



**ASIGNATURA:** 14068 - AMPLIACIÓN DE ELECTRÓNICA

**CENTRO:** Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Electrónica

**TITULACIÓN:** Ingeniero de Telecomunicación

**DEPARTAMENTO:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**ÁREA:** Tecnología Electrónica

**PLAN:** 13 - Año 200 **ESPECIALIDAD:**

**CURSO:** Primer curso **IMPARTIDA:** Segundo semestre **TIPO:** Obligatoria

**CRÉDITOS:** 7,5

**TEÓRICOS:** 4,5

**PRÁCTICOS:** 3

## Descriptores B.O.E.

Amplificadores, pares diferenciales. Instrumentos de medida. Manejo de instrumentos básicos: polímetro, fuentes de alimentación. Osciloscopio y Generadores de Señal. Técnicas básicas de medida.

## Temario

UNIDAD DIDÁCTICA I:  
INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA BÁSICA (8 horas)

---

1.- Señales y Medidas (1 hora)

INTRODUCCIÓN

SEÑALES EMPLEADAS EN ELECTRÓNICA

Propiedades de las señales senoidales

Parámetros que definen a la señal senoidal

CONCEPTOS GENERALES DE INSTRUMENTACIÓN

Clasificación de los equipos de medidas

Interferencias en las medidas

Error por carga

Fuentes de error en el laboratorio

Error absoluto y relativo

UNIDADES DE MEDIDA

2.- Introducción al Osciloscopio (1 hora)

INTRODUCCIÓN

EL REGISTRADOR X-t

REPRESENTACIÓN DE SEÑALES ELECTRÓNICAS

EL TUBO DE RAYOS CATÓDICOS (TRC)

El cañón de electrones

Placas de deflexión

Pantalla

DIAGRAMA DE BLOQUES DEL OSCILOSCOPIO ELEMENTAL

3.- Canal Vertical (2 horas)

INTRODUCCIÓN  
CANAL VERTICAL  
Modos de entrada  
Comportamiento del canal con la frecuencia  
IMPEDANCIA DE ENTRADA: EFECTO DE CARGA  
SONDAS DE TENSIÓN  
SONDAS DE CORRIENTE

4.- Canal Horizontal (2 horas)

CANAL HORIZONTAL  
Modos de trabajo  
SEÑAL DE BARRIDO EN EL EJE X  
BARRIDO LIBRE  
BARRIDO DISPARADO  
BASE DE TIEMPOS  
SINCRONISMO  
Circuitos de sincronismo  
Selección del punto de disparo  
Amplificador diferencial  
Selección de la pendiente de disparo (SLOPE)  
MODOS DE DISPARO: NORMAL Y AUTOMÁTICO  
SEÑAL DE SINCRONISMO  
Sincronismo interior  
Sincronismo exterior  
Sincronismo line  
MODO DE TRABAJO X-Y  
AMPLIFICADOR HORIZONTAL  
HOLD-OFF  
CANAL Z  
OSCILOSCOPIOS DE DOS CANALES  
Osciloscopios de doble traza  
Suma de señales

5.- Generador de Señales y Fuente de Alimentación (1 hora)

INTRODUCCIÓN  
GENERADOR DE SEÑAL  
CLASIFICACIÓN DE LOS GENERADORES DE FUNCIONES  
GENERACIÓN DE LA SEÑAL TRIANGULAR  
GENERACIÓN DE LA SEÑAL SENOIDAL  
DIAGRAMA DE BLOQUES DEL GENERADOR DE SEÑALES  
CONCEPTO DE FUENTE DE ALIMENTACIÓN  
CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN  
Fuente no regulada electrónicamente  
Fuente regulada electrónicamente  
FUENTE DE CORRIENTE  
ASOCIACIÓN DE FUENTES  
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS FUENTES DE ALIMENTACIÓN  
Regulación por carga  
Rizado y ruido

6.- Polímetro Analógico (1 hora)

INTRODUCCIÓN  
POLÍMETRO ANALÓGICO

## VOLTÍMETRO DE CONTINUA

Resistencia de entrada y sensibilidad

## ERROR DE CARGA DEBIDO AL AMPERÍMETRO/VOLTÍMETRO

### ÓHMETRO SERIE

Error en la lectura

## VOLTÍMETRO DE ALTERNA

## UNIDAD DIDÁCTICA II:

### FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA ANALÓGICA (37 horas)

-----1

#### .- Principios Básicos de amplificación (2 horas)

Introducción

Amplificadores. Consideraciones generales

Linealidad

Ganancia de potencia y Ganancia de corriente

Decibelios

El amplificador ideal

Modelo de los amplificadores reales

Amplificadores de tensión

Otros tipos de amplificadores

Cálculo de la resistencia de entrada  $R_i$  y la resistencia de salida  $R_o$

Limitaciones prácticas de los amplificadores reales

Niveles de saturación del amplificador

Característica de transferencia no lineal

Notación

Respuesta en frecuencia de los amplificadores

Cálculo de la respuesta en frecuencia de un amplificador

Respuesta en frecuencia de un amplificador real

#### 2.- El transistor Bipolar como Amplificador (3 horas)

Introducción

El transistor en continua

Funcionamiento del transistor bipolar npn en modo activo

Curvas características del transistor bipolar en emisor común

Curva característica de entrada

Curva característica de salida

Curva de transferencia

Análisis gráfico. Recta de carga estática

El transistor bipolar pnp

El transistor como amplificador

Ganancia de tensión

Circuitos equivalentes en pequeña señal

Modelo equivalente en  $\beta$  del transistor en pequeña señal

Modelo equivalente en  $T$  del transistor en pequeña señal

Aplicación de los circuitos equivalentes en pequeña señal

Resistencia de salida de los modelos equivalentes en pequeña señal

Análisis gráfico

Recta de carga dinámica

Efecto del punto de trabajo sobre la amplitud de la señal de salida

#### 3.- Polarización de los transistores bipolares (4 horas)

## Introducción

### Circuito de Polarización fija

- Análisis del circuito de polarización fija
- Nivel de saturación del transistor
- Análisis de la recta de carga
- Estabilidad del circuito de polarización fija
- Efecto de la temperatura en los transistores bipolares
- Sensibilidad
- Factores de sensibilidad

### Circuito de Polarización por divisor de tensión

- Análisis del circuito de polarización por divisor de tensión
- Nivel de saturación del transistor
- Análisis de la recta de carga
- Estabilidad del circuito de polarización por divisor de tensión
- Factores de sensibilidad

### Circuito de Polarización por resistencia colector-base

- Análisis del circuito de polarización por resistencia colector-base
- Nivel de saturación del transistor
- Análisis de la recta de carga
- Estabilidad del circuito de polarización por resistencia colector-base
- Factores de sensibilidad

### Condensadores de acoplo y desacoplo de señal

- Condensadores de acoplo
- Condensadores de desacoplo

## 4.- Etapas Básicas de Amplificación con transistores Bipolares (5 horas)

- Etapas en Emisor Común (Problemas)
- Etapas en Emisor Común con Resistencia de Emisor (Problemas)
- Etapas en Base Común (Problemas)
- Etapas en Seguidor de Emisor (Problemas)
- Amplificadores multietapas.
  - Etapas con acoplo capacitivo
  - Etapas con acoplo directo
  - El par Darlington
  - El amplificador Cascodo

## 5.- El transistor MOSFET como Amplificador (5 horas)

### Introducción

- El transistor MOSFET en continua
- Funcionamiento del transistor MOSFET en modo activo
- Curvas características del transistor MOSFET en Fuente Común

### Circuitos equivalentes en pequeña señal

- Modelo equivalente del transistor MOSFET en pequeña señal
- Resistencia de salida del modelo equivalente en pequeña señal

### Etapas en Fuente Común (Problemas)

### Etapas en Puerta Común (Problemas)

### Etapas en Drenador Común (Problemas)

## 6.- Amplificadores Multietapa (8 horas)

### Ganancia de un amplificador multietapa

### Acoplamiento entre etapas

- Acoplamiento directo
- Acoplamiento capacitivo

Margen dinámico en un amplificador multietapa  
Configuración Darlington  
Configuración cascodo

#### 7.- El Amplificador Diferencial (10 horas)

Introducción (1h)

El amplificador diferencial ideal (1h)

Configuración básica del amplificador diferencial (0.5h)

Análisis en pequeña señal del amplificador diferencial (5h)

Componentes diferencial y común de las señales de entrada

Relación de rechazo al modo común (CMRR)

Modos de funcionamiento del amplificador diferencial

Modo diferencial

Modo común

Modo asimétrico

Efectos derivados del despareamiento

Margen dinámico del amplificador diferencial

Fuentes de corriente (1h)

Cargas activas (1h)

Desplazadores de nivel (0.5h)

### Requisitos Previos

Los conocimientos previos necesarios para que el estudiante pueda llevar a cabo un aprendizaje significativo de los contenidos de la asignatura Ampliación de Electrónica, incluyen:

Análisis vectorial. Cálculo diferencial e integral. Variable compleja. Conceptos y magnitudes físicas fundamentales relacionadas con la electrónica. Técnicas básicas de análisis de circuitos eléctricos lineales con componentes pasivos. Teoremas de Thévenin y Norton. Funcionamiento básico del diodo como elemento rectificador. Funcionamiento básico del transistor bipolar y del transistor de efecto de campo MOS en régimen de continua y de pequeña señal.

### Objetivos

El principal objetivo didáctico de la asignatura Ampliación de Electrónica es el de transmitir a los estudiantes conocimientos y procedimientos que les capaciten para la realización de medidas manejando correctamente los instrumentos de laboratorio, así como para el uso práctico de técnicas y componentes electrónicos básicos para el análisis y diseño de circuitos amplificadores discretos.

### Metodología

La metodología docente de la asignatura Ampliación de Electrónica se fundamenta en el uso del método expositivo para la transmisión de los conocimientos básicos de la materia, estructurando y organizando los contenidos y las técnicas didácticas a utilizar de forma que los conocimientos resulten significativos para el estudiante. Por otro lado, con el fin de fomentar la participación activa del estudiante en su aprendizaje y su relación con el profesor, en la transmisión de conocimientos se recurrirá a la combinación de este método con el método dialéctico, partiendo de problemas prácticos o cuestiones de interés que permitan obtener un refuerzo inmediato y continuado del aprendizaje de los estudiantes. Por último, la ampliación de los conocimientos básicos adquiridos por el estudiante al abordar contenidos más profundos de la materia, se realizará siguiendo el método heurístico, fomentando así la capacidad autodidacta del estudiante, el espíritu crítico y la independencia personal creativa en la búsqueda y adquisición del

conocimiento.

### CLASES TEÓRICAS

En las clases teóricas de la asignatura Ampliación de Electrónica se utilizarán como técnicas didácticas para la transmisión de conocimientos, la Lección Magistral combinada con clases de Problemas, si bien se generará en el aula una dinámica que fomentará la participación activa del estudiante en su aprendizaje y con ello, su relación con el profesor.

Como medios para la transmisión de conocimientos en las clases teóricas de la asignatura Ampliación de Electrónica, se utilizarán de forma racional la pizarra y el proyector de video de entre los recursos didácticos audiovisuales. Como recursos didácticos impresos, se le proporcionará a los estudiantes un material escrito propio elaborado por el equipo docente para guiar el desarrollo de la asignatura y favorecer al aprendizaje de los estudiantes. Este material incluye libros de apuntes en los que se recogen la mayor parte de los temas estudiados en la asignatura, manuales docentes, y libros de problemas resueltos. Con respecto a los recursos didácticos virtuales, además de fomentar en el estudiante el uso de Internet como medio de búsqueda de información actualizada, el estudiante dispone de una página WEB que le facilitará el acceso a la información básica sobre los contenidos de la asignatura Ampliación de Electrónica, proporcionando a los estudiantes, por un lado, información relevante para el desarrollo de la asignatura, como puede ser el programa, las presentaciones que se utilizarán en el desarrollo de las clases teóricas, libros de apuntes, o colecciones de exámenes resueltos en convocatorias anteriores, y por otro, información que le ayude en su aprendizaje autónomo, incluyendo problemas propuestos de autoevaluación, fuentes adicionales de información, o una selección de enlaces a otras páginas WEB de interés.

### CLASES PRÁCTICAS

En las clases prácticas de la asignatura Ampliación de Electrónica se estimulará adecuadamente la intervención directa y personal del estudiante en el estudio y desarrollo de las prácticas seleccionadas, con el fin de experimentar la aplicación directa de los conceptos teóricos, además de reconocer las diferentes técnicas de medida y las posibilidades y limitaciones de los instrumentos del laboratorio. La labor del profesor se centrará, más que en la transmisión de conocimientos, en la preparación y organización de prácticas adecuadas para desarrollar diferentes capacidades y actitudes en los estudiantes, ya que éstas deben ser adquiridas por ellos mismos a través de su experiencia personal.

Las prácticas de la asignatura Ampliación de Electrónica se realizarán en grupos de dos personas con el fin de favorecer el espíritu crítico del estudiante, el intercambio de ideas, y la discusión de los resultados, modificándose los componentes de cada grupo al comenzar cada una de las prácticas con el fin de fomentar las relaciones entre todos los estudiantes. El estudiante dispondrá de un guión sobre las prácticas a realizar con la suficiente antelación, con el que además se podrá paliar en cierta medida la dificultad que representa la presencia de un elevado número de estudiantes en el laboratorio. Por otro lado, para que el trabajo en el laboratorio no se convierta en una mera actividad mecánica, el estudiante elaborará una Memoria de cada práctica que le ayudará a reflexionar sobre el trabajo realizado en cada una de las prácticas de laboratorio, además de analizar e interpretar los resultados obtenidos.

## Criterios de Evaluación

Actividades que liberan materia:

- Examen parcial de la Unidad Didáctica I (Instrumentación Electrónica Básica), con un 20%.
- Realización de las prácticas en el laboratorio, con un 20%.

Actividades que no liberan materia:

- Problemas realizados durante el curso, hasta 1.0 puntos sobre el aprobado en la nota final.

Otras consideraciones:

- Se deben aprobar las partes de teoría y práctica por separado.
- La calificación de aprobado en el examen parcial se guardará hasta la convocatoria extraordinaria del curso académico correspondiente.
- Para aprobar las prácticas mediante evaluación continua, el estudiante debe aprobar un mínimo de 5 de las 6 prácticas establecidas en el programa de la asignatura, y tener menos de 3 faltas de asistencia sin justificar. La calificación de prácticas será la media de las calificaciones de cada una de las prácticas.
- En caso contrario, el estudiante deberá hacer un examen de prácticas que consistirá en la realización de un montaje práctico adecuado a una duración de 3 horas. La calificación de prácticas será la media de la calificación del examen de prácticas y la media de las calificaciones de cada una de las prácticas, aprobadas o no.
- El examen de prácticas se realizará en la fecha del examen de convocatoria.

## Descripción de las Prácticas

El programa de contenidos prácticos de la asignatura Ampliación de Electrónica se ha elaborado en concordancia y como refuerzo de los contenidos teóricos con el fin de permitir a los estudiantes experimentar las relaciones entre los conceptos teóricos y la realidad aprendiendo, a través de su esfuerzo personal, a diseñar circuitos, a conocer las limitaciones de los modelos analíticos y de las simulaciones, a realizar medidas manejando correctamente el equipamiento e instrumental disponible en el laboratorio, a enfrentarse con situaciones prácticas reales en las que debe aplicar los conocimientos aprendidos, a buscar en manuales, catálogos y hojas de características la información que necesite para cumplir unas determinadas especificaciones propuestas, ...

Los contenidos de la parte práctica de la asignatura Ampliación de Electrónica, que se impartirán en el Laboratorio de Componentes Electrónicos, están formados por las prácticas de laboratorio que se describen a continuación, especificándose para cada una de ellas su distribución temporal en horas de docencia:

### PRÁCTICA 1: GENERALIDADES DEL OSCILOSCOPIO. EFECTO DE CARGA (4 horas)

En esta práctica se estudian los conceptos generales necesarios para la realización de medidas mediante el uso del osciloscopio. Se discuten todos aquellos aspectos que se consideran de conocimiento obligado para todo estudiante de la asignatura y que han sido explicados en la parte teórica. Se comienza con los aspectos básicos (visualización de señales de forma de onda sinusoidal, cuadrada y triangular), se miden los parámetros característicos de las señales periódicas (amplitud, frecuencia, fase) así como los tiempos de subida y de bajada, justificándose además la necesidad de indicar el error relativo asociado a cada medida a la hora de expresar los resultados experimentales obtenidos. A continuación se procede al estudio práctico de medidas de desfase entre señales, para lo cual se emplea, tanto el modo de la base de tiempos, como el modo X-Y

(visualizando asimismo las curvas de Lissajous). Se finaliza con la comprobación del error de carga asociado a toda medida y el efecto que sobre él tiene el uso de la sonda atenuadora de baja capacidad. Ello implica el calibrado de la sonda y la realización de medidas sobre un sencillo circuito.

#### PRÁCTICA 2: MODOS DE SINCRONISMO (4 horas)

En esta práctica se profundiza en la realización de medidas avanzadas con el osciloscopio. Si en la práctica anterior se realizaron medidas sobre señales muy sencillas, en esta práctica se emplean señales de mayor complejidad con niveles de ruido que obligan al alumno al empleo de los diversos modos de sincronismo y filtros acondicionadores de señal de los que dispone el instrumento. Este objetivo didáctico se considera fundamental en tanto que predispone al usuario del osciloscopio a resolver problemas prácticos reales en ambientes de trabajo típicos del sector de la electrónica y las telecomunicaciones. A título de reforzar los conocimientos adquiridos en la práctica anterior, se vuelve a operar en modo de base de tiempos y en modo X-Y para la medida del desfase entre señales. En esta práctica se realizan múltiples medidas para consolidar el concepto de masa común, que si bien resulta simple (tanto teóricamente como prácticamente), representa un aspecto que conviene aclarar sobremanera, dado su impacto sobre la realización de medidas, así como sobre la seguridad física del operario. Finaliza esta práctica con la observación de los modos de trabajo chopped y alternado, para completar la docencia teórica y presentar la aplicación de uno y otro modo de funcionamiento del osciloscopio.

#### PRÁCTICA 3: GENERADOR DE FUNCIONES, FUENTE DE ALIMENTACIÓN Y POLÍMETRO (4 horas)

En esta práctica se estudia principalmente la fuente de tensión continua, dedicando una parte final al estudio del generador de funciones y al polímetro. Así, se aprende a limitar la corriente máxima de la fuente, a contrastar las medidas de los polímetros incorporados en el instrumento con las de un polímetro externo, y a poner las fuentes en las disposiciones de serie y paralelo, tanto cableadas externamente, como haciendo uso de los mandos que para tal fin dispone el equipo. Con respecto a la segunda parte de esta práctica, se estudia el generador de funciones desde el punto de vista práctico. Así, se mide la impedancia de salida del generador a diferentes frecuencias de trabajo con el fin de aprender a medir este importante parámetro, que caracteriza a este equipo de instrumentación. Además, se emplea el mando de barrido SWEEP para entender sus aplicaciones en el estudio de circuitos electrónicos. Con respecto al polímetro, se monta un sencillo amperímetro analógico basado en el galvanómetro D'Arsonval, finalizando esta práctica con la realización de medidas de tensiones alternas con el voltímetro del puesto de trabajo.

#### PRÁCTICA 4: ESTABILIDAD EN CIRCUITOS DE POLARIZACIÓN (2 horas)

En esta práctica, además de verificar experimentalmente la estabilidad del punto de trabajo establecido en un transistor bipolar por diferentes circuitos de polarización frente a variaciones en el valor de su ganancia de corriente  $\beta$ , se aproximará al estudiante al montaje de circuitos electrónicos en placas de circuito impreso (Printed Circuit Boards, PCB), para lo cual se montarán los diferentes circuitos de polarización analizados sobre una PCB, en lugar de sobre la habitual placa de conexiones por inserción, o protoboard.

#### PRÁCTICA 5: DISEÑO, SIMULACIÓN Y MONTAJE DE UN AMPLIFICADOR MULTITAPA DE AUDIO (8 horas)

En esta práctica se realizará el diseño, simulación y montaje de un amplificador multietapa formado por varias etapas amplificadoras básicas conectadas en cascada con el fin de amplificar la señal proporcionada por un micrófono y acoplarla adecuadamente a un altavoz a partir de unas especificaciones iniciales, y teniendo en cuenta las limitaciones prácticas impuestas por los transistores, lo que representa una aplicación real y conocida de los circuitos electrónicos presentados en la asignatura con la que se fomentará el interés del estudiante. Los estudiantes deberán realizar el dimensionamiento adecuado de los componentes de cada una de las etapas del

amplificador diferencial con el fin de verificar unas determinadas especificaciones iniciales de diseño. Se introducirá, además, el procedimiento de análisis en alterna de los parámetros de un circuito amplificador mediante el programa de simulación PSpice.

#### **PRÁCTICA 6: DISEÑO, SIMULACIÓN Y MONTAJE DE AMPLIFICADORES DIFERENCIALES (6 horas)**

En esta práctica se realizará el diseño, simulación y montaje de un amplificador diferencial con entrada asimétrica y salida asimétrica, polarizado mediante un espejo de corriente en el que se incluye además una etapa de salida desplazadora de nivel en seguidor de emisor. Los estudiantes deberán realizar el dimensionamiento adecuado de los componentes de cada una de las etapas del amplificador diferencial con el fin de verificar unas determinadas especificaciones iniciales de diseño.

#### **PRÁCTICA ADICIONAL: RESPUESTA EN FRECUENCIA DE UN CIRCUITO AMPLIFICADOR (2 horas)**

En esta práctica se analizará la respuesta en frecuencia de un amplificador a partir de las variaciones que se producen en el módulo y la fase de su ganancia en función de la frecuencia de la señal de entrada.

### **Bibliografía**

---

#### **[1 Básico] Circuitos microelectrónicos /**

*Adel S. Sedra ; Kenneth C. Smith.*  
*Oxford University Press,, México D.F : (2000) - (4ª ed.)*  
9706133798

---

#### **[2 Básico] Dispositivos electrónicos y amplificación de señales /**

*Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith.*  
*McGraw-Hill,, México : (1989)*  
9682510872

---

#### **[3 Básico] Circuitos electrónicos : análisis, diseño y simulación /**

*N. R. Malik.*  
*Prentice Hall,, Madrid : (1996)*  
8489660034

---

#### **[4 Recomendado] Problemas de Electrónica: Amplificadores diferenciales /**

*Félix B. Tobajas Guerrero ; Luis Gómez Déniz ; Roberto Esper-Chaín Falcón.*  
..T260:  
(1999)  
8487526705

---

#### **[5 Recomendado] Instrumentación electrónica básica: teoría y práctica /**

*Luis Gómez Déniz, Félix Tobajas Guerrero.*  
*Universidad de Las Palmas de Gran Canaria,, Las Palmas de Gran Canaria : (2003)*  
8496131211

## Equipo Docente

### JOSÉ RAMÓN SENDRA SENDRA

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928458044 **Correo Electrónico:** [joseramon.sendra@ulpgc.es](mailto:joseramon.sendra@ulpgc.es)

**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/jrsendra>

### LUIS GÓMEZ DÉNIZ

(COORDINADOR)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451254 **Correo Electrónico:** [luis.gomez@ulpgc.es](mailto:luis.gomez@ulpgc.es)

### FÉLIX BERNARDO TOBAJAS GUERRERO

(RESPONSABLE DE PRACTICAS)

**Categoría:** TITULAR DE UNIVERSIDAD

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928457325 **Correo Electrónico:** [felix.tobajas@ulpgc.es](mailto:felix.tobajas@ulpgc.es)

**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/tobajas/ampliacion>

### SEBASTIÁN MIGUEL LÓPEZ SUÁREZ

**Categoría:** AYUDANTE

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928457335 **Correo Electrónico:** [sebastian.lopez@ulpgc.es](mailto:sebastian.lopez@ulpgc.es)

### GUSTAVO IVÁN MARRERO CALLICÓ

**Categoría:** PROFESOR CONTRATADO DOCTOR, TIPO 1

**Departamento:** INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

**Teléfono:** 928451271 **Correo Electrónico:** [gustavo.callico@ulpgc.es](mailto:gustavo.callico@ulpgc.es)

**WEB Personal:** <http://www.iuma.ulpgc.es/users/gustavo>