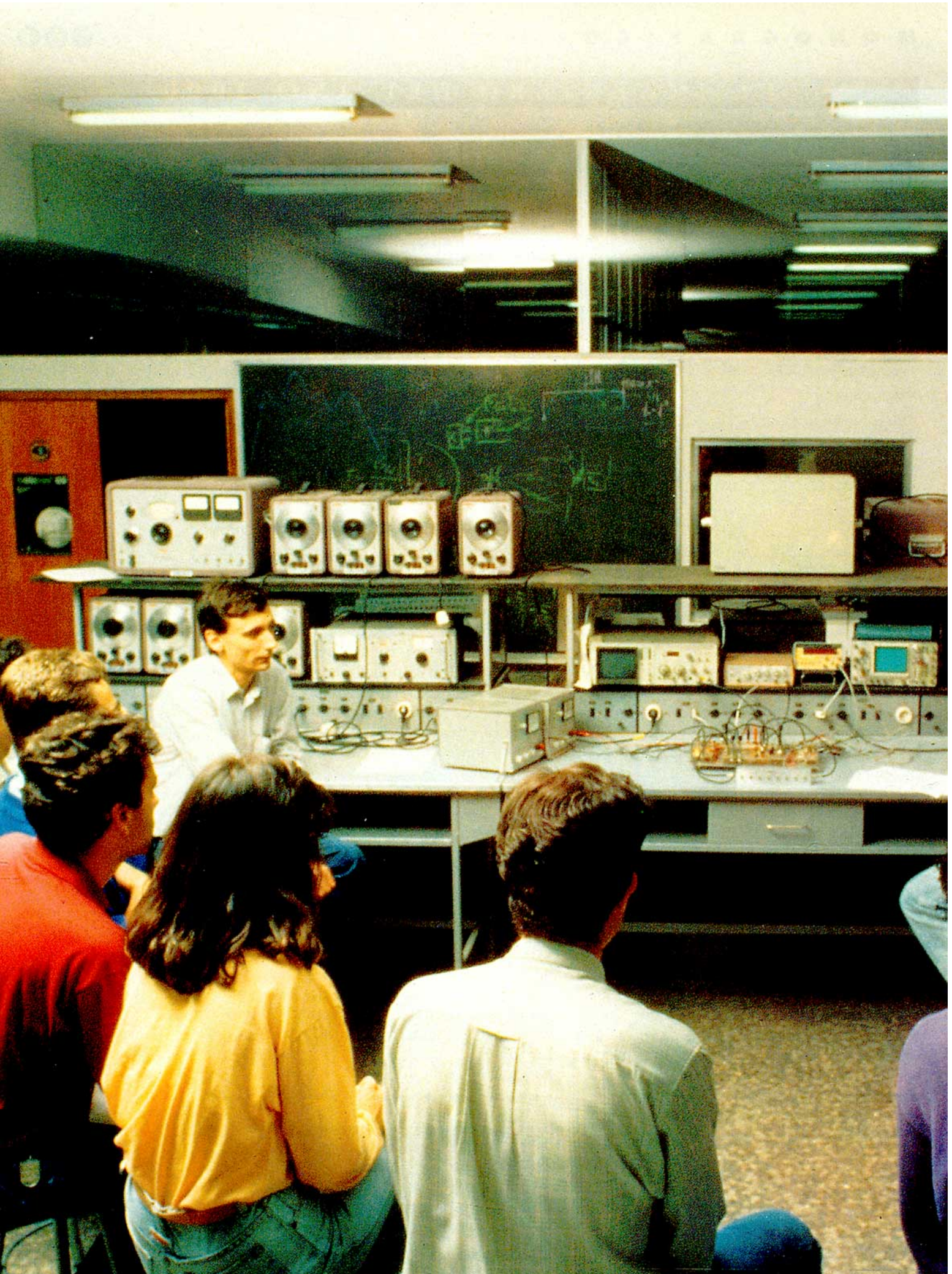
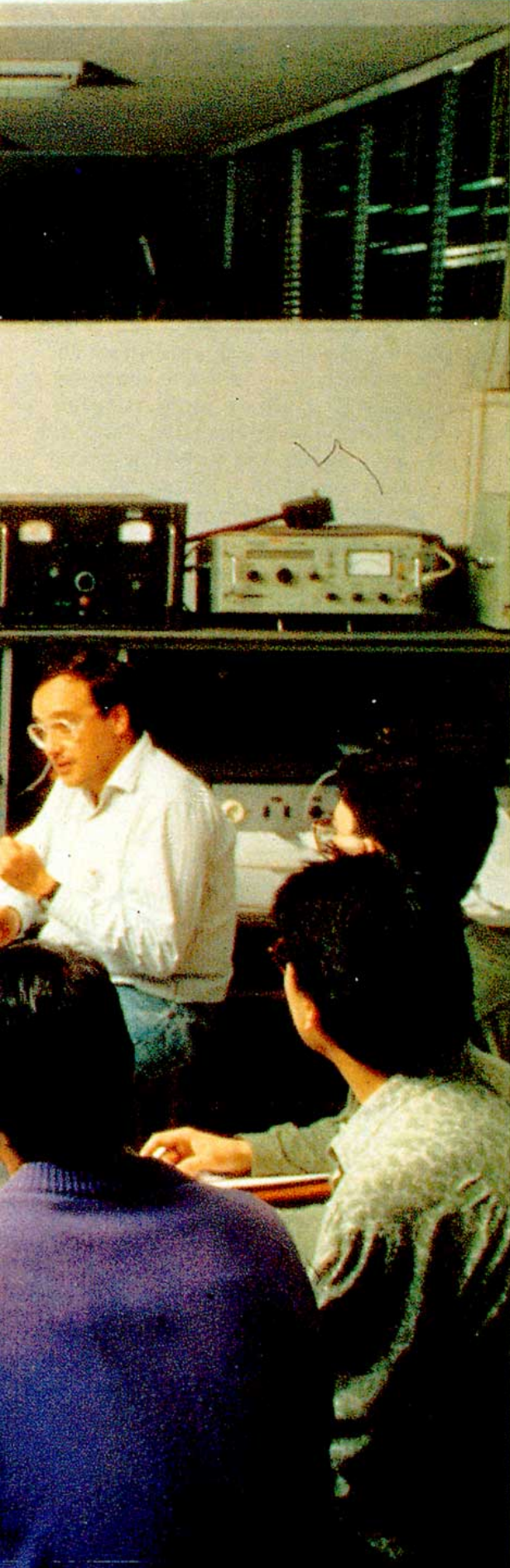






## Los estudios de ingeniería en los EEUU

*Los estudios superiores en EEUU se caracterizan por una rica diversidad, fruto de la autonomía de la que gozan las universidades para elaborar los programas docentes. Son varios cientos de instituciones en todo el país y, sin embargo, los titulados pueden concurrir sin restricciones a los mismos puestos de trabajo en los diferentes estados.*

♦ *Andrés Cuevas*

**E**l ABET es una organización formada por las sociedades de ingeniería más importante de EEUU, como por ejemplo, la IEEE. Internamente está subdividida en comisiones, de las que la Engineering Accreditation Commission (EAC) se ocupa específicamente de las ingenierías. A continuación voy a resumir las directrices de dicha comisión para los currículum de ingeniería a nivel básico (undergraduate, Bachelor of Science) y avanzado (graduate, Master of Science).

### Requisitos para el currículum de ingeniería a nivel básico (B.S.)

**E**l grado B.S. se obtiene cursando 192 créditos, definidos según el criterio español (1 crédito=10 horas lectivas). Los estudios duran 4 años, generalmente. El programa docente debe incluir el equivalente de, al menos, 144 créditos distribuidos en las áreas siguientes:

## EL INGENIERO DEL AÑO 2000

- A. Matemáticas y Ciencias Básicas: 48 créditos.
- B. Ingeniería Básica: 48 créditos.
- C. Ingeniería-Diseño: 24 créditos.
- D. Humanidades y Ciencias Sociales: 24 créditos.

### Requisitos para el currículum de ingeniería a nivel avanzado (M.S.)

Los requisitos son:

— Haber cursado el nivel básico (B.S.) correspondiente a la especialidad de que se trate.

— Cursar el equivalente a un año adicional (es decir, 48 créditos) por encima del nivel básico. Dicho año debe incluir al menos 32 créditos de una combinación de matemáticas, ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, e ingeniería-diseño, todas ellas avanzadas. La ingeniería diseño debe constituir no menos de 16 créditos. Debe incluir también una tesis, un proyecto o un trabajo de investigación.

La graduación de Master implica pues un total de 5 años, es decir, 240 créditos, que se distribuyen porcentualmente de la forma que muestra la Fig. 1. Las cifras deben considerarse con un posible error del 2% ya que el ABET no es tab determinístico en lo que respecta al quinto año.

Como puede observarse, el número de créditos que son especificados por el ABET supone

el 80% del total. Además de las especificadas, existirán otras materias designadas por cada Universidad o elegidas libremente por los estudiantes para lograr que el currículum forme un conjunto de conocimientos coherente. En la práctica, la mayoría de las Universidades americanas no deja más de un 12% a la libre elección del estudiante, cifra similar a la nueva legislación española. El ABET señala en sus directrices genéricas que se debe incluir la experiencia con ordenadores; además el estudiante debe demostrar un adecuado nivel de competencia en comunicación escrita y oral. Asimismo recuerda que la comprensión de las consideraciones éticas, sociales, económicas y de seguridad es esencial para tener éxito en el ejercicio de la profesión. En cuanto a la realización de trabajo experimental por medio de laboratorios, debe ser una parte integral de todo programa en ingeniería, y debe incluir instrucción en procedimientos de seguridad. El trabajo de laboratorio no tiene asignado un número de créditos, sino que se entiende que está incluido en las cuatro áreas principales.

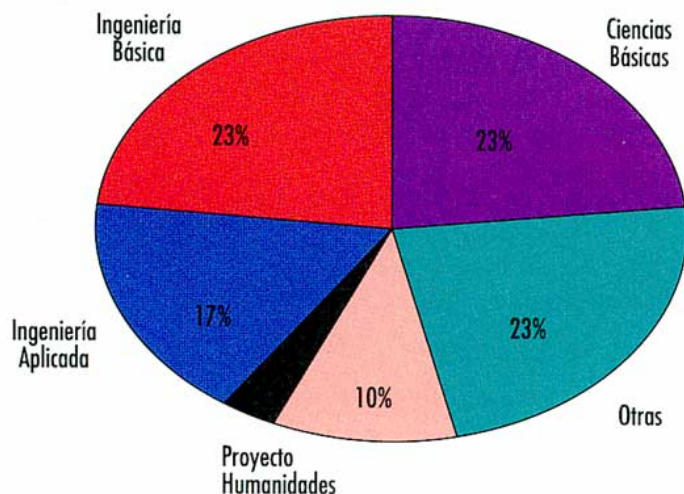
### Un ejemplo de programa de ingeniería electrónica: la Universidad de Stanford

Es interesante ver con un ejemplo cómo se aplican en la práctica las directrices del ABET. Debe tenerse presente que existen notables diferencias entre los programas de las distintas universidades americanas, por ejemplo el del MIT es bastante más fuerte en número de créditos que el de Stanford.

En los estudios de pregrado que ofrece el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Stanford existen tres asignaturas (obligatorias) que decantan la titulación hacia una de las especialidades siguientes: Computadoras; Control; Electrónica; Campos y Ondas; Procesamiento de la Señal.

El grado B.S. exige cursar un mínimo de 180 unidades, que equivalen a los 192 créditos exigidos por el ABET. De ellas solamente 45 corresponden a asignaturas específicas del Departamento de Ingeniería Eléctrica. Gran número de materias son requisito común para todas las Ingenierías: 21 créditos de Matemáticas, 20 de Ciencias, 5 cursos (19 créditos) de Fundamentos de Ingeniería y un curso (3 créditos)

Fig. 1. Directrices del ABET por la titulación M.S. en ingeniería electrónica



MASTER: 240 créditos

## EL INGENIERO DEL AÑO 2000

ditos) en Valores, Tecnología, Ciencia y Sociedad. Se alcanza así la cifra de 108 créditos; de ellos 8 corresponden a la Experimentación, es decir, a Laboratorios. Los restantes corresponden a los requisitos genéricos que establece la Universidad para conseguir que las materias estudiadas cubran un espectro amplio y proporcionen una adecuada formación humanística y profesional. Entre éstas últimas cabe destacar la lengua extranjera (15 créditos) y la redacción (6 créditos).

La Fig. 2 recoge la distribución de las asignaturas en los diferentes grupos señalados por el ABET, para los estudios de M.S. (5 años). Como puede observarse se da en Stanford una gran importancia a la formación personal en sentido amplio, con un alto porcentaje de asignaturas de contenido humanístico.

### Comparación entre el nuevo sistema español y el americano

El Consejo de Universidades ha establecido los requisitos mínimos para las nuevas titulaciones a través de las materias troncales. Para la titulación de Ingeniero, las materias troncales suman 17 créditos. Esto supone una especificación del 57% sobre el número total de créditos requeridos como mínimo para obtener la titulación superior, 300. Las materias troncales se reparten entre matemáticas y ciencias básicas (un 6%) e ingeniería básica y aplicada (un 51%). Queda a la libre discreción de la Univer-

sidad un 33%, es decir, 99 créditos, que podrán ser distribuidos entre asignaturas obligatorias (comunes) y optativas (de especialidad). La Fig.3 compara las directrices del Consejo de Directrices del ABET para los programas de estudios de ingeniería eléctrica en EEUU.

### Universidades con las del ABET

Las materias troncales se refieren casi exclusivamente a las áreas de ingeniería-fundamentos e ingeniería-diseño, dejando las humanidades y ciencias sociales y gran parte de las matemáti-

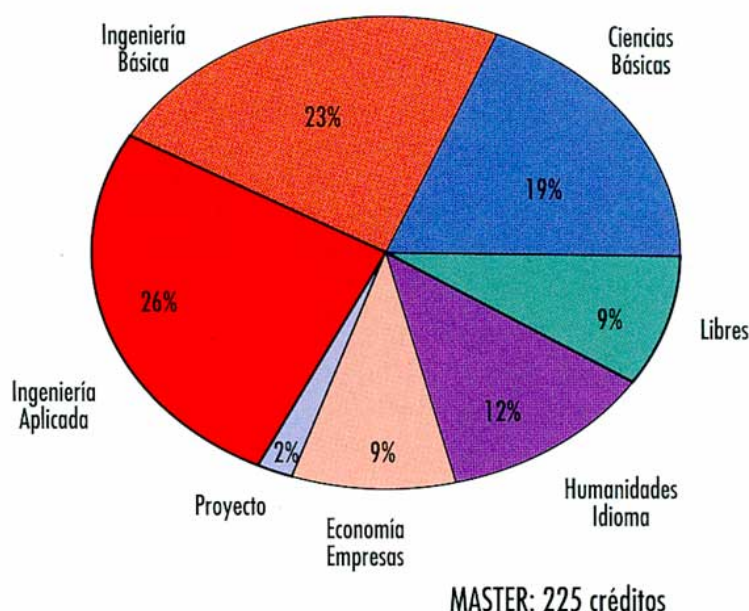


Fig. 2. Programa de ingeniería

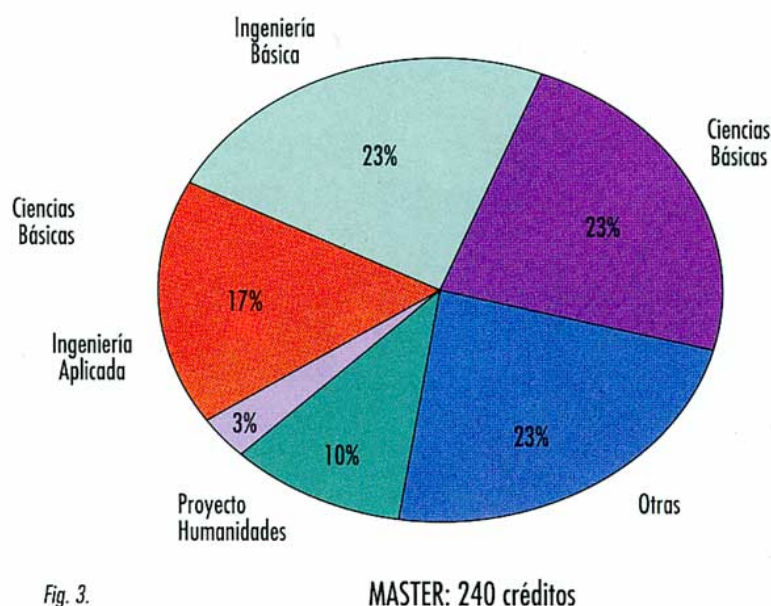
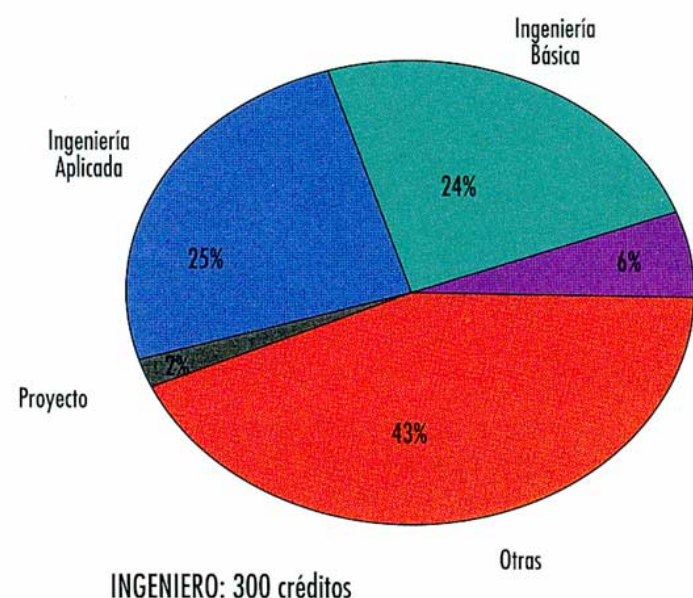


Fig. 3.

EL INGENIERO DEL AÑO 2000

cas y ciencias básicas al criterio de cada Universidad. Las directrices del ABET son más bien al contrario, muy detalladas para ciencias básicas y humanidades y poco restrictivas en cuanto a la ingeniería aplicada. Dentro de las áreas de ingeniería básica e ingeniería-diseño, el ABET fija solamente 104 créditos para el grado M.S., es decir un 43% del total. El margen de libertad que se deja a las Universidades es por tanto mucho mayor en EEUU que en España en lo que respecta a las materias específicas de la ingeniería. Es de suponer que la gran mayoría de las materias que el ABET establece como obligatorias en las áreas de matemáticas y ciencias básicas serán muy probablemente asumidas como obligatorias por las Universidades españolas. Ojalá se dedique el mismo grado de atención al área de las humanidades.

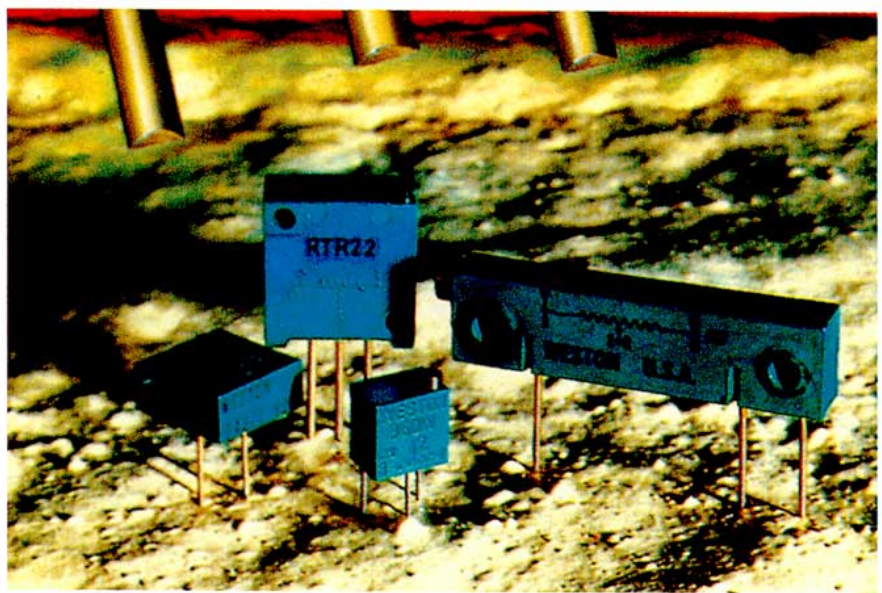
Salta a la vista la enorme diferencia entre los requisitos americano y español en cuanto a la carga docente: es mucho mayor en España que en EEUU. Las horas de trabajo con derecho a créditos es de 16 por semana en el sistema americano, dando lugar, en promedio, a 48créditos anuales. El número total de créditos que permite la ley española está entre un mínimo de 300 y un máximo de 450, frente a 240 en EEUU. El número que se está barajando para elaborar el nuevo plan de estudios de la ETSIT de Madrid es de 360 créditos.

El sistema americano demuestra que es posible proporcionar una adecuada formación universitaria con una carga docente relativamente



liviana. Los números desnudos no traslucen sin embargo la atmósfera que se respira en un campus universitario norteamericano. Todo ayuda al estudio: las múltiples bibliotecas, la accesibilidad a los ordenadores y a los laboratorios, la vecindad de las diferentes facultades, las conferencias y simposiums, los actos culturales y artísticos que se organizan cada día. Sin olvidar que los profesores ponen deberes para casa y exigen la realización de trabajos para aprobar las asignaturas.

La idea en la que se basa el sistema educativo norteamericano es que los estudiantes son personas responsables, dispuestas a realizar el esfuerzo que una educación superior conlleva. La idealización del trabajo como valor primordial de la persona, tan característica de la sociedad norteamericana, impregna también las universidades. Los estudiantes tienen un gran interés por aprender (de ordinario hay un fuerte componente económico en su interés por no suspender) y alto nivel de exigencia en cuanto a la calidad de la enseñanza. La Universidad, al poner a su disposición los medios adecuados, tiene el derecho moral a exigir el ejercicio de esa responsabilidad.



.....

*Andrés Cuevas Fdez., Doctor Ingeniero de Telecomunicación. Profesor titular de la Universidad Politécnica de Madrid en la ETSIT. Departamento de Electrónica Física*