

# Propuesta de Estudios de Master en Ingeniería Electrónica en la Universidad de La Laguna

Manuel Rodríguez Valido

Dpto. Física Fund. Exp. Electrónica y Sistemas  
Universidad de La Laguna, ULL  
La Laguna, Tenerife, España  
[mrvalido@ull.es](mailto:mrvalido@ull.es)

Mario Jakas Iglesia

Dpto. Física Fund. Exp. Electrónica y Sistemas  
Universidad de La Laguna, ULL  
La Laguna, Tenerife, España  
[mmateo@ull.es](mailto:mmateo@ull.es)

Alejandro Ayala Alfonso

Dpto. Física Fund. Exp. Electrónica y Sistemas  
Universidad de La Laguna, ULL  
La Laguna, Tenerife, España  
[aayala@ull.es](mailto:aayala@ull.es)

Francisco Llopis Cánovas

Dpto. Física Fund. Exp. Electrónica y Sistemas  
Universidad de La Laguna, ULL  
La Laguna, Tenerife, España  
[fllopis@ull.es](mailto:fllopis@ull.es)

**Abstract**—This work presents the curriculum of the Master's Degree in Electronics Engineering (MDEE) that will be submitted to the competent bodies of the University of La Laguna, as a proposal for a new MDEE that complies with current Spanish regulations.

**Resumen**—En este trabajo se presenta la estructura del Master de Ingeniería Electrónica (MIE) que se hará llegar a los órganos competentes de la Universidad de La Laguna como propuesta de alternativa al que actualmente se imparte y que debe ser reemplazada por otro, como el que se propone, para cumplir con las exigencias del Real decreto 1393/2007 [1].

**Keywords** - Master; Electronic Engineering; Higher Education.

## I. INTRODUCCION

La ingeniería electrónica es en general poco conocida, aún cuando siempre ha estado involucrada y dando soporte tecnológico a muchos campos y sectores de la nuestra sociedad [2]. Está presente en campos tan diversos como las comunicaciones, la robótica, la automatización, la computación, los sistemas empotrados, la medicina, la tecnología espacial y la aeronavegación, etc. Más recientemente ha estado detrás de cambios revolucionarios en la industria del automóvil, la gestión y generación eficiente de la energía, la telefonía móvil inteligente, la TV-3D, entre otras. Sin olvidar que ha permitido la evolución de los sistemas electrónicos hacia una mayor integración, con menor consumo y menor coste.

La Universidad de La Laguna lleva impartiendo estudios de superiores de Ingeniería Electrónica (IE) desde 1996 hasta este curso académico, a partir del cual estos estudios superiores se extinguen. Paralelamente, y como consecuencia de el plan Bolonia (Real decreto 56/2005), desde el curso 2008/09 se creó en la ULL unos estudios de Master en Ingeniería Electrónica

(MIE) de 60 ECTS, con 60 ECTS de Complementos de Formación. La aparición del Real decreto 1393/2007 para regular los estudios obliga a que el MIE se adaptara a esta norma, consiguiendo esta Universidad una prórroga de estos estudios por 5 años. Como consecuencia de esta situación, se esta obligado a rediseñar estos estudios y adaptarlo a este nuevo marco. El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta de MIE que sin separarse de los fundamentos en los que se cimentan la ingeniería electrónica, se adapte a la situación y tendencias actuales que demandan nuestra sociedad. Además, se quiere presentar una propuesta abierta y someterla a la experiencia de investigadores, profesores, miembros y participantes de este congreso TAEE, para recoger los comentarios, críticas y sugerencias que permitan mejorar el modelo de estudios propuesto.

El master propuesto tiene 60 ECTS y su diseño está estructurado como sigue: 15 ECTC de Proyecto Fin de Master (PFM), 12 ECTC de Prácticas en Empresas (PE) y 6 ECTC de materias optativas. Los 27 ECTS restantes son materias con contenidos obligatorios para el alumno. Desde el punto de vista de su planificación temporal, pretendemos que el alumno curse los contenidos obligatorios y la mitad de los optativos en el primer semestre, dejando para el segundo el PFM, PE y el resto de los ECTS optativos. Esta planificación permitirá la realización tanto de las PE como de PFM en un periodo continuo mejorando el aprovechamiento de esto crédito por parte del alumno.

Este máster está dirigido preferentemente a Ingenieros Técnicos, Graduados en Ingeniería e ingenieros o interesados en afrontar las nuevas tendencias de los sistemas electrónicos. En cualquier caso, aquellas personas que comiencen estudios en esta titulación deberán tener conocimientos elementales a nivel de grado tanto de índole tecnológica (tecnología eléctrica, electrónica, comunicaciones, procesado de señal y automática).

## II. ANTECEDENTES

El proyecto que aquí se plantea nace desde la perspectiva de ofrecer a la sociedad unos estudios de master en el ámbito de las Tecnologías Electrónicas y de las Comunicaciones [3]. Todo ello dentro del marco que se perfila con el Espacio Europeo de Enseñanza Superior y los condicionantes del REAL DECRETO 1393/2007 por el que se regulan los estudios universitarios oficiales de Master.

Por otro lado, este Master se justifica por:

- La transversalidad de los conocimientos de la electrónica en amplios sectores socioeconómicos.
- La contribución esencial de la electrónica en sectores estratégicos de la ciencia y tecnología, tales como las comunicaciones y tecnologías de la información, la salud, el transporte en general, las aplicaciones militares, la gestión de energía, la electrónica de consumo, etc....

La presente Propuesta Oficial de Master tiene como objetivo que los alumnos adquieran los conocimientos, competencias, capacidades y destrezas o las habilidades siguientes:

- Ampliar y profundizar en conocimientos asociados a los Grados y/o las Ingenierías relacionadas con las Tecnologías Electrónicas y Eléctricas, y las Comunicaciones (TIC). De forma que el alumno cuente con una base para ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, tanto en el contexto profesional como en un contexto de investigación.
- Saber aplicar los conocimientos adquiridos y ser capaz de resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con un ámbito profesional o áreas de estudio de las Ingenierías.
- Ser capaces de integrar conocimientos y de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Saber comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Este Master de Ingeniería Electrónica está diseñado con el objetivo de formar profesionales e investigadores altamente cualificados, polivalentes, flexibles, creativos, competitivos y con preparación suficiente para abordar tareas que impliquen la concepción, el diseño y la producción de equipos y sistemas

electrónicos, sistemas de comunicaciones y de instrumentación y medida electrónica.

Además, deben ser capaces de colaborar con profesionales de tecnologías afines, y tomar decisiones tecnológicas de acuerdo con criterios de coste, calidad, seguridad, tiempo y respeto a los principios éticos de la profesión. Los estudiantes de este Master recibirán formación científica y tecnológica en áreas punteras, incluyendo materiales, componentes y sistemas electrónicos y fotónicos, gestión de energía, y diseño. De modo que posean las mejores bases para que puedan abordar el ejercicio profesional e investigador en el diseño y desarrollo de sistemas electrónicos de medida, control y comunicación, en todas aquellas actividades que la sociedad y el conocimiento científico demande. En resumen, una persona es competente “cuando dispone de los conocimientos, destrezas y actitudes necesarias para ejercer su propia actividad laboral, resuelve los problemas de forma autónoma y creativa y está capacitada para colaborar en su entorno laboral y en la organización del trabajo” [5 y 6].

### A. Competencias Transversales

En cuanto al perfil las competencias transversales, el Master ha de cubrir los diferentes aspectos en que hoy en día se conoce como competencias de acción profesional (CAP):

Competencia Técnica (saber), Competencia metodológica (saber hacer), Competencia Participativa (saber estar) y Competencia como Persona (saber ser). El contenido de las dos primeras competencias está recogido ya en las competencias generales descritas más arriba.

- Competencia Participativa (saber estar): Mantener un estado de atención permanente a la evolución de la sociedad, estar dispuesto al entendimiento interpersonal mediante la comunicación y cooperación con el resto de compañeros, y presentar un comportamiento orientado al trabajo en equipo. Promover, en definitiva, la proactividad
- Competencia Personal (saber ser): Tener una imagen realista de uno mismo, saber actuar según unas convicciones propias firmes y de rigor ético, saber asumir responsabilidades, tomar decisiones y relativizar las posibles frustraciones y éxitos

### B. Objetivos Estratégicos

Ahora más que nunca los españoles en general y los canarios en particular están tomando conciencia que la formación es una herramienta para mejorar la competitividad del país y la empleabilidad de los profesionales **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Por una parte, los jóvenes que hasta ahora accedían rápidamente a un trabajo, sobre todo de baja cualificación, se han visto obligados a continuar con los estudios y, en muchos casos, a obtener la titulación mínima y/o superior, para competir con otros jóvenes que aspiran al mismo puesto de trabajo. La situación de baja oferta laboral y el incremento del nivel de exigencia por parte de las empresas hace que estas últimas demanden personal más cualificado, y

consecuentemente mejorando así la productividad y la competitividad de la economía y la calidad de vida. Actualmente, es reconocido que las Tecnología de la Información y Comunicaciones (TIC) son herramientas indispensables y juegan un papel importante, como sector estratégico, para conseguir este bienestar social.

Por otro lado y de forma general, una de las líneas prioritarias del plan estratégico de la Universidad es la de generar riqueza para la sociedad (en el ámbito profesional y en cuanto a la producción de conocimiento). El Master que aquí se presenta, contribuye de forma natural al enriquecimiento de la sociedad, ya que se ajusta a los siguientes objetivos estratégicos de la Universidad de La Laguna:

- Impulsar una oferta docente de calidad, adaptada a las necesidades de formación de los ciudadanos y a la demanda de profesionales cualificados del mercado laboral de Canarias (Objetivo 4.1 del Plan estratégico de la ULL).
- Generar una oferta de enseñanzas de superiores de calidad, aprovechando nuestra capacidad de formación investigadora.(Objetivo 4.2 del Plan estratégico de la ULL).
- Mejorar la competitividad de nuestra oferta docente. (Objetivo 4.4 del Plan estratégico de la ULL).

Una prueba mas de la importancia de estos estudios es que en el ámbito nacional el master de Ingeniería Electrónica se esta impartiendo en mas de 15 universidades.

Siendo uno de los objetivos del nuevo Espacio Europeo la existencia de titulaciones comparables que favorezcan los programas de movilidad, es de destacar que el Master en Ingeniería Electrónica es el más internacionalmente reconocida, a pesar de las diferencias sustanciales que existen entre países, tanto en la estructura como en las competencias.

Es conocido que, bajo las denominaciones de Master of Science in Electronic Engineering “Master in Electrical Engineering” y “Master in Electronic Engineering”, se vienen impartiendo estudios a lo largo de toda Europa, con reconocido impacto industrial y que dan soporte a una importante actividad directa del sector, o que actúan como medio de desarrollo de actividades en sectores próximos al ámbito de las comunicaciones **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

La titulación de Ingeniería Electrónica está también implantada en otros países, tales como Estados Unidos, Japón o los países Iberoamericanos con los cuales hay también abiertos foros de discusión para la homogeneización de los estudios de Ingeniería.

### III. PERFIL DE INGRESO

Para acceder a las enseñanzas oficiales de Máster será necesario estar en posesión de un título universitario oficial español u otro expedido por una institución de educación

superior del Espacio Europeo de Educación Superior que facultan en el país expedidor del título para el acceso a enseñanzas de máster.

Acceden a estos estudios los alumnos de nuevos grados en Ingeniería con denominaciones relacionadas con la Electrónica y Automática, Comunicaciones, Electricidad y Electrónica. También podrán acceder, los titulados en Ingeniería Industrial (especialidades en Electricidad y en Sistemas Electrónicos y Automáticos), Ingeniero de Telecomunicación, Ingeniero en Automática y Electrónica Industrial e Ingeniero Electrónico. Por último las antiguos ingenieros técnicos industriales con curso de adaptación al grado.

En todo caso será la Comisión Académica del Máster de Ingeniería Electrónica quien tome la decisión sobre la admisión, los créditos y las materias que ha de cursar el estudiante.

## IV. ESTRUCTURA CURRICULAR

### A. Estructura de los estudios

Unos de los hándicap de partida para la comisión es el número de créditos de los estudios. Según la normativa, podemos hacer unos estudios de 60, 90, o 120 ECTS. En la discusión generada, la comisión, fue consiente que un master de 120 con varios puntos de entrada abriría el perfil de los alumnos que pudieran ingresar en el master. Teniendo en cuenta, que los recursos humanos disponibles en la ULL para impartir uno estudios de 120 son limitados y actualmente a los alumnos que han finalizado un grado dos años más supondría un total de seis años en la Universidad. Esto último, excede las expectativas de estos en terminar cuanto antes e ingresar en el mercado laboral.

Aunque el diseño final no está fijado, en este trabajo presentaremos un diseño mínimo, es decir un master de 60ECTS. Esta restricción nos permite afinar lo más posible en la elección de los contenidos mínimos y que sea atractivo para nuestros estudiantes. A este razonamiento inicial, se le ha añadido los siguientes condicionantes para elaborar la estructura de los estudios

Existe, sin embargo, una serie de condicionantes no menos importante que la comisión ha tenido en cuenta para elaborar los estudios. Estos son,

- La normativa interna de la ULL dice que las materias de los estudios deben estar distribuidas según los siguientes porcentajes. 20% de PE y 10% de materias optativas y resto de materias obligatorias. También habla de un trabajo de Fin de Master de entre 6 y 15 ECTS para un master de 60,
- La historia que precede a estos estudios en esta Universidad, como ya se ha comentado en la introducción.
- El potencial humano y material con el que se cuenta en la actualidad.

- Tendencias actuales, externas y propias de los cinco Departamentos a los que pertenecen los miembros de la Comisión que se formó para diseñar estos estudios.
- La opinión generalizada de los miembros de la Comisión de diseño, de que es mejor unos estudios con una componente práctica.

Todo esto ha llevado a que se proponga un PFM de 15 ECTS máximo establecido por la ULL. La Tabla I muestra la organización de los estudios en reparto finales de ECTS. 27 ECTS para materias de carácter Obligatorio, 15 ECTS para el PFM, 12 ECTS para Practicas en Empresas, 6 ECTS para materias optativas. Esto encaja perfectamente en la normativa de la ULL para estudios de master, que permite elegir entre 60, 90 o 120 ECTS. Este porcentaje hace que para un estudio de 60 ECTS su estructura queda como se muestra en la Tabla I.

TABLA I. ESTRUCTURA INTERNA DE LOS ESTUDIOS. EN ELLA SE MUESTRA LOS CREDITOS DE LAS MATERIAS Y EL CARÁCTER DE LAS MISMAS.

ECTS	CARÁCTER
27	Obligatorios
6	Optativas
15	PFM (Obligatorio)
12	PE (Obligatorio)

En estos estudios conducente a la obtención del título Master oficial en Ingeniería Electrónica. Tanto los contenidos, como su organización curricular están elegidos de tal forma que el perfil profesional del alumno egresado le capacite para:

- Dirigir proyectos de diseño de sistemas electrónicos y comunicaciones en entorno empresarial.
- Asumir la dirección técnica de departamentos o grupos de I+D+i del sector de las TIC y/o similar.
- Gestionar y organizar empresas en el ámbito TIC y/o Similar

Todo esto se consigue gracias a la formación científico-técnica en el ámbito de la ingeniería electrónica a nivel superior. Así como al cocimiento profundo de metodologías y técnicas de diseño, del análisis de sistemas electrónicos y las comunicaciones, y a una amplia base de conocimientos que le permita adaptarse e incidir en la evolución tecnológica de los sistemas electrónicos y otros sectores.

También resaltamos la transversalidad de los conocimientos en electrónica en amplios sectores socioeconómicos, la contribución esencial a sectores estratégicos y el formato académico homologable a nivel Europeo.

### B. Módulos y Materias Obligatorias, específicas de Ingeniería Electrónica

El master se ha organizado en 4 módulos, los cuales agrupan a un conjunto de materias. La Tabla II muestra la

relación de módulos existentes, así como las asignaturas relacionadas con los mismos. Dos de los módulos los denominamos básicos o fundamentales y los otros dos los denominamos aplicación.

El modulo de comunicaciones está formada por dos materias. Una relacionada con los circuitos electrónicos para los tratamientos y transmisión de la información. Componentes y medios de transmisión. La otra materia está más orientada a circuitos y sistemas específicos para procesado digital de señal.

El módulo de Diseño, organizado en tres materias, está pensado para introducir al alumno al diseño CMOS, diseño de circuitos y sistemas para aplicaciones de acondicionamiento y de señal, circuitos y equipos especiales. También, se mostrara el diseño de sistemas digitales complejos en FPGAs. En este modulo se hará uso de herramientas software que soporten dicho contenido.

TABLA II. MATERIAS OBLIGATORIAS – MÓDULOS.

Materias	Acrónimo	ECTS
<b>Módulo básico de Diseño</b>		
Diseño Microelectrónico	DM	3
Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos Analógicos	DCSE	3
Diseño de Sistemas Electrónicos en FPGA	DSE	3
<b>Módulo básico de dispositivos</b>		
Dispositivos Electrónicos	DE	3
Dispositivos Fotónicos	DF	3
<b>Módulo de aplicación. Energía eléctrica</b>		
Electrónica de Potencia	EP	3
Sistemas Electrónicos para Gestion de Energía	SEGE	3
<b>Módulo de aplicación. Comunicaciones</b>		
Circuitos Electrónicos de Comunicaciones	SEC	3
Procesado Digital de Señal	PDS	3
Materias	Acrónimo	ECTS
<b>Módulo de aplicación. Comunicaciones</b>		
Circuitos Electrónicos de Comunicaciones	SEC	3
Procesado Digital de Señal	PDS	3
<b>Módulo básico de Diseño</b>		
Diseño Microelectrónico	DM	3
Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos Analógicos	DCSE	3
Diseño de Sistemas Electrónicos en FPGA	DSE	3
<b>Módulo básico de dispositivos</b>		
Dispositivos Electrónicos	DE	3
Dispositivos Fotónicos	DF	3
<b>Módulo de aplicación. Energía eléctrica</b>		
Electrónica de Potencia	EP	3

Sistemas Electrónicos para Gestion de Energía	SEGE	3
---	------	---

El módulo de dispositivos formado por dos materias, mostraremos las propiedades, funcionamientos y limitaciones de los dispositivos electrónicos y fotónicos. Así como sus modelos físicos y circuitales.

El módulo de energía organizado en dos materias tiene como objetivo introducir al alumno en el mundo de la gestión eficiente de la energía. En electrónica de potencias mostraremos los dispositivos y componentes electrónicos de uso e aplicaciones de potencia así como el ámbito de aplicación. En sistemas electrónicos de gestión de energía mostraremos los sistemas electrónicos existentes para la gestión eficiente de la energía eléctrica

### C. Prácticas en Empresa y Proyecto Fin de Master

TABLA III. MATERIAS OBLIGATORIAS

Materias Obligatorias	Acrónimo	ECTS
Proyecto Fin de Master	PFM	15
Organización de Empresa	OE	3
Prácticas en Externas	PEX	6
Gestión de Proyectos, Normativas y Emprendimiento.	GPN	3

La tabla III muestra, por un lado, las asignaturas obligatorias transversales: Organización de Empresa, Gestión de Proyectos, Normativa y Emprendimiento, y por el otro, asignaturas más específicas como Proyecto Fin de Master y Prácticas Externas en empresas.

La transversalidad de estas asignaturas tiene como objetivo mostrar las técnicas y estrategias que podrán facilitar la creación y/o crecimiento de los negocios/empresas.

### D. Materias Optativas

TABLA IV. MATERIAS OPTATIVAS

Materias Obligatorias	Acrónimo	ECTS
Procesado y Analisis de Imagen	PAI	3
Ingenieria sobre dispositivos Heterogeneos	IDH	3
Comunicaciones Opticas	CO	3
Codiseño Hardware-Software sobre FPGA	CFPGA	3

Las Materias optativa están orientadas a complementar el currículo del alumno:

- Adquiriendo la capacidad de diseño de sistemas autónomos para la interpretación del mundo real a través de la adquisición de imágenes,
- Proporcionar una visión general de las diferentes arquitecturas, de computación ubicua, validas para los

dispositivos con capacidad de proceso y comunicación, así como de las herramientas y estándares existentes para el desarrollo de aplicaciones en estos dispositivos

- Adquirir conocimientos de tecnologías que permiten el desarrollo de sistemas adaptables a múltiples dispositivos y fáciles de utilizar (teléfonos móviles, PDAs, TV digital, etc.)
- Familiarizarse con el proceso de codiseño hardware-software y sea capaz de desarrollar un sistema de en una plataforma reconfigurable
- La capacidad de entender los procesos de comunicación mediante señales del espectro óptico así como conocer los dispositivos que se usan.

## V. CONCLUSIONES

Con el fin de adecuar el actual Master de Ingeniería Electrónica (MIE) que actualmente se imparte en la Universidad de La Laguna a las exigencias del Real decreto 1393/2007 [1], en este trabajo se propone un nuevo MIE, que totaliza 60 ECTS, de carácter profesional y consta de dos módulos básicos (dispositivos y diseño), dos módulos de aplicación (comunicaciones y energía eléctrica. También existe un módulo de asignaturas optativas que complementan los módulos de aplicación y básico. Por último, un módulo de materias transversales de carácter obligatorio relacionadas con el mundo de la empresa, su organización y gestión, y las normativas para las instalaciones electrónicas.



Figura 1. Diagrama esquemático de la estructura del Master propuesto.

Una vez finalizado el diseño de los estudios según la estructura dada en la figura 1 y de un análisis más exhaustivo,

la comisión de diseño considera que 60 ECTS son insuficientes para cubrir los módulos básicos y de aplicación.

En este sentido, un Master de 90 ECTS permitiría aumentar los créditos de estos módulos, y de este modo se podría profundizar los contenidos de materias tales como los dispositivos Fotovoltaicos, el diseño de circuitos y sistemas analógicos y digitales, y los sistemas empotrados.

#### REFERENCIAS

- [1] REAL DECRETO 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Reglamento de Enseñanzas Oficiales de Máster y Doctorado de la Universidad de La Laguna. Boletín oficial de Canarias, no. 31, 16 de febrero de 2009, pp 2931-2945.
- [2] “Investigación en Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones (TEC): una disciplina al servicio de las personas”. Universia. <http://investigacion.universia.es/seccionEspecial.jsp?idEspecial=90&idSeccion=5512&title=MUCHO-MAS-QUE-INVESTIGACION-TECNOLOGICA>
- [3] Plan de gobierno de La Universidad de La Laguna 2011-2015, [http://webpages.ull.es/users/ccoo/blog/PlanGOBIERNOull2011\\_15.pdf](http://webpages.ull.es/users/ccoo/blog/PlanGOBIERNOull2011_15.pdf)
- [4] Libro Blanco Para los futuros Títulos de Grado en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Ingeniería Electrónica. ANECA 2004
- [5] Bunk, G. P. La transmisión de las competencias en la formación y perfeccionamiento de profesionales de la RFA. Revista Europea de Formación Profesional, 1 (8-14), 1994.
- [6] Echeverría, B. Gestión de la Competencia de Acción Profesional. Revista de Educación Educativa; 20 (1): 7- 43, 2002.
- [7] Formación y Crisis: un binomio Compatible, <http://ecoaula.economista.es/master-posgrados/noticias/1325354/06/09/Formacion-y-crisis-un-binomio-compatible.html>
- [8] Formación para soportar la Crisis, [http://archivo.expansionyempleo.com/2010/01/18/desarrollo\\_de\\_carrera/1263811770.html](http://archivo.expansionyempleo.com/2010/01/18/desarrollo_de_carrera/1263811770.html)