



UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA SAN DIEGO VERSUS UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA

Juan M. López González
Departament d'Enginyeria Electrònica
E.T.S. d'Enginyeria de Telecomunicació
jmlopezg@eel.upc.es

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS ESTUDIOS UNIVERSITARIOS CONDUCTENTES A LAS TITULACIONES DE MS ELECTRICAL ENGINEERING (UCSD) Y DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA (UPC)

1. Introducción

Cualquier estudio sobre enseñanza, independientemente de la edad de los alumnos a los que va dirigida esa enseñanza y de la extensión del estudio, en mi opinión, debe ser escrupuloso en recordar que los datos y las conclusiones que establezca son solo una parte del proceso educativo que se pretende analizar y que sin duda son las actuaciones del profesor y de los alumnos la parte fundamental de dicho proceso.

El presente trabajo pretende exponer y comparar el curriculum de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Cataluña (IE-UPC) con el de Electrical Engineering MS de la Universidad de California San Diego (IE-UCSD).

La obtención de la titulación de IE-UCSD, sin repetir asignaturas, necesitaría de aproximadamente unos 5 años y medio de estudios: 4 años de BS -Bachelor Science- y luego el MS -Master Science- que consiste en 1 año de asignaturas y el equivalente a nuestro proyecto final de carrera (recientemente existe la posibilidad de obtener un ME -Master Engeneering- en solo 1 año, sin PFC o equivalente). El paso de BS al MS no es directo, el estudiante debe haber alcanzado un nivel aceptable en el BS.

El departamento de Electrical and Computer Engineering de la UCSD ofrece 3 BS: BS Electrical Engineering, BS Engineering Physics, BS Computer Engineering. El estudio que se presenta muestra solo el BS Electrical Engineering. Conviene señalar que este último curriculum es el camino natural para realizar el MS Electrical Engineering (que equivale al título superior en Electrónica o Telecomunicaciones).

La terminología utilizada en el estudio no es necesariamente la utilizada por las Universidades, con el objetivo de primar la comprensión de los datos a su mera exposición. De este modo, para medir la carga académica de las asignaturas se ha utilizado las horas de clase en lugar de los «créditos» (UPC) o de las «units» (UCSD).

En los apartados 2 y 3 del presente trabajo se exponen los datos macroscópicos más relevantes de los estudios de IE-UPC y de IE-UCSD, respectivamente. En los apartados

4 y 5 se muestra el esquema de las asignaturas que se deben cursar en cada curriculum y los títulos explicativos de las mismas. En el apartado 6 se comparan los datos macroscópicos presentados en los apartados 2 y 3. En el apartado 7 se comentan algunos aspectos sobre los contenidos de las asignaturas y finalmente en el apartado 8 se enfatizan los aspectos más relevantes del análisis realizado.

2. Grandes rasgos de los estudios de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Cataluña (IE-UPC)

En este trabajo se supone que el estudiante de Ingeniería Electrónica ha realizado el 1er ciclo de Ingeniería de Telecomunicación en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona. Los datos macroscópicos más importantes de los estudios de Ingeniería Electrónica en la Universidad Politécnica de Cataluña son:

NUMERO DE HORAS TOTALES:

1- Número de horas de clase totales (con el proyecto final de carrera o PFC):	3375
2- Número de horas de PFC asignadas:	150
3- Número de horas de clase totales (no PFC):	3225
4- Número de horas de ALE:	300
5- Número de horas de clase totales (no ALE, no PFC):	2925
6- Número de horas de Economía y Organizacion de Empresas (ECO):	105
7- Número de horas de clase totales (no ALE, no ECO, no PFC):	2820
8- Número de horas de asignaturas optativas (OPT):	300
9- Número de horas comunes a todos los alumnos (no PFC, no ALE, no ECO, no OPT):	2520
12- Número de horas de física:	150
13- Número de horas de química:	0
14- Número de horas de matemáticas:	420
15- Número de horas de matemáticas + física+ química:	570
16- Nº de horas de ordenadores, 1er.ciclo comunes (ORD):	120
17- Nº de horas de telemática, 1er.ciclo comunes (TEL):	105
18- Nº de horas de señal y comunicaciones, 1er.ciclo comunes (TSC):	450
19- Nº de horas de electrónica, 1er.ciclo comunes (ELE):	375
20- Número de horas de asignaturas tecnológicas en 1er ciclo (no OPT):	1050
21- Número de horas de asignaturas tecnológicas en 2º. ciclo (no OPT):	900
22- Número de horas de asignaturas tecnológicas (no ALE, no OPT, no PFC, no ECO, no Ciencias Básicas):	1950

CARGA ACADÉMICA:

23- Nº de horas de media por asignatura de ciencia y tecnológica cursada:	61
--	----



24- Número de semanas de clase al año: (2 cuatrimestres de 15 semanas)	30
25- Número de asig. de ciencia y tecnología (no ALE) cursadas simultáneamente:	6 aprox.
26- Número de horas de clase a la semana:	25 aprox.
27- Número de asignaturas al año:	12 aprox.
28- Duración de los estudios con PFC:	5 años
29- Duración de los estudios sin PFC:	4 1/2 años

NÚMERO DE ASIGNATURAS Y OPTATIVIDAD

30- Número de asignaturas cursadas (no PFC, no ALE, no ECO):	48
31- Número de asignaturas cursadas en 1er. ciclo (no PFC, no ALE, no ECO):	27
32- Número de asig. tecno. en 1er ciclo comunes a todos los alumnos:	18
33- Número de asig. tecno. en 2o ciclo comunes a todos los alumnos:	17
34- Número de asig. tecno. optativas en 1er ciclo :1 (8 para cubrirla)	
35- Número de asignaturas tecnológicas optativas en 2º ciclo: 4 (61 para cubrirlas)	
36- Especialidades : (3*) -Telemática, Comunicaciones y Electrónica- *Si se tiene en cuenta que el alumno de 1º ciclo puede cursar I. de Telecomunicación	

3. Grandes rasgos de los estudios de Electrical Engineering MS de la Universidad de California San Diego (IE-UCSD)

Los datos macroscópicos más importantes de los estudios de Ingeniería Electrónica en la Universidad de California San Diego son:

NUMERO DE HORAS TOTALES:

1- Número de horas de clase totales (con PFC):	3420
2- Número de horas de PFC asignadas:	180
3- Número de horas de clase totales (no PFC):	3240
4- Número de horas de General Education Requeriments (GER):	540
5- Número de horas de clase totales (no GER, no PFC):	2700
8- Número de horas de asignaturas optativas (OPT) :	660
9- Número de horas comunes a todos los alumnos (no PFC, no GER, no OPT):	2040
10- Número de horas de profundización obligatorias especialidad (ESP):	540
11- Número de horas comunes a los alumnos (no PFC, no GER, no OPT, no ESP):	1500
12- Número de horas de física:	240
13- Número de horas de química:	60
14- Número de horas de matemáticas:	420
15- Número de horas de matemáticas + física+ química:	720
16- Nº de horas de ordenadores 1er.ciclo comunes (ORD):	120
17- Número de horas de telemática 1er.ciclo comunes (TEL):	0
18- Nº de horas de señal y comunicaciones 1er.ciclo comunes (TSC):	60
19- Nº de horas de electrónica 1er.ciclo comunes (ELE):	420
20- Nº de h. de asig. tecnológicas en 1er ciclo (no OPT):	600
21- Nº de horas de asig. tecnológicas en 2o. ciclo (no OPT):	720
22- Número de horas de asignaturas tecnológicas (no GER, no OPT, no PFC, no ECO, no Ciencias Básicas, con ESP):	1320

CARGA ACADÉMICA:

23- Nº de horas media por asignatura de ciencia y tecnológica:	60
24- Número de semanas de clase al año: (3 trimestres de 10 semanas)	30
25- Número de asig. de ciencia y tecnología (no GER) cursadas simultáneamente:	3 aprox.
26- Número de horas de clase a la semana :	22.5 aprox.
27- Número de asignaturas al año:	12 aprox.

28- Duración de los estudios con PFC:	5 1/2 años
29- Duración de los estudios sin PFC:	5 años

NÚMERO DE ASIGNATURAS Y OPTATIVIDAD

30- Número de asignaturas cursadas (no PFC, no GER):	45
31- Número de asignaturas cursadas en 1er. ciclo (no PFC, no GER, no ECO):	22
32- Nº de asig. tecno. en 1ª ciclo comunes a todos los alumnos:	11
33- Número de asig. tecno. en 2o ciclo comunes (con ESP):	2 (11)
34- Número de asig. tecno. optativas en 1er ciclo:	0
35- Número de asig. tecno. optativas en 2º ciclo : 6 en BS (55 para cubrirlas), 5 en MS (97 para cubrirlas)	
36- Especialidades : 11 (BS) y 21 (MS)	

4. Curriculum de Ingeniería Electrónica en la Universidad Politécnica de Cataluña

En la primera tabla se indica por cursos y cuatrimestres las asignaturas que el alumno debe cursar para obtener la titulación de Ingeniería Electrónica en la Universidad Politécnica de Cataluña. Entre paréntesis al lado de la denominación que se ha utilizado de la asignatura se muestra el número ponderado de horas de clase de la asignatura, si esta es diferente a 60 horas (por ejemplo: en una asignatura de 45 horas el número que aparece entre paréntesis es 0.75).

En esa tabla se indica el código de la asignatura por si se quiere consultar los contenidos de la misma en la web de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona de la Universidad Politécnica de Cataluña (www.etsetb.upc.es).

PRIMER CURSO

OTOÑO	PRIMAVERA
ELE I 11468	ELE II 11472
ORD I 11470	ELE III (1.25) 11476
FISI (1.25) 11469	ELE IV (0.5) 11475
MAT I (1.25) 11464	FIS II (1.25) 11474
MAT II (1.25) 11465	MAT III (1.25) 11471
ALE (0.25)	MAT IV (1.25) 11473

SEGUNDO CURSO

OTOÑO	PRIMAVERA
ELE V 11478	ELE VI (0.75) 11482
ORD II 11477	ELE VII (0.75) 11484
SEN I (1.25) 11480	SEN II (1.25) 11485
MAT V 11467	RAD I (1.25) 11481
MAT VI 11479	COM I 11483
ECO I 11466	ALE (1.50)

TERCER CURSO

OTOÑO (Fin 1º ciclo)	PRIMAVERA (Inicio 2º ciclo)
RAD II (1.25) 11490	DISE 11612
COM II 11487	INST I 11611
COM III (0.50) 11488	SEMI I 11613
TEL I (1.25) 11486	MICR (0.75) 11614
TEL II (0.50) 11489	CONT (0.75) 11608
OPT	ECON II (0.75) 11609
ALE (0.75)	ALE

CUARTO CURSO

OTOÑO	PRIMAVERA
TEL III 11623	DIGI II (0.75) 11620
TEL IV (0.50) 11624	CIRC II 11616
SEMI II 11625	ORD IV (0.50) 11622
CIRC I 11615	CIRC III 11618
DIGI I 11611	SEN III 11626
INST II 11617	OPT
ORD III (0.75) 11621	OPT

QUINTO CURSO

OTOÑO	PRIMAVERA
OPT	
OPT	
ALE	
ALE (0.50)	

En la segunda tabla se cita el nombre completo de las asignaturas.

ELE I	Circuitos y Sistemas Electrónicos I
ORD I	Introducción a los Ordenadores
FIS I (1.25)	Física I
MAT I (1.25)	Álgebra Lineal
MAT II (1.25)	Cálculo
ELE II	Circuitos y Sistemas Electrónicos II
ELE III (1.25)	Teoría de Circuitos
ELE IV (0.5)	Laboratorio de Electrónica I
FIS II (1.25)	Física II
MAT III (1.25)	Análisis Vectorial
MAT IV (1.25)	Ecuaciones Diferenciales
ELE V	Circuitos y Sistemas Electrónicos III
ORD II	Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos I
SEN I (1.25)	Señales y Sistemas I
MAT V	Probabilidad y Procesos Estocásticos
MAT VI	Matemáticas de la Telecomunicación
ECO I	Economía
ELE VI (0.75)	Circuitos y Sistemas Electrónicos IV
ELE VII (0.75)	Laboratorio de Electrónica II
SEN II (1.25)	Señales y Sistemas II
RAD I (1.25)	Campos Electromagnéticos
COM I	Comunicaciones I
RAD II (1.25)	Radiación y Ondas Guiadas
COM II	Comunicaciones II
COM III (0.50)	Laboratorio de Comunicaciones
TEL I (1.25)	Arquitectura de Redes
TEL II (0.50)	Laboratorio de Telemática I
DISE	Equipos Electrónicos
INST	Instrumentación Electrónica
SEMI I	Dispositivos Electrónicos y Fotónicos I
MICR (0.75)	Circuitos de Alta Frecuencia
CONT (0.75)	Sistemas Electrónicos de Control
ECONII (0.75)	Organización de Empresas
TEL III	Redes, Sistemas y Servicios de Comunicación
TEL IV (0.50)	Laboratorio de Telemática
SEMI II	Dispositivos Electrónicos y Fotónicos II
CIRCI	Diseño Microelectrónico I
DIGII	Sistemas Digitales I
INSTII	Aplicaciones de la Ingeniería Electrónica I
ORD III (0.75)	Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos
DIGII (0.75)	Sistemas Digitales II
CIRCI	Diseño Microelectrónico II
ORD IV (0.50)	Lab. de Arquitectura de Computadores y Sist. Operativos
CIRCIII	Aplicaciones de la Ingeniería Electrónica II
SEN III	Procesado de Señal y Comunicaciones

5. Curriculum de Ingeniería Electrónica en la Universidad de California San Diego

En la primera tabla se indica por cursos y trimestres las asignaturas que el alumno debe cursar para obtener la titulación de Ingeniería Electrónica en la Universidad de California San Diego.

Al lado de la denominación de la asignatura se da el código de la misma por si se quiere consultar su contenido en la web del Departamento de Electrical and Computer Engineering de la Universidad de California San Diego (www.ece.ucsd.edu).

Las asignaturas GER son General Education Requirements.

Las asignaturas ESP # son asignaturas obligatorias de la especialidad seleccionada en el BS, existen 11 especialidades:

- Circuitos y Sistemas Electrónicos

PRIMER CURSO					
OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
ORD I	cse 11	ELE I	ece 20A	ELE II	ece 20B
MAT I	mat 20A	MAT II	mat 20B	MAT III	mat 20C
QUI	che 6A	FIS I	phy 2A	FIS II	phy 2B
GER (0.75)		GER (0.75)		GER (0.75)	
SEGUNDO CURSO					
OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
ORD II	ece 30	ELE III	ece 60A	ELE IV	ece 60B
FIS III	phy 2C	FIS IV	phys 2D	ELE V	ece 60L
MAT IV	mat 20F	MAT V	mat 20D	MAT VI	mat 20E
GER (0.75)		GER (0.75)		GER (0.75)	
TERCER CURSO					
OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
SEN I	ece 101	RAD I	ece 107	ESP 1	
ELE VI	ece 102	ELE VIII	ece 108	ESP 2	
ELE VII	ece 103	MAT VII	ece 109	OPT	
GER (0.75)		GER (0.75)		GER (0.75)	
CUARTO CURSO					
OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
ESP 3		ESP 4		ESP 5	
OPT		DISE	ece 192	OPT	
OPT		OPT		OPT	
GER (0.75)		GER (0.75)		GER (0.75)	
QUINTO CURSO (MS)					
OTOÑO		INVIERNO		PRIMAVERA	
ESPMS 1		ESPMS 2		ESPMS 3	
OPT		OPT		ESPMS 4	
OPT		OPT		OPT	

- Materiales y Dispositivos Electrónicos
- Teoría de Sistemas y Control
- Maquinas Inteligentes
- Fotónica
- Sistemas de Comunicación
- Redes
- Sistemas de Colas
- Diseño de Ordenadores
- Sistemas Software
- Visual Computing

Las asignaturas ESPMS # se refieren a asignaturas obligatorias de la especialidad elegida en el MS. Las asignaturas se engloban en especialidades y estas en áreas.

- Area FÍSICA APLICADA (5 especialidades)
 - Electrónica del estado sólido
 - Semiconductores
 - Ciencia de Materiales
 - Optica I
 - Optica II
- Area SISTEMAS DE INFORMACIÓN (10 especialidades)
 - Procesos aleatorios
 - Procesado digital de señal
 - Análisis digital de imágenes
 - Teoría de errores
 - Teoría de la información
 - Fuentes de codificación
 - Análisis de Series temporales
 - Comunicación sin hilos
 - Comunicación digital
 - Codificación de canales
- Area INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INFORMÁTICA (6 especialidades)
 - Circuitos VLSI



- Tolerancia a fallos
- Diseño de IC analógicos
- Diseño de circuitos sin hilos
- Arquitectura de Computadores
- Diseño Asistido por Ordenador

31- Número de asig. cursadas 1er ciclo (no PFC, no ALE, no ECO)

27

22

6.2 DEDICACIÓN E INTENSIDAD DE LOS ESTUDIOS

Por dedicación necesaria en los estudios conducentes a la titulación de Ingeniería Electrónica en la UPC y en la UCSD entiendo (al margen de los contenidos y objetivos de las asignaturas y de la severidad en la valoración de la adquisición de los mismos) el número de horas de clase semanales y el número de asignaturas de ciencia y tecnología cursadas simultáneamente. La comparación de estos parámetros en la tabla siguiente demuestra que la carga académica es mayor en la UPC que en la UCSD.

Parámetro	IE-UPC	IE-UCSD
25-Número de asig. de ciencia y tec. cursadas simultáneamente	6 aprox.	3 aprox.
26-Número de horas de clase a la semana	25 aprox.	22,5 aprox.
27-Número de asignaturas al año	12 aprox.	12 aprox.

6.3 OPTATIVIDAD Y ESPECIALIDAD

La optatividad y la especialización la podemos medir contando el número de horas y asignaturas comunes y optativas en ambas titulaciones. Como se evidencia en la tabla el grado de optatividad y especialización es muy elevado en los estudios de IE-UCSD comparados con los estudios de IE-UPC.

Parámetro	IE-UPC	IE-UCSD
9- Número de horas comunes (no PFC, ALE, ECO, OPT)	2520	2520
11-Número de horas comunes (no PFC, GER, OPT, ESP)	2040	1500
32- Nº de asig. tec. comunes en 1º ciclo	18	11
33- Nº de asig. tec. comunes en 2º ciclo	17	2
34- Nº de asig. tec. optativas en 1º ciclo	1	0
35-Nº de asig. tec. optativas en 2º ciclo	4	11
36-Especialidades	3	21

6.4 MATERIAS EN EL PRIMER CICLO

Por primer ciclo se entiende en los estudios de IE-UPC los dos años y medio primeros de estudios (de acuerdo con el apartado 4) y en los estudios de IE-UCSD el equivalente a dos años y medio de estudios, es decir, hasta la mitad de las asignaturas del trimestre de invierno en el tercer año (hemos elegido del 2º trimestre del 3º año las asignaturas GER y MATVII como materias del primer ciclo, ver el apartado 5).

La tabla siguiente permite observar a nivel macroscópico diferencias importantes en el peso que se da a los diferentes campos de la ciencia y la tecnología en los primeros años de estudio. En esa tabla se muestra el número de horas de clase de los diferentes campos del conocimiento tecnológico, a saber: MAT, Matemáticas, FIQ, Física y Química, ORD, Ordenadores, ELE, Electrónica, TEL, Telemática, TSC, Señal y Comunicaciones.

A continuación se cita el nombre completo de cada asignatura:

ORD I	Introduction to Computer Science: Java
MAT I	Calculus for Science and Engineering
QUI	General Chemistry
ELE I	Introduction to Electrical Engineering I
MAT II	Calculus for Science and Engineering
FIS I	Physics-Mechanics
ELE II	Introduction to Electrical Engineering II
MAT III	Calculus for Science and Engineering
FIS II	Physics- Electricity and Magnetism
ORD II	Introduction to Computer Engineering
FIS III	Physics-Fluids, Waves, Thermodynamics, and Optics
MAT IV	Linear Algebra
ELE III	Circuits and Systems I
FIS IV	Physics-Relativity and Quantum Physics
MAT V	Differential Equations and Vector Calculus
ELE IV	Circuits and Systems II
ELE V	Circuits and Systems Laboratory
MAT VI	Introduction to Active Circuit Design
SEN I	Linear Systems Fundamentals
ELE VI	Introduction to Active Circuit Design
ELE VII	Fundamentals of Devices and Materials
RAD I	Electromagnetism
ELEVIII	Digital Circuits
MATVII	Engineering Probability and Statistics

6. Comparación macroscópica

En este apartado se presentan los datos de los apartados 2 y 3 agrupados de manera que se facilite la comparación de los curriculum de Ingeniería Electrónica de ambas universidades. ¿Qué se va a comparar?. Si ponemos títulos a las comparaciones presentadas a continuación, estos podrían ser: Duración de los estudios, Dedicación e Intensidad, Optatividad y Especialización, Materias en el primer ciclo.

6.1 DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS

Por duración de los estudios entiendo no solo la duración de los estudios con o sin PFC (parámetros 28 y 29), sino también otros factores que en mi opinión afectan a esa duración, como el número de asignaturas cursadas, el número de horas de clase totales y el número de asignaturas de libre elección. La tabla siguiente permite observar que, en mi opinión, las diferencias en la duración de los estudios son poco significativas.

Parámetro	IE-UPC	IE-UCSD
1- Número de horas de clase	3375	3420
5- Número de horas de clase (no PFC, no ALE, no GER)	2925	2700
28- Duración de los estudios con PFC	5 años	51/2 años
29- Duración de los estudios sin PFC	41/2 años	5 años
30- Número de asig. cursadas (no PFC, no ALE, no ECO)	48	45

MATERIA	IE-UPC	IE-UCSD
MAT	420	420
FIQ	150	300
ORD	120	120
ELE	375	420
TEL	105	0
TSC	450	60

7. Comparación de los contenidos del primer ciclo.

Dada la optatividad y especialización en las asignaturas del equivalente al segundo ciclo en la titulación de IE-UCSD no tiene sentido comparar los contenidos de ese segundo ciclo con el que se ofrece en la UPC. Por ese motivo en este apartado me limitaré a señalar los contenidos que se explican en las materias fundamentales de primer ciclo en ambas titulaciones.

7.1 MATEMÁTICAS

En la tabla siguiente se muestra que en la práctica los contenidos de matemáticas explicados en la primera fase de ambos estudios coinciden. El análisis de Fourier y variable compleja en la UCSD se estudian en la asignatura «ece 101» de tercer curso que yo he llamado SEN1.

Contenidos	IE-UPC	IE-UCSD
Funciones de una variable	si	si
Límites y sucesiones una variable	si	si
Derivar una variable	si	si
Integrar una variable	si	si
Series	si	si
Espacios vectoriales	si	si
Espacios Euclídeos	si	si
Matrices	si	si
Ortogonalidad	si	si
Funciones de varias variables	si	si
Cálculo vectorial	si	si
Integrales de varias variables	si	si
Teoremas integrales	si	si
Cálculo diferencial	si	si
Ec. diferenciales de primer orden	si	si
Ec. diferenciales lineales coef. ctes.	si	si
Geometría vectorial		si
Transformada de Laplace	si	si
Problemas de contorno en ec. dif.	si	si
Análisis de Fourier	si	si (ece 101)
Funciones de variable compleja	si	si (ece 101)
Probabilidad	si	si
Estadística	si	si
Procesos Estocásticos	si	no

7.2 FÍSICA Y QUÍMICA

Como vemos en la tabla siguiente en los contenidos explicados en las materias de física y química en ambas universidades existen notables diferencias. En la UCSD además de enseñar los que se dan en la UPC se tiene: Estiquiometria, enlaces, Química atómica, termodinámica, óptica y un introducción a la física atómica y cuántica.

Contenidos	IE-UPC	IE-UCSD
Estiquiometria	no	si

Enlaces	no	si
Química atómica	no	si
Cinemática	no	si
Dinámica	si	si
Movimiento oscilatorio	si	si
Electricidad	si	si
Magnetismo	si	si
Ondas Electromagnéticas	si	si
Fluidos	no	si
Termodinámica	no	si
Óptica	no	si
Introducción a la física atómica y cuántica	no	si

7.3 ORDENADORES

Los contenidos de las asignaturas de ordenadores en ambas titulaciones presentan alguna diferencia significativa, en particular que en la UCSD se enseña Java y Unix en lugar de lenguaje C.

Contenidos	IE-UPC	IE-UCSD
Introducción a la Programación: C	si	no
Introducción a la Programación: Java y Unix	no	si
Estructura del ordenador	si	si
Lenguaje maquina	si	si
Operaciones de entrada/salida	si	si
Sistemas Operativos	si	no
Programación orientada al objeto	no	si
Corrientes tecnológicas en el diseño lógico	no	si

7.4 ELECTRÓNICA

Los contenidos de electrónica en los primeros cursos difieren de una universidad a otra apreciablemente. en la UCSD los dispositivos semiconductores y los circuitos con dispositivos activos ocupan practicamente el 50% de las horas de electrónica, en cambio en la UPC estos temas no se explican en el primer ciclo, y en su lugar se incide en la electrónica analógica utilizando amplificadores operacionales y en la electrónica digital básica.

Contenidos	IE-UPC	IE-UCSD
Ley de Ohm	si	si
I(V) en los elementos de circuito:		
R, L, C, diodo, BJT	si	si
Leyes de Kirchoff	si	si
Thevenin y Norton	si	si
Prácticas de electrónica básica	si	si
Prácticas de electrónica digital	si	si
Transformada de Laplace	si	si
Análisis de circuitos con la trans. de Laplace	si	si
Regimen permanente sinusoidal	si	si
Funciones de transferencia, respuesta frec.	si	si
Bipuertos -en la UPC el curso 98/99		
circuitos resonantes	si	si
Introducción a la física de semiconductores	no	si
Introducción a los dispositivos semiconductores	no	si
Física de Semiconductores	no	si
La unión PN (*)	no	si
El transistor bipolar (*)	no	si
El transistor de efecto campo (*)	no	si
Diseño de circuitos activos no lineales	no	si
Modelos de dispositivos no lineales	no	si
Modelos lineales y de pequeña señal	si	si
Diseño lógico	si	no
Circuitos secuenciales	si	no
Circuitos combinacionales	si	no
Diseño lógico NMOS y CMOS	si	no



Modelo no ideal del AO	si	no
Circuitos realimentados	si	no
Aplicaciones lineales y no lineales del AO	si	no
Generadores de señal y otras aplicaciones	si	no
Microprocesadores	si	no
Memorias	si	no
Operaciones de entrada/salida	si	no

**Inciendiendo en la física del dispositivo y en la relación con su comportamiento eléctrico*

7.5 TELEMÁTICA

La UCSD no imparte contenidos de telemática en el equivalente a nuestro primer ciclo. Por complitud se añade la tabla siguiente donde se indican los temas fundamentales que se imparten en el primer ciclo de los estudios en la UPC.

Contenidos	IE-UPC	IE-UCSD
Fundamentos de redes de Telecomunicación	si	no
Transporte	si	no
Conmutación	si	no
Telefonía móvil celular	si	no
Protocolos	si	no

7.6 SEÑAL Y COMUNICACIONES

La diferencia entre los contenidos de asignaturas de radiación, señal y comunicaciones de los primeros años en ambos estudios es apreciable, aunque dicha diferencia se pueda justificar en gran parte porque el primer ciclo en la UPC es el primer ciclo de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación y no el primer ciclo de una titulación de Ingeniería Electrónica, también es necesario decir que en EEUU especializarse en señal o comunicaciones requiere un Electrical Engineering BS. En el BS de la UCSD (equivalente a 4 años de carrera) solo existen 2 asignaturas comunes de este campo (ece 101 y ece 107 equivalente en parte a Señales y Sistemas I y Campos Electromagnéticos).

Contenidos	IE-UPC	IE-UCSD
Sistemas lineales y sistemas invariantes	si	si
Fouriers	si	si
Respuesta impulsional y frecuencial	si	si
Transformada z	si	si
Convolución, Sampling, Aliasing	si	si
Filtros	si	no
Ecuaciones de Maxwell y Ondas EM	si	no
Propagación guiada	si	no
Radiación electromagnética	si	no
Lineas de transmisión	si	no
Cables	si	no
Antenas	si	no
Propagación no guiada	si	no
Procesos aleatorios y ruido	si	no
Transmisión analógica banda base	si	no
Modulación lineal	si	no
Modulación angular	si	no
Modulación por pulsos codificados	si	no
Transmisión digital banda base	si	no
Transmisión digital paso banda	si	no
Modulaciones de espectro ensanchado	si	no
Medidas en sistemas de transmisión	si	no

8. Conclusiones.

La exposición y comparación de los estudios que conducen a obtener un título superior en Ingeniería Electrónica en la Universidad Politécnica de Cataluña (IE-UPC) y en la Universidad de California San Diego (IE-UCSD), han permitido señalar las semejanzas y diferencias más importantes entre ambas titulaciones. En resumen:

- La duración de los estudios es parecida.
- La carga académica es mucho mayor en la UPC.
- La optatividad y especialización es considerablemente más amplia en la UCSD.
- Los contenidos y nº de horas de matemáticas y ordenadores en primer ciclo son bastante parecidos (salvo que en la UPC se explica lenguaje C y en la UCSD lenguaje UNIX o Java).
- En la UCSD se dan el doble de horas de clase de Física y Química que en la UPC.
- Los contenidos de Electrónica de primer ciclo en ambas universidades difieren en un 50% aproximadamente. En la UPC, se incide en circuitos con bloques básicos (operacionales y puertas), en la UCSD se incide en la física de los dispositivos y en los circuitos con dispositivos activos.
- En la UCSD no se imparten conocimientos de telemática en el equivalente a nuestro primer ciclo.
- El peso de las asignaturas de Radiación, Señal y Comunicaciones en la titulación de la UPC es importantísimo (450 horas en primer ciclo). En cambio en la UCSD la únicas asignaturas comunes a todos los alumnos en el campo de la radiación y las comunicaciones en toda la carrera serían aproximadamente equivalentes, en contenido, a las asignaturas Señales y Sistemas I y Campos Electromagnéticos de la UPC.

No he sacado conclusiones que puedan denotar una decantación sobre que es preferible y porqué en la estructuración de un curriculum en Ingeniería Electrónica, porqué en mi opinión además de los aspectos señalados en este estudio se debería realizar:

- 1) Un análisis de la estructura económico-social del entorno universitario: mercado de trabajo, empresas del sector, oferta de estudios similares.
- 2) Un estudio sobre los conocimientos que se desean transmitir, en consonancia con 1), y en que orden se debe realizar esa transmisión. Así como los objetivos que se pretenden conseguir.
- 3) Un estudio del esfuerzo que deben realizar los alumnos para conseguir esos objetivos.
- 4) Un análisis de los métodos y recursos utilizados en el proceso.

Me gustaría terminar este pequeño trabajo realizado sin interés y por sana curiosidad volviendo a repetir lo que en mi opinión no se debe olvidar siempre que se habla de Enseñanza o Aprendizaje. Se necesitan dos sujetos uno (objeto o persona) que quiera y sepa enseñar y otro que quiera y pueda aprender, sin ellos cualquier otro aspecto del proceso no tiene sentido.