

La formación en ingeniería de telecomunicación

ANTONI ELIAS FUSTE

De siempre los ingenieros han detentado "el ingenio técnico", esa aptitud para crear, organizar o dirigir trabajos haciendo patente un espíritu de invención y una habilidad técnica que es la fuente del capital intelectual de una empresa, no parece que este tema vaya a sufrir cambios en un futuro próximo, lo que sí va a cambiar es la manera en que las empresas van a adquirir y explotar este capital, el ingeniero (como cualquier otro profesional) deberá ser consciente de la necesidad de mantener sus conocimientos actualizados, deberá ser capaz de gestionar y desarrollar por sí mismo su propia carrera profesional.

Inicialmente limitado a la técnica y a la tecnología, el campo de acción de la ingeniería se ha extendido considerablemente en las últimas décadas, tanto que la mayoría de cuestiones consideradas globales (medio ambiente, demografía, sociedad de la información etc.) son actualmente consideradas como problemas en los que cómo causa o consecuencia, la ingeniería tiene una gran implicación.

Tradicionalmente, el ingeniero es el profesional más cualificado de una determinada tecnología. El desarrollo de perfiles científicos y tecnológicos es la base de la formación en las ingenierías, no obstante resulta evidente que al ingeniero tarde o tem-

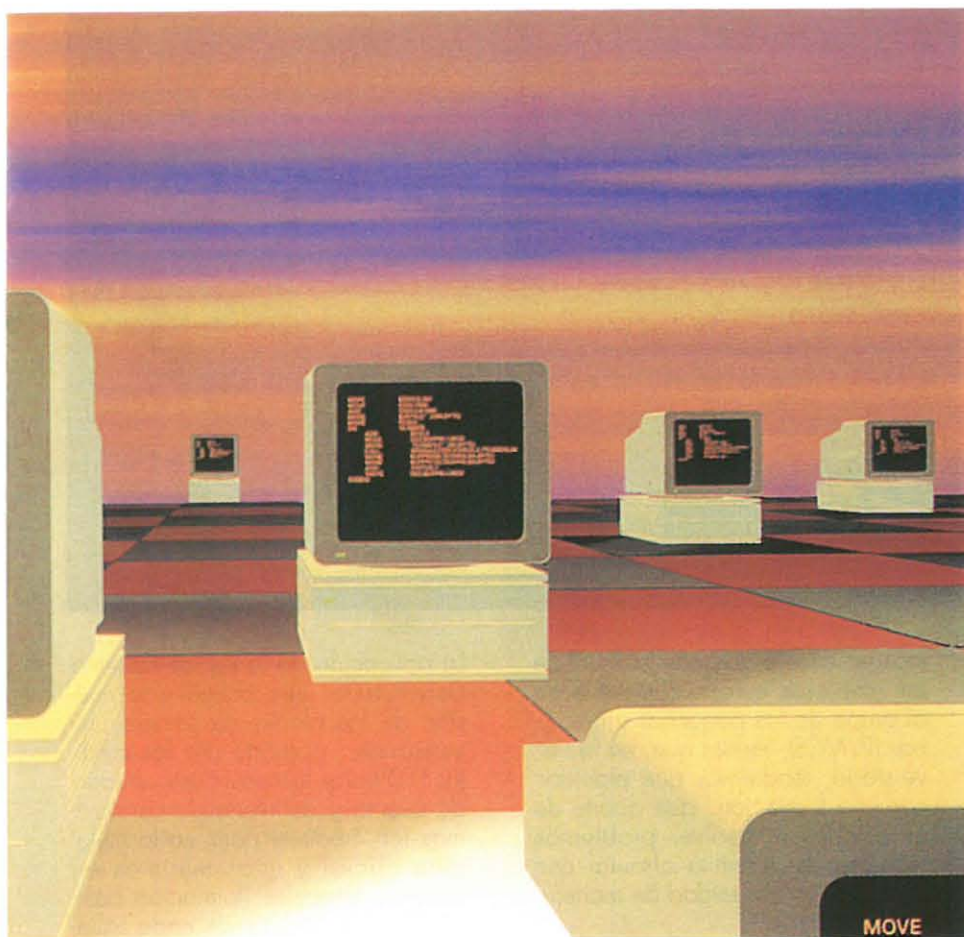
prano también se le exigen funciones directivas. Por otra parte, la globalización de los mercados, consecuencia del uso masivo de las tecnologías de

La evolución actual de la técnica y la tecnología hace que se desarrollen y queden obsoletas en un tiempo medio del 10% de la vida profesional del ingeniero.

la información y las comunicaciones (TIC), para la que no representa ningún obstáculo la pluralidad cultural, provoca la cooperación y la competencia internacional tanto a nivel de empresa como a nivel profesional, creando la exigencia del aprendizaje de otras lenguas, la necesidad de la comprensión de otras culturas, y la deseable e inevitable cooperación entre centros de formación.

Los ingenieros deben propiciar también la innovación, entendiendo por innovación el proceso total que permite a las empresas aplicar el conjunto de invenciones (productos, procedimientos y servicios) con el fin de satisfacer las necesidades de sus clientes de la forma más útil y beneficiosa





para ambos (clientes y empresa). La innovación casi siempre es un trabajo de equipo, los ingenieros deben prepararse para ello, la formación polivalente y el desarrollo de actividades formativas en equipo favorecen al espíritu innovador.

La evolución actual de la técnica y la tecnología hace que éstas nazcan se desarrollen y queden obsoletas en un tiempo medio del orden del 10% de la vida profesional del ingeniero, esto nos lleva directamente al concepto de formación permanente, concepto del que deben ser conscientes los propios ingenieros, los empresarios, las asociaciones y colegios profesionales y la universidad, para que entre todos sean capaces de prever, elaborar y difundir cursos de postgrado, de actualización y mantenimiento, en definitiva, de formación permanente. Las TIC, cada vez más, van a ser una importante ayuda en la confección de un nuevo tipo de material docente, de asistencia y hasta autoformativo.

La actual transformación de las estructuras industriales y empresariales (tendencia externalizadora, redes de producción transnacionales, reducción de cuadros y mandos interme-

Nuestra ingeniería es una de las que requiere una mentalidad con gran poder de abstracción.

dios, etc.) está provocando un cambio en la oferta de empleo, el aspirante a un puesto de trabajo tiene que ofrecer valor añadido al puesto que pretende, en cierto modo tiene que arriesgar, comparte pues con el empresario el concepto de emprendedor, y esta actitud tiene que despertarse en los centros de formación.

El ingeniero de telecomunicación es el profesional más cualificado de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Centrándonos en nuestra ingeniería, aparte del entorno común de todas las ingenierías anteriormente descrito, podemos hacer la siguiente relación de características propias:

- Es una de las ingenierías que requiere una mentalidad con gran poder de abstracción. Somos la única ingeniería que se mueve con comodidad en el dominio espectral (concepto totalmente abstracto), por otra parte la mayoría de los fenómenos físicos que nuestros ingenieros modelan no tienen un equivalente visual real, (las ondas, los protocolos telemáticos, los tratamientos de una entelequia llamada señal, no son evidentes a los sentidos sensoriales del cuerpo humano cómo lo puede ser una palanca, un engranaje, una aeronave o un puente, por citar algunos ejemplos de otras ingenierías). Esta cualidad que hace que nuestra ingeniería sea apreciada por su capacidad de afrontar cualquier tipo de problema, resulta un inconveniente a la hora de divulgar nuestra ingeniería para motivar a los buenos estudiantes, dado que todos nuestros procedimientos son muy abstractos y nuestra obra, aunque se hace patente por su uso masivo e imprescindible, no es directamente palpable pues casi todas nuestras infraestructuras están enterradas o en órbita.
- Probablemente como consecuencia de la característica anterior, parece ser que el ingeniero de telecomunicación es excesivamente individualista y autosuficiente, según un reciente estudio realizado por el departamento de Organización de Empresas de la ETSETB, en el que se

compara a los estudiantes de ingeniería de telecomunicación con los de derecho y ciencias económicas, "el teleco resulta estar muy preparado para trabajar en solitario y ser autosuficiente, teniendo además un perfil de directivo que dificulta las relaciones y el trabajo de grupo". Todo parece indicar que ya por vocación, el estudiante de ingeniería de telecomunicación, gusta de trabajar en solitario, y en el transcurso de la carrera los actuales planes de estudios acentúan esta predisposición, cualidad ésta que no es en absoluto deseable en el actual contexto económico y social.

- Nuestras tecnologías están inmersas en un proceso de horizontalización, fenómeno que no solamente aplica a la nueva estructuración de redes y servicios, sino que conceptualmente afecta también al resto de áreas de la actividad humana, actualmente resulta casi imposible encontrar un sector de actividad social o económica que no emplee tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), no parece por tanto atrevido el pensar que los ingenieros de telecomunicación van a ser los ingenieros de la industria y los servicios del futuro inmediato, y aquí aparece un nuevo cambio que afrontar: el ingeniero de telecomunicación ha desarrollado tradicionalmente su actividad cómo empleado de grandes empresas de servicios (públicas y privadas), o de grandes industrias multinacionales, y aunque esta tendencia se va a mantener en un futuro próximo dada la expansión de los servicios y aplicaciones que esta propiciando la liberalización del sector, seguramente a medio plazo también va a ser requerido para todo tipo de actividad industrial y de servicios, si además tene-



mos en cuenta que casi el 98% de las empresas europeas pertenecen al grupo de las pequeñas y medianas (PYMES), resulta que, en la universidad, tendremos que plantearnos una formación que aparte de enseñarles a resolver problemas técnicos, les permita afrontar con confianza la necesidad de manejar

El teleco resulta estar muy preparado para trabajar en solitario y ser autosuficiente, teniendo además un perfil de directivo.

y solucionar situaciones complejas que requieren otro tipo de habilidades:

- Interacción con clientes
- Comunicación con subordinados
- Desarrollo y defensa de nuevas ideas
- Dominio de la lógica del negocio en el que se trabaja y compite
- Desarrollo de procedimientos de trabajo en interacción con otros colaboradores o equipos.

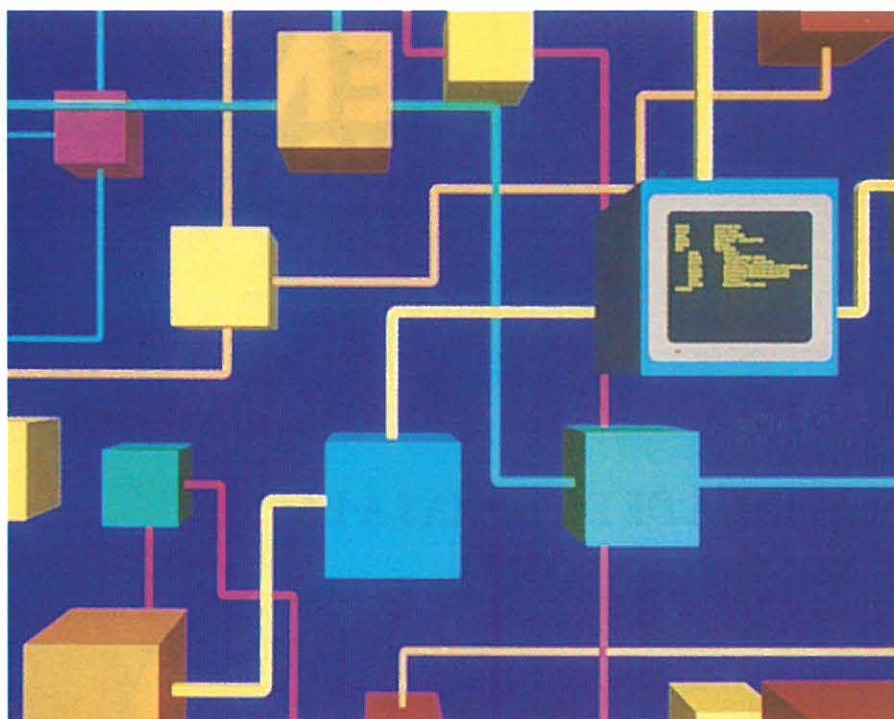
Ante estos condicionantes económicos y sociales del entorno, tenemos también unas restricciones académicas:

- La aplicación de la ley de Reforma Universitaria, que obligó a la revisión de los planes de estudio universitarios, optando por los créditos (10 horas lectivas) cómo unidad de cuenta y definiendo unos máximos (en créditos) para cada titulación oficial y unos mínimos en materias troncales (formación básica e imprescindible de cada titulación), materias optativas y materias de libre elección, permitiendo que cada universidad estableciera también un máximo de créditos obligatorios, representó un instrumento bastante flexible para elaborar unos planes de estudio susceptibles de adaptarse a este entorno de evolución trepidante y de formación completa que se requiere en la actualidad para las ingenierías.
- Casi simultáneamente, se reformó la enseñanza secundaria, y se hizo de espaldas a la universidad de forma totalmente intencionada (! ? !); el resultado de esta descoordinación, después de que ya hayan aparecido los primeros estudiantes procedentes de dicha reforma, en aplicación experimental, deja mucho que desear, sobretudo en la formación básica (matemáticas y física) que requieren las ingenierías. Este es un dato constatado por la prueba de nivel en matemáticas que realiza anualmente el departamento de Matemática Aplicada y Telemática de la ETSETB a los estudiantes de primer curso, en cuanto

Viene de la página 38

a física, es una apreciación de los profesores.

- Los planes de estudio, en la mayoría de los centros, se reformaron bajo unas fuertes condiciones iniciales de disponibilidad de profesores, limitaciones presupuestarias (aunque este no fue el caso de la ETSETB), legítimos intereses de áreas de conocimiento y departamentos, y un cierto miedo a la optatividad. Como consecuencia de todo ello se abusó de las materias obligatorias de universidad en detrimento de las materias optativas. En la ETSETB, actualmente a cinco años de la implantación, creo que podemos revisar el plan de estudios con algunas de estas cuestiones y miedos superados, aunque con una fuerte limitación presupuestaria.
- La masificación que sufre el sistema universitario español, es cara de gestionar si queremos mantener los niveles de excelencia de las ingenierías, no obstante puede hacerse quitando grados de libertad al sistema, cómo en toda optimización. En la ETSETB hemos conseguido mantener grupos de clase de un máximo de 60 estudiantes, y de 20 (primer ciclo) y 16 (segundo ciclo) en los laboratorios, y hay que decir que la mayor resistencia a esta acción ha provenido de los estudiantes, les resulta muy difícil resignarse a no poder matricularse en un grupo determinado cuando este llega a 60 y se cierra, para evitar injusticias, esta restricción obliga también al centro a ser muy cuidadoso y riguroso en la elaboración del orden de matrícula. Justo es también mencionar que los centros españoles están produciendo ingenieros cuya formación nada tiene que envidiar a los procedentes de otros centros europeos (se constata



con los programas de intercambio Erasmus, Tempus etc. y con las ofertas de trabajo) y a un coste para el estado que representa solamente de un 20% a un 30% del coste medio de formación de un ingeniero de la Unión Europea.

- Otra de las consecuencias de la masificación ha sido que la mayoría de centros y universidades hayamos optado por un profesorado en

Los empleadores y los enseñantes sabemos que el primer año de trabajo en la empresa también es de formación.

dedicación exclusiva a la universidad. Esta opción, en la enseñanza de unas técnicas y tecnologías tan dinámicas como las TIC nos obliga a tomar medidas complementarias (contactos con empresas) si queremos formar ingenieros con una información actualizada y práctica.

- No debemos olvidar tampoco, que la profesión nos ha colocado en un

lugar de privilegio para el uso de las TIC con fines educativos, tenemos la obligación de ser pioneros en la elaboración y ensayo del uso de este "metamedio" (multimedia, autopista de la información etc.) que representa la confluencia de la telecomunicación (tecnologías digitales y de banda ancha) la informática y el audiovisual, con fines formativos, tanto en la enseñanza reglada cómo en la inevitable formación permanente. Este punto debe llevar a una profunda reflexión académica: cada vez es más fácil el acceso a todo tipo de informaciones, pero todos intuimos que solamente con una rigurosa tutoría pedagógica se transforma eficazmente la información en conocimiento, los enseñantes tenemos que recuperar el espíritu de los "maestros", maestro en el sentido más clásico y amplio de la palabra maestro.

- Particularmente, pienso que es muy importante que el ingeniero acabe su formación académica joven, con ganas de actuar, de ejercer la profesión, de crear y de innovar. Esto no tiene porqué contradecirse en absoluto con la formación pluridisciplinar que estamos proponiendo a lo largo de este escrito. Creo que con una buena dosificación de las

materias se puede conseguir. Los empleadores y los enseñantes sabemos que el primer año de trabajo en la empresa también es de formación. Ningún estudiante debería titularse con una edad superior a los 24 años, un exceso de permanencia en la universidad no es deseable por ninguna de las partes, el exceso no es económicamente rentable, académicamente más que formar deforma, y a nivel personal provoca ansiedad, inseguridad y desconfianza.

Agrupando todas estas observaciones y previsiones de futuro, la formación de los futuros ingenieros de telecomunicación parece claro que va más allá de lo que hasta ahora llamábamos escuetamente ingeniería, esto plantea un mayor reto; ¿cómo podemos en cinco años formar a un estudiante en una amplia variedad de disciplinas; entendido y experimentado en tecnología, competente en gestión, ilustrado en sociología y humanidades, conocedor de diferentes culturas nacionales, responsable y osado al mismo tiempo (creador), capaz de dirigir y motivar un equipo humano en proyectos y programas de cualquier tipo, especialmente los de investigación, desarrollo e innovación?

Evidentemente, no hay fórmulas mágicas, sólo podemos revisar los planes de estudios (materias, métodos y medios) tantas veces como haga falta, procurando acercarnos a la formación óptima del ingeniero que se requiera en cada momento en base a refinamientos sucesivos, y tenemos que hacerlo ahora, aunque coyunturalmente para nuestros titulados no exista prácticamente el paro, y siendo conscientes de que acceden al primer empleo básicamente por sus conocimientos tecnológicos.

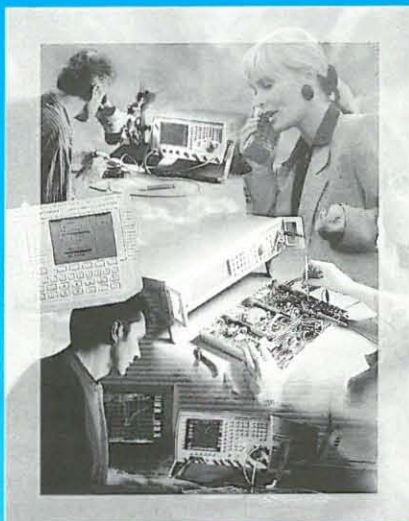
Las escuelas de las tres universidades politécnicas del país, Madrid, Barcelona y Valencia, acabamos de someternos a una evaluación coordinada de la titulación de ingeniero de telecomunicación, a

falta del documento final de dicha evaluación, con los informes de autoevaluación y con las reuniones que se han tenido, podemos apuntar la respuesta a las cuestiones que motivan este escrito y que se resumen en: ¿qué hay que hacer?, y ¿cómo hacerlo?

CONTENIDOS DE LOS PLANES DE ESTUDIO

- Redefinir los contenidos troncales científicos, en base a su consideración como materias indispensables para la titulación, y cómo conocimientos imperecederos que faciliten al futuro ingeniero su formación permanente.
- Revisar los planes de estudio manteniendo la experimentalidad (aprox. 30% de clases de laboratorio) y complementando las materias científicas y tecnológicas con materias humanísticas, económicas y de gestión, y algunas que fomenten y despierten la creatividad.
- Primar los métodos y procedimientos frente a la acumulación de conocimientos.
- Aumentar la oferta de asignaturas optativas reduciendo las materias obligatorias de universidad. La optatividad inicia al estudiante en la responsabilidad de su propio curriculum. La oferta de optativas debe permitir al estudiante optar por un perfil altamente especializado o por un perfil muy generalista con todas las opciones intermedias.
- Desarrollar la predisposición a trabajar en equipo, mediante la implantación de asignaturas que se trabajen y evalúen en grupo o conjunto de estudiantes.
- Potenciar el trabajo y el ocio en asociaciones y actividades extraacadémicas reconociéndoles por ello créditos de libre elección.
- Aumentar la cooperación educativa con las empresas, potenciando las prácticas en empresas y reconociendo también créditos por estas actividades.

¿POR QUÉ NOSOTROS?



Marconi Instruments Ltd.

○ Comunicaciones Móviles

- Generadores de RF
- Analizadores de Radiocoms (PMR, MPT 1327, E-TACS, NMT, GSM...)
- Analizadores de Sistemas Radiantes

○ Microondas

- Analizadores de Sistemas < 46GHz
- Medidores de Potencia < 40GHz

○ Analizadores para Telecomunicación

- De Transmisión (BER), 2/8/34 y 140 Mbps.
- De Comunicaciones Digitales, RS-232, X.2, V.35, RS-449, V.36, X.50 y Co/Contradireccional.
- De protocolo, Simuladores y Generadores de Tráfico, EURO ISDN (RDSI), SS7, C7 V5, etc.

EEV Ltd.

○ Componentes y Sistemas

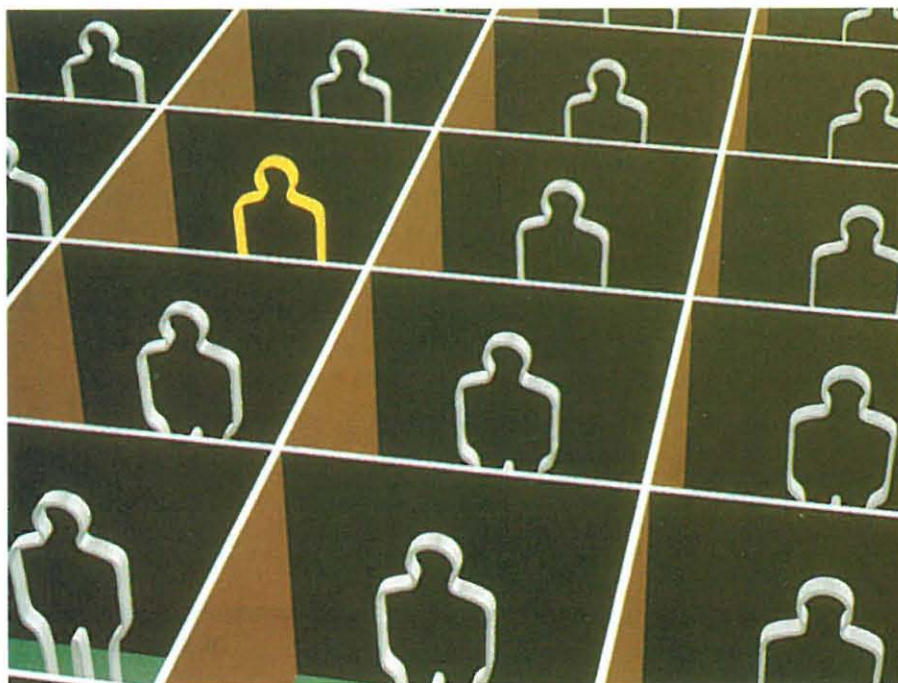
- HPA para SATCOMS
- TOP(TWT) y Magnetrones
- Klystrones y Tubos de Potencia
- CCD
- Sensores de Gases

Marconi Instruments

Europa Empresarial, c/ Rozabella, 6
Edif. París - Pta. Baja - Oficina 1
28230 - LAS ROZAS (Madrid)
Tel.: (91) 640 11 34 • Fax.: (91) 640 06 40
Barcelona:
Tel.: (93) 474 25 52 • Fax.: (93) 474 29 92

ORGANIZACION Y MEDIOS

- Convencer, persuadir, al profesorado de la importancia de optar por la calidad docente, el profesor universitario debe ser también un investigador, pero la necesidad y el afán universitarios por hacer avanzar la ciencia y la tecnología, no debe actuar en detrimento de la función docente. La forma clásica, universitaria, de transmisión del saber adquirido y del personalmente experimentado requiere oficio, vocación y disponibilidad. Este criterio debe pesar más en los concursos de selección y promoción del profesorado.
- Procurar el reconocimiento, a todos los efectos, de la labor de los profesores universitarios.
- Mantener el 10% de los créditos (37,5 créditos) para materias de libre elección; otorgándolos mediante asignaturas humanísticas (10 horas de clase = 1 crédito), y también por prácticas en empresas y por actividades extraacadémicas, trabajo en asociaciones de estudiantes, de vecinos, organización de eventos, etc., (en este caso la equivalencia horaria que se propone es 30 horas = 1 crédito).
- Procurar el mantenimiento y actualización de los laboratorios docentes y de todos los servicios de acceso a la información.
- Ceder parte del tiempo docente a los profesionales de la industria y los servicios creando aulas de empresa para que las empresas del sector impartan asignaturas (completas o algunos temas) reconocidas en el plan de estudio.
- Procurar temporadas de intercambio, profesores en las empresas e



ingenieros de las empresas en la universidad.

- Aumentar los intercambios de estudiantes y profesores con otras universidades, tanto extranjeras como nacionales.

La forma clásica universitaria, de transmisión del saber adquirido y del personalmente experimentado requiere oficio, vocación y disponibilidad.

- Elaborar material docente soportado por las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones.
- Intentar motivar a los estudiantes de secundaria mejor capacitados para la ingeniería, dándoles a conocer la importancia de la ingeniería de telecomunicación y de las TIC en la sociedad del conocimiento. La cali-

dad de un procedimiento no implica necesariamente la calidad del producto, para conseguir y mantener la excelencia se requiere también de la mejor materia prima, los enseñantes deberemos ser capaces de motivar y seleccionar a los mejores.

- Dimensionar adecuadamente la carga lectiva de cada curso para que la mayoría de titulados acaben con 24 años, apoyándonos en la definición de una fase selectiva en el primer curso de los estudios que permita seleccionar a los estudiantes con la capacidad de abstracción indispensable de nuestra ingeniería.
- Confeccionar de acuerdo con las empresas y asociaciones profesionales una amplia y dinámica oferta de postgrado y de formación permanente.
- Conseguir de las administraciones y de los entes privados una mayor financiación para las actividades universitarias. ■

***ANTONI ELIAS FUSTE**

Antoni Elias Fusté, Director de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya (ETSETB-UPC).