



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

**595020328 - Electronica de Comunicaciones I**

### PLAN DE ESTUDIOS

59EC - Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - 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.....	5
7. Cronograma.....	8
8. Actividades y criterios de evaluación.....	10
9. Recursos didácticos.....	13
10. Otra información.....	15

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595020328 - 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>	59EC - Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Tecnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Miguel Angel Del Casar Tenorio (Coordinador/a)	D8414	miguelangel.delcasar@upm.es	Sin horario.
Fco. Javier Ortega Gonzalez	D8412	franciscojavier.ortega@upm.es	Sin horario.
Jose Luis Jimenez Martin	D8415	joseluis.jimenez@upm.es	Sin horario.

Carlos Cortes Alcala	D8416	carlos.cortes@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 Electronica De Comunicaciones 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 Electronica de Comunicaciones no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

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

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

## 5. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 5.1. Competencias

CE EC04 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

CE EC07 - Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.

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

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 03 - Capacidad para expresarse correctamente de forma oral y escrita y transmitir información mediante documentos y exposiciones en público.

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.

## 5.2. Resultados del aprendizaje

RA215 - Diseñar y verificar circuitos básicos con diodos, transistores bipolares y unipolares.

RA213 - Conocer las características elementales y aplicaciones sencillas del amplificador operacional en circuitos electrónicos.

RA210 - Aplicar las técnicas básicas de análisis de circuitos para analizar el funcionamiento de circuitos básicos con transistores

RA209 - Entender el comportamiento, a nivel de modelo, de los transistores bipolares y unipolares en condiciones de trabajo de pequeña señal

RA207 - Entender el comportamiento, a nivel de modelo, del diodo en condiciones de trabajo de pequeña señal

RA212 - Entender la utilidad de la simulación de los circuitos analógicos basados en diodos, transistores y amplificadores operacionales

RA208 - Entender de forma gráfica y analítica el funcionamiento de los transistores bipolares y unipolares en continua

RA214 - Entender las características de los diodos, transistores bipolares y unipolares utilizados en los circuitos electrónicos.

RA216 - Diseñar, montar y depurar circuitos electrónicos sencillos basados en amplificador operacional, diodo, transistor unipolar y bipolar, utilizando instrumental básico de laboratorio (fuente de alimentación, multímetro, generador de señal y osciloscopio) y herramientas CAD.

RA211 - Aplicar las técnicas básicas de análisis de circuitos para analizar el funcionamiento de circuitos no lineales basados en amplificadores operacionales

RA206 - Aplicar las técnicas básicas de análisis de circuitos para analizar el funcionamiento de circuitos básicos con diodos

## 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. 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 determinada por el desarrollo de la asignatura, pudiéndose (en su caso), suprimirse si las condiciones operativas así lo requerieran.,

## 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 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.
  - 5.1. Topología y ecuaciones básicas de funcionamiento de un PLL.
  - 5.2. Criterios de clasificación.
  - 5.3. Filtros paso bajo para PLL.
  - 5.4. Comparadores de fase / frecuencia.
  - 5.5. Topologías de Sintetizadores indirectos.
  - 5.6. Ruido en PLL.



## 5.7. Estudio de la estabilidad.

## 7. Cronograma

### 7.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Tema 2</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
4	<b>Tema 2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5	<b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	<b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 3</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Práctica 1</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7	<b>Tema 4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		
8	<b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas		<b>1er Examen Parcial de Teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00
9	<b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 2</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

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

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

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.

## 8. Actividades y criterios de evaluación

### 8.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 8.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	1er Examen Parcial de Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CE TEL03 CE EC04 CE EC07 CE SC03 CE TEL01 CE TEL02 CG 02 CG 04 CG 03 CG 05 CG 09 CG 10
14	Examen Parcial de Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	50%	5 / 10	CE TEL03 CE EC04 CE EC07 CE SC03 CE TEL01 CE TEL02 CG 02 CG 04 CG 03 CG 05 CG 09 CG 10

#### 8.1.2. Evaluación sólo prueba final

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 TEL03 CE EC04 CE EC07 CE SC03 CE TEL01 CE TEL02 CG 02 CG 04 CG 03 CG 05 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 TEL03 CE EC04 CE EC07 CE SC03 CE TEL01 CE TEL02 CG 02 CG 04 CG 03 CG 05 CG 09 CG 10

## 8.2. Criterios de evaluación

El alumno puede aprobar la asignatura en su parte Teórica por medio de evaluación continua o asistiendo exclusivamente al examen final correspondiente. Se han programado 4 pruebas parciales dentro de la evaluación continua. Dos exámenes corresponden a la determinación de la capacidad comprensora por parte del alumno de los objetivos y material proporcionado por el profesor o que el alumno debe obtener de internet, de cada una de las dos prácticas que se van a realizar. Estos exámenes se realizarán en forma escrita un par de semanas después de que el profesor de laboratorio haya explicado en detalle el desarrollo y contenido de la práctica. El alumno debe superar obligatoriamente ambas pruebas. Los otros dos exámenes parciales se refieren a la evaluación de los contenidos teóricos de los diferentes temas de la asignatura y se

realizarán una vez explicados los temas 3 y 6. Ambos exámenes se superan con una nota mínima de 5 puntos. Además de realizar las prácticas correspondientes bajo la supervisión del respectivo profesor de laboratorio, el alumno deberá entregar sendas memorias de las dos prácticas realizadas, donde deberá consignar toda la información que a su juicio considere relevante: objetivos de diseño, cálculos, fotografías, medidas y conclusiones. Las memorias tienen carácter obligatorio y se entregarán de forma conjunta entre los miembros de cada grupo y en las fechas que determine cada profesor de laboratorio. Al examen final de Teoría podrán presentarse todos los alumnos que lo deseen hayan cursado o no la asignatura por la opción de evaluación continua. En el caso de que un alumno tenga pendiente alguna de las dos pruebas teóricas de evaluación continua, se le pedirá que se examine únicamente de ella en el examen final. La calificación de la asignatura se realizará a través de una suma ponderada de las notas de los exámenes de laboratorio, prácticas, memorias y pruebas de teoría. Si el alumno supera el laboratorio pero no la teoría (o viceversa) se la guardará la nota para sucesivas convocatorias, debiendo aprobar solamente la parte suspensa. No se guardan los parciales de teoría de forma individual sino toda la nota si esta parte estuviere aprobada. Toda la planificación comentada debe entenderse en sentido relajado pues está supeditada a posibles cambios originados por causas ajenas al normal desarrollo de la asignatura.

Un aspecto importante a reseñar es que dentro de las distintas pruebas necesarias para superar la asignatura, se encuentra la

de la realización de un test de laboratorio, que se confecciona por medio de una batería de preguntas referidas a las habilidades y conocimientos

prácticos que deben haberse adquirido en la realización semanal de las prácticas propuestas. El test tiene carácter obligatorio y es preciso

superarlo con una nota mínima de 5 puntos para poder aprobar la asignatura. Su nota se añade ponderadamente a la de teoría del examen.

Una vez superado dicho test queda liberado indefinidamente, y se realiza en cada convocatoria de examen de la asignatura.

## 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 diferentes circuitos y sub-sistemas de electrónica de comunicaciones.
G. González, Foundations of Oscillators Circuit Design, Artech House, 2006	Bibliografía	Completo texto dedicado al estudio y diseño de todo tipo de osciladores. Escrito por un reconocido autor de electrónica de alta frecuencia.
R. Rhea, Oscillator Design and Computer Simulation, McGraw- Hill, 1995	Bibliografía	Libro de carácter práctico para el diseño de osciladores.
J. Smith, Modern Communication Circuits, McGraw-Hill, 1998	Bibliografía	Libro clásico de circuitos y sub-sistemas en electrónica de comunicaciones.
F.M. Gardner, Phaselock Techniques, Wiley, 2005	Bibliografía	Libro de referencia obligada de uno de los 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 simulaciones software que ayudan a comprender la dinámica de los PLL?s.

<p>Rohde, Microwave and Wireless Synthesizers ? Analysis and Design, Wiley, 1997</p>	<p>Bibliografía</p>	<p>Uno de los textos del consagrado autor Rhode dedicado en esta ocasión al estudio y diseño de circuitos sintetizadores</p>
<p>V. Manassewitsch, Frequency Synthesizers: Theory and Desing, Wiley, 1987</p>	<p>Bibliografía</p>	<p>Uno de los escasos libros que estudia con detalle tanto los sintetizadores directos como los indirectos.</p>
<p>A. Chenakin, Frequency Synthesizers: Concept to Product, Artech House, 2010</p>	<p>Bibliografía</p>	<p>Texto que analiza diferentes aspectos usuales en otros manuales, de sistemas y circuitos sintetizadores.</p>
<p>Transparencias de clase</p>	<p>Recursos web</p>	<p>Colección de material de clase desarrollado específicamente para la asignatura. Disponible en la página Moodle de la misma.</p>



## 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 en el aula.

Las fechas asignadas a los exámenes parciales pueden sufrir alteraciones impuestas por el transcurso real de la asignatura y por lo tanto tienen carácter meramente orientativo.