</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                     |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                     |
| <ol style="list-style-type: none"><li>Presentar los fundamentos de los Amp – Ops ideales</li><li>Aplicar un método de sistemas para encontrar las funciones de las transferencias de los Amplificadores inversor y no inversor.</li><li>Calcular la resistencia de entrada de un circuito Amp-Op con retroalimentación.</li><li>Analizar una configuración más general que la no inversora.</li><li>Diseñar circuitos con Amp-Op utilizando una técnica especial.</li><li>Investigar algunas aplicaciones adicionales importantes del Amp-Op.</li></ol> |  |                                                                                                                     |
| CONTENIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  |                                                                                                                     |
| <ol style="list-style-type: none"><li>2.1. Introducción</li><li>2.2. Amp-Ops ideales</li><li>2.3. El Amplificador inverso</li><li>2.4. El Amplificador no inverso</li><li>2.5. Resistencia de entrada de un circuito Amp – Op con retroalimentación.</li><li>2.6. Entradas combinadas invertidas y no invertidas</li><li>2.7. Diseño de Circuitos con Amp – Op</li><li>2.8. Otras aplicaciones del Amp - Op</li></ol>                                                                                                                                   |  |                                                                                                                     |

| UNIDAD III                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  | OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AMPLIFICADORES OPERACIONALES PRÁCTICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  | AL FINALIZAR LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CONOCIMIENTO DE LA TEORÍA Y APLICACIONES DE LOS Amp – Ops PRÁCTICOS. |
| DURACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                                                                                                                      |
| 2 ½ SEMANAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |                                                                                                                      |
| EVALUACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                      |
| ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                                                                                                                      |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Exposición Oral. Exposición Audio-visual complementaria. Ejercitación Demostrativa</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |                                                                                                                      |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                      |
| <ol style="list-style-type: none"><li>Definir los parámetros utilizados para describir los Amp – Ops prácticos.</li><li>Presentar una versión modificada del modelo ideal del Amp – Op</li><li>Analizar los amplificadores no inversor e inversor utilizando el modelo práctico del Amp – Op</li><li>Configurar un sumador diferencial con Amp-Op práctico.</li><li>Analizar el Amp-Op 101 como amplificador no inversor e inversor</li><li>Diseñar amplificadores multietapas de acuerdo a ciertas especificaciones fundamentales de los Amp – Ops.</li><li>Analizar un método de cancelar los desplazamientos de entrada mediante la configuración en cascada de dos Amp – Ops.</li></ol> |  |                                                                                                                      |
| CONTENIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |                                                                                                                      |
| <ol style="list-style-type: none"><li>Introducción</li><li>Amp – Ops prácticos</li><li>Modelo mejorado para el Amp – Op</li><li>Amplificador no inversor</li><li>Amplificador inversor</li><li>Suma Diferencial</li><li>Amplificador 101</li><li>Diseño de Amplificadores utilizando varios Amp –Ops</li><li>Amplificadores con entradas y salidas balanceadas</li><li>Acoplamiento entre entradas múltiples</li><li>Amplificadores de audio</li></ol>                                                                                                                                                                                                                                      |  |                                                                                                                      |

| UNIDAD IV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | AL TÉRMINO DE LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN LA CAPACIDAD DE ANALIZAR LA RESPUESTA EN FRECUENCIA DE LOS AMPLIFICADORES A BJT, FET o Amp-Op, EN BAJA Y ALTA FRECUENCIA |
| DURACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                           |
| 2 ½ SEMANAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                           |
| EVALUACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                           |
| 20%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                           |
| ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Exposición Oral. Exposición Audio-visual complementaria. Ejercitación Demostrativa</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                           |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                           |
| <ol style="list-style-type: none"><li>Medir el comportamiento de un sistema dependiente de la frecuencia mediante las gráficas en frecuencia de la amplitud y la fase.</li><li>Aplicar los conceptos de diagramas de Bode al análisis en frecuencia de circuitos con Amp- Op.</li><li>Analizar la respuesta en baja frecuencia de amplificadores a BJT o FET.</li><li>Analizar la respuesta en alta frecuencia de amplificadores BJT o FET</li><li>Analizar la respuesta en frecuencia del amplificador cascode.</li></ol> |                                                                                                                                                                           |
| CONTENIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                           |
| <ol style="list-style-type: none"><li>Introducción</li><li>Diagrama de Bode</li><li>Respuesta en frecuencia del Amp – Op</li><li>Respuesta en baja frecuencia: BJT</li><li>Respuesta en Baja frecuencia. Amplificadores con BJT</li><li>Respuesta en alta frecuencia. Amplificadores con BJT</li><li>Respuesta en alta frecuencia. FET</li><li>Amplificador Cascode</li><li>Diseño de amplificadores en alta frecuencia</li><li>Observaciones finales</li></ol>                                                            |                                                                                                                                                                           |

| UNIDAD V                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| RETROALIMENTACIÓN Y ESTABILIDAD                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                             |
| DURACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             |
| 4 SEMANAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                             |
| EVALUACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                             |
| 20%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                             |
| ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                             |
| Exposición Oral. Exposición Audio-Visual Complementaria. Ejercitación demostrativa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                             |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                             |
| <div>1. Presentar el modelo matemático de un sistema retroalimentado</div> <div>2. Detallar las características eléctricas de cada uno de los cuatro (4) tipos de retroalimentación.</div> <div>3. Analizar el desempeño de un amplificador de número impar de etapas.</div> <div>4. Analizar ejemplos de retroalimentación tanto de tensión como de corriente.</div> <div>5. Obtener el factor de atenuación por retroalimentación de los amplificadores inversor y no inversor.</div> <div>6. Investigar la estabilidad de un amplificador retroalimentado mediante las gráficas de Bode.</div> <div>7. Examinar la estabilidad de un amplificador de polo simple y de dos (2) polos.</div> <div>8. Diseñar redes de compensación.</div> <div>9. Analizar algunos generadores de forma de onda.</div> |                             |
| CONTENIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                             |
| <div>5.1. Introducción</div> <div>5.2. Consideraciones e retroalimentación en amplificadores</div> <div>5.3. Tipos de retroalimentación</div> <div>5.4. Amplificadores retroalimentados</div> <div>5.5. Amplificadores multietapa con retroalimentación</div> <div>5.6. Retroalimentación en Amp – Ops</div> <div>5.7. Estabilidad de amplificadores retroalimentados</div> <div>5.8. Respuesta en frecuencia. Amplificador retroalimentado</div> <div>5.9. Diseño de un amplificador de tres polos con igualador de adelanto</div> <div>5.10. Igualador por retardo en fase</div> <div>5.11. Efectos de cargas capacitivas</div> <div>5.12. Osciladores</div>                                                                                                                                          |                             |

| UNIDAD VI                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CIRCUITOS NO LINEALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | AL TERMINO DE LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CAPACIDAD DE ANALIZAR Y DISEÑAR ALGUNAS APLICACIONES NO LINEALES DEL Amp - Op |
| DURACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                |
| 1 SEMANA                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                |
| EVALUACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                |
| ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Exposición Oral. Exposición Audio-Visual Complementaria. Ejercitación demostrativa.</li></ul>                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                |
| <ol style="list-style-type: none"><li>Analizar varis configuraciones no lineales que combinan diodos y Amp –Op</li><li>Analizar algunos circuitos con retroalimentación positiva</li><li>Describir de manera breve la construcción interna del CI 555</li><li>Analizar las dos aplicaciones básicas del 555</li></ol> |                                                                                                                                |
| CONTENIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                |
| <ol style="list-style-type: none"><li>6.1. Introducción</li><li>6.2. Rectificadores</li><li>6.3. Comparadores</li><li>6.4. Limitadores retroalimentados</li><li>6.5. Disparadores Schmih</li><li>6.6. Otras aplicaciones no lineales</li><li>6.7. El temporizador 555</li></ol>                                       |                                                                                                                                |

| UNIDAD VII                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | OBJETIVO TERMINAL DE UNIDAD                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| FILTROS ACTIVOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | AL FINALIZAR LA UNIDAD, EL ESTUDIANTE ESTARÁ EN CAPACIDAD DE ANALIZAR Y DISEÑAR FILTROS ACTIVOS. |
| DURACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                  |
| 3 SEMANAS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                  |
| EVALUACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  |
| 20%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                  |
| ESTRATEGIA DE INSTRUCCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                  |
| <ul style="list-style-type: none"><li>Exposición Oral. Exposición Audio-Visual Complementaria. Ejercitación demostrativa.</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                  |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                  |
| <ol style="list-style-type: none"><li>Analizar un circuito RC como derivador o integrador</li><li>Sintetizar redes RC prácticas a partir de la función de transferencia de un circuito que incluya un Amp – Op.</li><li>Analizar los diferentes tipos de filtros activos de primero y segundo orden que utilizan uno o dos Amp – Ops</li><li>Examinar la teoría de los filtros analógicos clásicos</li><li>Diseñar filtros activos de Butter Worth y Chebyshev</li><li>Analizar el funcionamiento de un filtro activo integrado.</li></ol> |                                                                                                  |
| CONTENIDOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                  |
| <ol style="list-style-type: none"><li>Introducción</li><li>Integradores y derivadores</li><li>Diseño de redes activas</li><li>Filtros activos</li><li>Amplificadores e tipo general con un solo amplificador</li><li>Filtros de segundo orden con un solo amplificador</li><li>Filtros analógicos clásicos</li><li>Transformaciones</li><li>Procedimiento de diseño para filtros de Butter Worth y Chebyshev</li><li>Filtros en circuitos integrados</li><li>Conclusiones</li></ol>                                                        |                                                                                                  |

## BIBLIOGRAFÍA

### Libro Texto:

Savant, Roden, M.S. y Carpenter, G.L. (1992) Diseño Electrónico. Circuitos y Sistemas. Segunda Edición, Addison – Wesley Iberoamericana.

### Libros de Consulta:

Berlin, Howard M. (1984). Desing of OP-AMP Circuits, With Experimentes. First Edition. Howar W., Sams &CO., INC.

Boylestad, Robert y Nashelsky, Louis (1989). Electrónica, Teoría de Circuitos. Cuarta Edición. Prentice Hall Hispanoamericana S.A.

Faul Kenberry, Lucas M. (1990). Introducción a los Amplificadores Operacionales con Aplicaciones a CI Lineales. Segunda Edición. Limusa – Noriega.

Malvino Albert (1991). Principios de Electrónica. Cuarta Edición. McGraw-Hill

Millman, Jacob (1981). Micro-electrónica, circuitos y Sistemas Analógicos y Digitales. Editorial Hispano – Europea, S.A.

Pertenence, Antonio (1991). Amplificadores Operacionales y Filtros Activos. Tercera Edición. McGraw-Hill

Schilling, Donald y Belove, Charles. Circuitos Electrónicos, Discretos e Integrados. Segunda Edición Marcombo, S.A.

Sedra, Adez y Smith, Kenneth (1989). Dispositivos Electrónicos y Amplificación de Señales. Promera Edición McGraw-Hill.

Williams, Arthur B. (1989). Amplificadores Operacionales, Circuitos de Función y Diseño de Filtros Activos Mediante Amplificadores Operacionales. Primera Edición Mc Graw-Hill.

---

\_\_\_\_\_. Circuitos de Telecomunicación, Lazos de Amarre por Fase, Circuitos de Temporización, Circuitos Integrados para el Manejo de Potencia. Primera Edición. Mc Graw-Hill.

Van Valkenburg, M.E. (1982). Analog Filter Desing. Holt – Saunders International Editions.