



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

595022328 - Electronica De Comunicaciones I

### PLAN DE ESTUDIOS

59TL - Grado En Ingeniería Telemática

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

|  |    |
|--|----|
| 1. Datos descriptivos.....                       | 1  |
| 2. Profesorado.....                              | 1  |
| 3. Requisitos previos obligatorios.....          | 2  |
| 4. Conocimientos previos recomendados.....       | 2  |
| 5. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 3  |
| 6. Descripción de la asignatura y temario.....   | 4  |
| 7. Cronograma.....                               | 6  |
| 8. Actividades y criterios de evaluación.....    | 8  |
| 9. Recursos didácticos.....                      | 10 |
| 10. Otra información.....                        | 12 |

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la asignatura</b>             | 595022328 - Electronica de Comunicaciones I                                |
| <b>No de créditos</b>                      | 6 ECTS   |
| <b>Carácter</b>                            | Optativa   |
| <b>Curso</b>                               | Tercero curso  |
| <b>Semestre</b>                            | Quinto semestre  |
| <b>Período de impartición</b>              | Septiembre-Enero   |
| <b>Idioma de impartición</b>               | Castellano   |
| <b>Titulación</b>                          | 59TL - Grado en Ingeniería Telemática                                      |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | 59 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicación |
| <b>Curso académico</b>                     | 2022-23  |

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                                  | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b>     | <b>Horario de tutorías</b><br>* |
|--|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Jose Manuel Pardo Martin                       |                 | josemanuel.pardo@upm.es       | Sin horario.                    |
| Fco. Javier Ortega Gonzalez<br>(Coordinador/a) | D8412           | franciscojavier.ortega@upm.es | Sin horario.                    |
| Carlos Cortes Alcala                           | D8416           | carlos.cortes@upm.es          | Sin horario.                    |
| Jose Luis Jimenez Martin                       | D8415           | joseluis.jimenez@upm.es       | Sin horario.                    |

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Requisitos previos obligatorios

---

### 3.1. Asignaturas previas requeridas para cursar la asignatura

- Electronica Analogica
- Electronica Analogica I

### 3.2. Otros requisitos previos para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado En Ingeniería Telemática no tiene definidos requisitos para esta asignatura.

## 4. Conocimientos previos recomendados

---

### 4.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Grado en Ingeniería Telemática no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 4.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimiento de las técnicas básicas de polarización de transistores bipolares y FET.
- Conocimiento de las características de las topologías básicas de amplificadores transistorizados.
- Resolución de ecuaciones diferenciales ordiarias
- Funcionamiento básico de dispositivos semiconductores activos transistores bipolares y FET.
- Transformación en el dominio de Laplace
- Comportamiento de componentes pasivos con la frecuencia

## 5. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 5.1. Competencias

CE SC03 - Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.

CE SC04 - Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.

CE TEL01 - Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

CE TEL02 - Capacidad de utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.

CE TEL03 - Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.

CG 02 - Capacidad de búsqueda y selección de información, de razonamiento crítico y de elaboración y defensa de argumentos dentro del área.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

CG 05 - Capacidad de trabajo en equipo y en entornos multidisciplinares.

CG 09 - Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

CG 10 - Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normativas y la aplicación de las mismas en el desarrollo de la profesión.

CG 11 - Habilidades para la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

## 5.2. Resultados del aprendizaje

RA232 - Se concretarán para cada asignatura optativa o para la realización de prácticas en empresas.

## 6. Descripción de la asignatura y temario

---

### 6.1. Descripción de la asignatura

1. El propósito que anima a esta asignatura es el de servir de introducción al alumno en el mundo de la generación de señales de alta frecuencia y elevada estabilidad. Dichas señales don las base para obtener la portadora sobre la que se sustentará la información que se desea transmitir en todo sistema de comunicaciones. Se estudiará en detalle el análisis y diseño de diferentes circuitos osciladores que emplean resonadores convencionales formados por elementos pasivos como resistencias, bobinas y condensadores y resonadores basados en el efecto piezoeléctrico. Tomando como base lo aprendido hasta ese momento se pasará a estudiar seguidamente las diferentes técnicas de circuitos sintetizadores de frecuencia, haciendo especial hincapié en el análisis de los sintetizadores indirectos que se fundamentan en el uso exhaustivo del denominado Lazo Enganchado en Fase (PLL en terminología anglosajona). Dada su relevante importancia en el ámbito de la electrónica de comunicaciones (así como en otros campos diversos) se realizará un estudio detallado del PLL y de la forma de aplicarlo en síntesis de frecuencia.
2. El desarrollo de este contenido está condicionado fuertemente a la propia dinámica de impartición de las clases. Lo que determinará la mayor o menor extensión real en el tiempo dedicado a cada materia objeto de estudio. En este sentido, la descripción de contenido realizada debe considerarse en sentido relajado, pudiéndose incluir o excluir determinados temas el hilo de la evolución real de la asignatura tanto en el aula como en las prácticas de laboratorio.
3. Asimismo, la realización de pruebas parciales vendrá condicionada por el desarrollo de la asignatura, pudiendo (en su caso), ser parcialmente suprimidas si las condiciones operativas así lo requirieran,

## 6.2. Temario de la asignatura

1. Introducción al estudio de los osciladores.
  - 1.1. Definiciones.
  - 1.2. Topologías y principios de funcionamiento.
  - 1.3. Regímenes de funcionamiento - Condiciones de Barkhausen.
  - 1.4. Metodologías de diseño.
  - 1.5. Clasificación.
2. Osciladores autocontrolados LC.
  - 2.1. Topologías.
  - 2.2. Métodos de diseño.
  - 2.3. Ejemplo de diseño.
  - 2.4. Osciladores de frecuencia variables. VCO.
3. Osciladores a cristal.
  - 3.1. Fundamentos de la piezoelectricidad.
  - 3.2. Circuito eléctrico equivalente de un cristal piezoeléctrico.
  - 3.3. Modos de resonancia.
  - 3.4. Familias de osciladores a cristal- Identificación del modo de funcionamiento.
  - 3.5. Ajuste de un oscilador a cristal..
4. Sintetizadores directos analógicos de frecuencia.
  - 4.1. Definiciones.
  - 4.2. Topologías básicas.
5. Sintetizadores Indirectos analógicos de Frecuencia. El Lazo Enganchado en Fase (PLL)
  - 5.1. Topología y ecuaciones básicas de funcionamiento de un PLL.
  - 5.2. Criterios de clasificación.
  - 5.3. Filtros paso bajo para PLL y Sintetizadores Indirectos de Frecuencia.
  - 5.4. Comparadores de fase / frecuencia para PLL y Sintetizadores Indirectos de Frecuencia.
  - 5.5. Topologías de Sintetizadores Indirectos de Frecuencia.
  - 5.6. Introducción a los Sintetizadores Indirectos Fraccionales de Frecuencia.

## 7. Cronograma

### 7.1. Cronograma de la asignatura \*

| Sem | Actividad en aula  | Actividad en laboratorio  | Tele-enseñanza   | Actividades de evaluación  |
|-----|--|---|--|--|
| 1   | <b>Tema 1</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 2</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |   | <b>Tema 1</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 2</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |  |
| 2   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |  |
| 3   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 1</b><br>Duración: 02:00<br>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas    | <b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |  |
| 4   | <b>Tema 2</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  | <b>Práctica 1</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Práctica 2</b><br>Duración: 02:00<br>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas   |  |
| 5   | <b>Tema 3</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 1</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 3</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |  |
| 6   | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas  | <b>Práctica 1</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 3</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |  |
| 7   | <b>Tema 4</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 2</b><br>Duración: 02:00<br>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas    | <b>Tema 4</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |  |
| 8   | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 2</b><br>Duración: 02:00<br>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas    | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>1er Examen parcial</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua<br>Presencial<br>Duración: 01:00 |
| 9   | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 2</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |  |
| 10  | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 2</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |  |



|    |   |   |  |   |
|----|---|---|--|---|
| 11 | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Práctica 2</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |   |
| 12 | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  | <b>Práctica 2</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |   |
| 13 | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:00<br>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas |   | <b>Tema 5</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |   |
| 14 |   |   |  | <b>Examen Parcial de Teoría</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua<br>Presencial<br>Duración: 01:00        |
| 15 |   |   |  |   |
| 16 |   |   |  | <b>Examen Final de Teoría</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación sólo prueba final<br>Presencial<br>Duración: 02:00 |
| 17 |   |   |  |   |

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 8. Actividades y criterios de evaluación

### 8.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 8.1.1. Evaluación (progresiva)

| Sem. | Descripción              | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas  |
|------|--------------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 8    | 1er Examen parcial       | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00    | 50%             | 5 / 10      |   |
| 14   | Examen Parcial de Teoría | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00    | 50%             | 5 / 10      | CE TEL02<br>CG 04<br>CG 05<br>CG 10<br>CE SC03<br>CE SC04<br>CE TEL01<br>CE TEL03<br>CG 02<br>CG 09 |

#### 8.1.2. Prueba evaluación global

| Sem | Descripción            | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas  |
|-----|------------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| 16  | Examen Final de Teoría | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:00    | 100%            | 5 / 10      | CE TEL02<br>CG 04<br>CG 05<br>CG 10<br>CE SC03<br>CE SC04<br>CE TEL01<br>CE TEL03<br>CG 02<br>CG 09 |

### 8.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción                           | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas  |
|---------------------------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|---|
| Prueba final de Teoría y Laboratorio. | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 02:45    | 100%            | 5 / 10      | CE TEL02<br>CG 04<br>CG 05<br>CG 10<br>CE SC03<br>CE SC04<br>CE TEL01<br>CE TEL03<br>CG 02<br>CG 09 |

## 8.2. Criterios de evaluación

La evaluación de la asignatura se divide en dos partes: teoría y práctica. La evaluación de la teoría se realizará mediante exámenes parciales y finales, su peso en la nota final será del 70%.

Para liberar esta parte, la nota obtenida debe ser mayor o igual que 5 puntos (sobre 10).

La evaluación de la parte práctica de la asignatura se realizará mediante el seguimiento y verificación de la correcta ejecución de las prácticas encomendadas y la corrección de las memorias entregadas por los alumnos .

El peso de esta parte en la nota final será del 30%, para liberarla la nota obtenida debe ser mayor o igual que 5 puntos (sobre 10).

Es necesario aprobar tanto la teoría como las prácticas para aprobar esta asignatura.

La realización de las prácticas y la asistencia a clase de laboratorio es obligatoria.

## 9. Recursos didácticos

### 9.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre  | Tipo         | Observaciones  |
|---|--------------|--|
| M. Sierra Pérez y otros, Electrónica de Comunicaciones, Pearson Education, 2003     | Bibliografía | Texto en castellano de carácter general sobre<br>diferentes circuitos y sub-sistemas de<br>electrónica de comunicaciones.                            |
| G. González, Foundations of Oscillators Circuit Design, Artech House, 2006          | Bibliografía | Completo texto dedicado al estudio y diseño de<br>todo tipo de osciladores. Escrito por un<br>reconocido autor de electrónica de alta<br>frecuencia. |
| R. Rhea, Oscillator Design and Computer Simulation, McGraw- Hill, 1995              | Bibliografía | Libro de carácter práctico para el diseño de<br>osciladores.   |
| J. Smith, Modern Communication Circuits, McGraw-Hill, 1998                          | Bibliografía | Libro clásico de circuitos y sub-sistemas en<br>electrónica de comunicaciones.   |
| F.M. Gardner, Phaselock Techniques, Wiley, 2005                                     | Bibliografía | Libro de referencia obligada de uno de los<br>padres de los lazos enganchados en fase.   |
| R. Best, Phase Locked Loop ? Design, Simulation and Applications, McGraw-Hill, 2007 | Bibliografía | Texto que combina estudios teóricos con<br>simulaciones software que ayudan a<br>comprender la dinámica de los PLL?s.                                |
| Rohde, Microwave and Wireless Synthesizers ? Analysis and Design, Wiley, 1997       | Bibliografía | Uno de los textos del consagrado autor Rhode<br>dedicado en esta ocasión al estudio y diseño de<br>circuitos sintetizadores                          |

|   |              |  |
|---|--------------|--|
| V. Manassewitsch, Frequency Synthesizers: Theory and Desing, Wiley, 1987    | Bibliografía | Uno de los escasos libros que estudia con<br>/><br>detalle tanto los sintetizadores directos<br>como<br /><br>los indirectos.                          |
| A. Chenakin, Frequency Synthesizers: Concept to Product, Artech House, 2010 | Bibliografía | Texto que analiza diferentes aspectos no<br /><br>usuales en otros manuales, de sistemas y<br /><br>circuitos sintetizadores.                          |
| Transparencias de clase   | Recursos web | Colección de material de clase desarrollado<br /><br>específicamente para la asignatura.<br>Disponible<br /><br>en la página Moodle de la misma.<br /> |
| Grabaciones de vídeo  | Recursos web | Vídeos relativos a clases magistrales u otros contenidos.  |
| Plataforma Teams  | Recursos web | Herramienta de Microsoft de interacción síncrona.  |
| Plataforma Moodle UPM   | Recursos web | Herramienta de interacción asíncrona.  |
| Plataforma Zoom   | Recursos web | Herramienta de interacción síncrona.   |
| Correo electrónico  | Recursos web | Herramienta de contacto asíncrono  |

## 10. Otra información

---

### 10.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura conlleva intrínsecamente una carga teórica y de laboratorio importante, por lo cual se demanda la atención de los

alumnos desde el primer momento. El laboratorio guarda una estrecha relación con el contenido teórico y trata de contrastar

los aspectos de diseño real que garantizan el correcto funcionamiento de los circuitos estudiados y que no tienen cabida en las

clases de exposición teórica.

Las fechas asignadas a los exámenes parciales de evaluación continua pueden sufrir alteraciones impuestas por el transcurso real de la

asignatura y por lo tanto tienen carácter meramente orientativo.