



industriales
etsii

**Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial**

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

LA HISTORIA DE LA INGENIERÍA Y SUS CONEXIONES CON LA INGENIERÍA ACTUAL: UN RECORRIDO PEDAGÓGICO

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

**GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

Autor: Jesús Coy López

Directora: Natalia Carbajosa Palmero



**Universidad
Politécnica
de Cartagena**

Cartagena, 08 de septiembre de 2021.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	04
CAPÍTULO 2. CONTEXTUALIZACIÓN.....	05
2.1 VÁLVULA DE VACÍO.....	05
2.1.1 CONCEPTO.....	05
2.1.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN.....	06
2.1.3 USO ACTUAL.....	08
2.2 ARPANET.....	09
2.2.1 CONCEPTO.....	09
2.2.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN.....	10
2.2.3 USO ACTUAL.....	12
2.3 EL ALGORITMO DE ADA LOVELACE.....	13
2.3.1 CONCEPTO.....	13
2.3.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN.....	13
2.3.3 USO ACTUAL.....	14
2.4 EL PLC.....	16
2.4.1 CONCEPTO.....	16
2.4.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN.....	16
2.4.3 USO ACTUAL.....	17
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	18
3.1 PRIMER CURSO.....	19
3.1.1 RELACIÓN CON LA VÁLVULA DE VACÍO.....	19
3.1.2 RELACIÓN CON ARPANET.....	20
3.1.3 RELACIÓN CON EL ALGORITMO DE ADA LOVELACE.....	20
3.1.4 RELACIÓN CON EL PLC.....	21
3.2 SEGUNDO CURSO.....	21
3.2.1 RELACIÓN CON LA VÁLVULA DE VACÍO.....	22
3.2.2 RELACIÓN CON ARPANET.....	22
3.2.3 RELACIÓN CON EL ALGORITMO DE ADA LOVELACE.....	22
3.2.4 RELACIÓN CON EL PLC.....	22

3.3 TERCER CURSO.....	23
3.3.1 RELACIÓN CON LA VÁLVULA DE VACÍO.....	23
3.3.2 RELACIÓN CON ARPANET.....	23
3.3.3 RELACIÓN CON EL ALGORITMO DE ADA LOVELACE.....	24
3.3.4 RELACIÓN CON EL PLC.....	24
3.4 CUARTO CURSO.....	25
3.4.1 RELACIÓN CON LA VÁLVULA DE VACÍO.....	26
3.4.2 RELACIÓN CON ARPANET.....	26
3.4.3 RELACIÓN CON EL ALGORITMO DE ADA LOVELACE.....	27
3.4.4 RELACIÓN CON EL PLC.....	27
3.5 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	28
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	30
4.1 PRIMER CURSO: RELACIONES ESTABLECIDAS.....	31
4.2 SEGUNDO CURSO: RELACIONES ESTABLECIDAS.....	32
4.3 TERCER CURSO: RELACIONES ESTABLECIDAS.....	33
4.4 CUARTO CURSO: RELACIONES ESTABLECIDAS.....	35
4.5 LA HISTORIA DE LA INGENIERÍA Y EL MUNDO LABORAL.....	36
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	37
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS FUTURAS.....	42
CAPÍTULO 7. BIBLIOGRAFÍA.....	45
CAPÍTULO 8. ANEXOS.....	47

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación tiene como finalidad dar respuesta a dos cuestiones que intentarán poner en concordancia la Historia de la Humanidad en materia de ingeniería electrónica y el grado de “Ingeniería Electrónica Industrial y Automática” impartido por la UPCT (al que a partir de ahora nos referiremos como GIEIyA).

Para esto nos plantearemos, por un lado, cuáles pueden ser los hitos más importantes de la historia de la ingeniería en relación con la electrónica y a la automatización y, por otro, cómo utilizar este conocimiento para darle valor a la hora de aplicarlos a la docencia en el Grado en GIEIyA.

Empezando por el repaso a la Historia en busca de los hitos a los que prestaremos atención a lo largo del trabajo cabe destacar que para su elección esta propuesta se ha basado, además de en su vital importancia en el desarrollo de la historia de la ingeniería, en su nivel de relación, o necesidad de relación, con el grado. Esto es, no sólo se han tenido en cuenta los hitos fácilmente relacionables con el grado impartido por la UPCT, sino que además ha tenido un peso importante la visión de lo que debería ser relevante en un grado como el de GIEIyA, apoyada a su vez en la experiencia laboral personal en el mundo de la ingeniería.

Tales hitos son:

- La **válvula de vacío**: los inicios de lo que hoy conocemos como **transistor**. La base de la electrónica tal y como la conocemos.
- **ARPANET**: el **INTERNET** primitivo. La base de la industria 4.0: Internet of Things (IoT), Cloud Computing, Big Data...
- El primer **algoritmo** de Ada Lovelace, que sienta las bases de todos los **lenguajes de programación** que conocemos hoy en día.
- Por último, la aparición del **PLC** (Programmable Logic Controller) como necesidad para la automatización de procesos electromecánicos de la industria. Y por consecuencia, los entornos SCADA, imprescindibles en el control y la adquisición de datos en la experiencia del usuario.

Siguiendo con el hilo de la investigación, trataremos de abordar la manera en la que el conocimiento histórico de la tecnología puede aportar un granito de arena en la lucha contra el desinterés del estudiante hacia los estudios científicos reconocido por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU). (Capote León et al., 2016)

Para esto intentaremos valernos de nuestra propia experiencia a lo largo del recorrido en la UPCT para la consecución del título del grado de GIEIyA, reforzando esta visión con la aportación que supone la experiencia laboral del autor de este trabajo de dos años en el mundo empresarial de la ingeniería. Particularmente en Nexus Integra, empresa valenciana dedicada a la transformación digital en el entorno industrial y la automatización de procesos.

2. CONTEXTUALIZACIÓN.

En el presente apartado vamos a revisar los que, como se ha considerado en el apartado anterior, podrían ser algunos de los hitos más importantes de la Historia de la ingeniería electrónica industrial y automática partiendo del concepto y origen de estos, pasando por la evolución e importancia que han tenido en la Historia hasta llegar a su aplicación actual.

2.1 VÁLVULA DE VACÍO.

2.1.1 CONCEPTO

Como su propio nombre indica, la válvula de vacío consiste en un tubo de vidrio en cuyo interior se ha hecho el vacío; al poner en sus extremos contactos eléctricos y bajo ciertas condiciones de trabajo, se puede obtener una corriente eléctrica. (Mártir, 2021). Así:

“La válvula de vacío, también llamada válvula termoiónica, válvula electrónica, tubo de vacío o bulbo, es un componente electrónico utilizado para amplificar, conmutar, o modificar una señal eléctrica mediante el control del movimiento de los electrones en un espacio "vacío" a muy baja presión, o en presencia de gases especialmente seleccionados.” (Tesolin & Perfil, s.f.)

En una válvula de vacío existen, al menos, tres elementos:

- **Filamento**, normalmente de Wolframio, que se calienta al conectar el potencial eléctrico.
- **Cátodo**, que consiste en una placa que rodea al filamento y se comporta como emisor de electrones.
- **Ánodo**, formado por una placa metálica que rodea al cátodo y recoge los electrones salientes.

Adicionalmente se agrega un cuarto elemento, la **rejilla**, un electrodo para poder controlar el flujo de electrones que llegan al ánodo, de ahí el nombre de válvula:

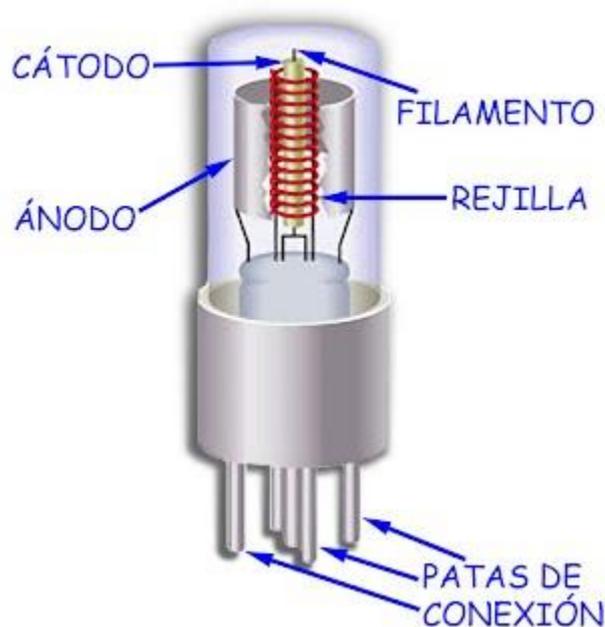


Fig.1: Diagrama de la válvula de vacío (<http://www.informaticageneral.com.uy/electricidad-y-electronica-basica-aplicada-a-la-informatica/valvulas-de-vacio>)

2.1.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN

No puede explicarse el origen de la válvula de vacío sin mencionar previamente el descubrimiento de Thomas Edison, conocido como “Efecto Edison”. Esto es, según colaboradores de la Wikipedia (2021):

Edison notó que el cristal de las lámparas incandescentes se acababa oscureciendo con el paso del tiempo y su uso y realizó varios experimentos en un intento por reducir este efecto. Uno de ellos consistió en introducir un electrodo en forma de placa polarizado eléctricamente en el bulbo para atraer las partículas que se separaban del filamento. En

1884 patentó este efecto como "Efecto Edison", aunque ni él mismo entendía cómo funcionaba a nivel físico este proceso e ignoraba su potencial.

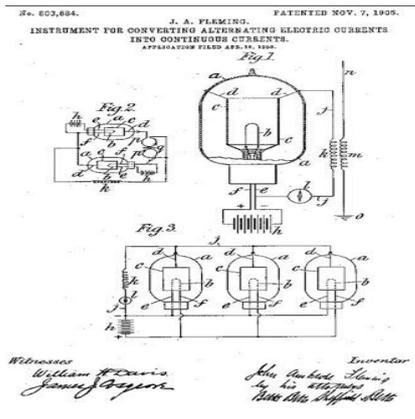
Partiendo de esta base, la historia de la válvula de vacío pasa por John. A. Fleming (1849-1945) y Lee de Forest (1873-1961) y, según el autor Mártir (2021) se desarrolla de la siguiente manera:

Fleming fue consultor de la empresa Marconi's Wireless Telegraph Company, que se especializa en comunicaciones inalámbricas, y más tarde trabajó en el campo de los receptores de radio. Como resultado de esta experiencia, en 1904 patentó en Estados Unidos (US80368) un nuevo tipo de detector llamado "válvula termoiónica", al que hoy conocemos mejor como diodo o válvula de vacío. Con este dispositivo, la corriente fluye en una sola dirección, lo cual es importante para el correcto funcionamiento de los detectores de radio que necesitan convertir la corriente alterna en corriente continua. De esta manera, los dispositivos de Fleming se pusieron rápidamente en práctica en la industria de la radio en desarrollo durante estos años.

Un año importante en la historia de la electrónica fue 1907, año en el que Lee De Forest (1873-1961) patenta un dispositivo llamado audión (US 879532), el primer dispositivo capaz de amplificar señales electrónicas. Actualmente lo conocemos mejor como triodo de vacío.

Este dispositivo no solo podía transportar corriente en una sola dirección como el diodo de Fleming, sino que también puede amplificar su valor a medida que viaja a través del tubo. Para lograrlo, De Forest instaló una rejilla metálica en el centro del tubo. Al pasar una pequeña corriente a través de esta red, De Forest pudo controlar la corriente entre los contactos del terminal, que era mucho más alta que el primer contacto. La capacidad de convertir corrientes bajas en corrientes altas es muy importante para nuevas aplicaciones que no se consideraron anteriormente. De hecho, Bell Labs utilizó estos dispositivos en el sistema de comunicación lanzado en 1914.

Además, los triodos encontraron aplicaciones en gran variedad de dispositivos como pueden ser auriculares, radios y televisores. Después de su invención, Lee de Forest es considerado el padre de la electrónica. Todo ello se puede ver en la siguiente imagen:



No. 879,532.

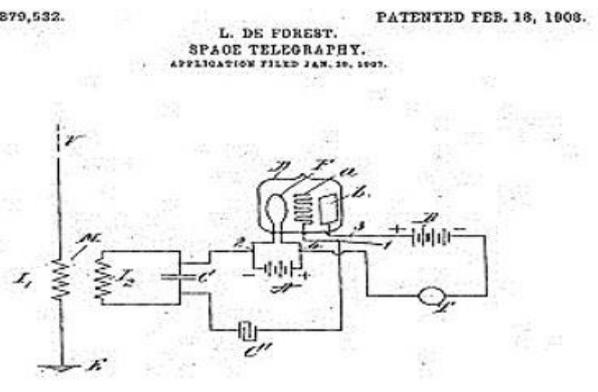


Fig. 2 y Fig. 3: Patente de Fleming para la válvula de vacío; Patente (US879532) de De Forest para el triodo (de izquierda a derecha) (<https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2017/03/31/la-historia-de-la-electronica-antes-del-transistor/>)

2.1.3 USO ACTUAL

En la actualidad el uso de la válvula de vacío se limita a ciertas aplicaciones específicas, donde resulta más conveniente que el uso del transistor.

Por ejemplo, en transmisores de radiofrecuencia de alta potencia y sistemas de radar se utilizan válvulas de vacío. Además, en sistemas médicos de imagen y televisión aún se utilizan tubos de rayos. También se utilizan en el horno microondas que podemos tener en casa y siguen siendo utilizadas en micrófonos, guitarras y bajos, así como en equipos de sonido de alta fidelidad. (Colaboradores de Wikipedia, 2021)

Esto se debe a que la válvula de vacío se vio opacada por la aparición del **transistor** que, gracias a los avances en relación con los materiales semiconductores, fue patentado (US2524035) por los científicos John Bardeen (1908-1991) y Walter H. Brattain (1902-1987) en los famosos Laboratorios Bell a principios de 1948 a espaldas de su jefe de equipo, William B. Shockley (1910-1988), quien presentaría otra patente (US2569347) tan solo 9 días después resolviendo algunos problemas de fabricación en masa.

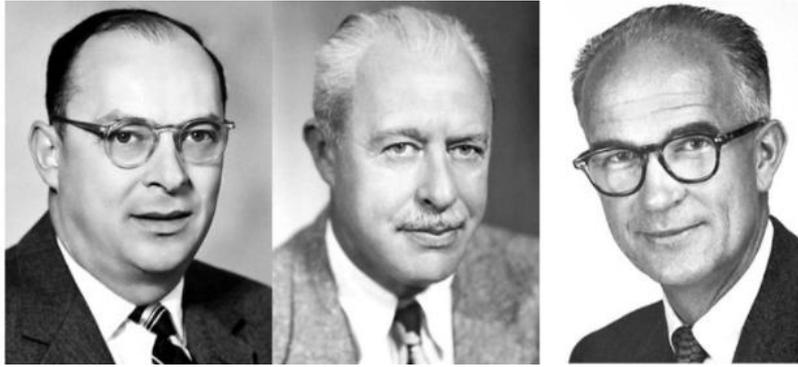


Fig. 4: J. Bardeen (izquierda), W. Brattain (centro) y W. Shockley (derecha)
(<https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2017/03/31/la-historia-de-la-electronica-antes-del-transistor/>)

2.2 ARPANET

2.2.1 CONCEPTO

ARPANET surge de la mano del Ministerio de Defensa de los EE. UU. La ARPA (Advanced Research Projects Agency) fue una agencia formada por unos 200 científicos y un gran presupuesto a finales de los años 50 con el objetivo de crear comunicaciones directas entre ordenadores, comunicando así las diferentes bases de investigación.

Unos años más tarde, a finales de los 60, la ARPA había trabajado lo suficiente como para crear una red de ordenadores a la que se bautizó como ARPANET, cuya función inicial no era otra que recopilar las mejores ideas de los equipos del MIT (Massachusetts Institute of Technology), el National Physics Laboratory (UK) y la Rand Corporation, intentando abarcar el máximo territorio posible.

A principios de los años 70, la red ya contaba con 23 puntos conectados a lo ancho del país:

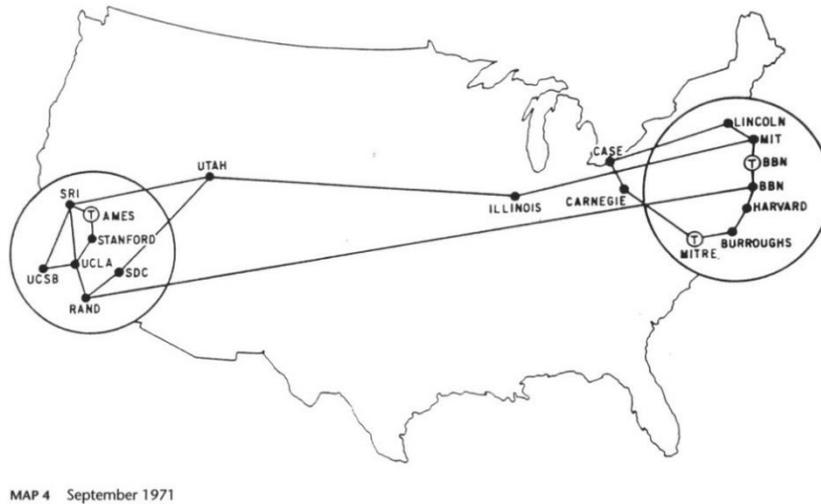


Fig.5: Red de territorios conectados a través de ARPANET en EE. UU. (<http://waror.altervista.org/esercitazione-2/master-files/images/arpnet-in-1971.jpg>)

2.2.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN

Podemos encontrar un contexto a la creación de la ARPA por parte del Ministerio de Defensa de los EE. UU. en el artículo “ARPANET: los primeros pasos de Internet” (2021), que destaca que, durante su desarrollo, Estados Unidos se encontraba en la conocida Guerra Fría contra la Unión Soviética.

Estas dos potencias no solo libran feroces carreras armamentistas y desesperadas guerras por poderes en Vietnam, sino que también se esfuerzan por superarse mutuamente en ciencia y navegación espacial. Dado el clima político en ese momento, no es sorprendente que los militares, o más específicamente la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa (ARPA), impulsaran la construcción de redes informáticas estadounidenses. En ese momento, el presidente Dwight D. Eisenhower creó ARPA dentro del Departamento de Defensa en 1958 en respuesta al lanzamiento soviético del satélite Sputnik.

La evolución de la ARPA va asociado al concepto de una red de ordenadores, buscando una comunicación rápida y descentralizada.

Este concepto, según colaboradores de Wikipedia (2021b), fue introducido por Joseph C.R. Licklider en abril de 1963. Formulado en una serie de notas sobre la idea de "Galaxy Network" mientras trabajaba en Bolt, Veranek y Newman (BBN). En octubre del mismo año, Licklider fue convocado por ARPA (Agencia de Investigación para Proyectos

Avanzados), una organización dependiente del Departamento de Defensa. En este foro, convenció a Ivan Sutherland y Robert "Bob" Taylor de la importancia del concepto antes de dejar la agencia y antes de comenzar a trabajar. Mientras tanto, desde 1958, la RAND Corporation ha estado trabajando en una red de comunicaciones segura que permitirían resistir ataques nucleares con fines militares. Los resultados se publicaron en 1960 y explican dos ideas principales:

- El uso de una red distribuida con múltiples rutas entre dos puntos.;
- La división de mensajes completos en segmentos más pequeños a lo largo de diferentes caminos.

Al mismo tiempo, Leonard Kleinrock estudió el concepto de almacenamiento y transferencia de mensajes en su tesis en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Contiene un importante análisis de la teoría de las colas aplicada a las redes de telecomunicaciones (publicado en forma de libro en 1964). Su trabajo aún no incluye la idea de fragmentación de paquetes de datos. Finalmente, Donald Davis del Instituto Nacional de Ciencias Físicas (NPL) comenzó a unir todos estos conceptos en 1965 después de asistir a una conferencia en el Reino Unido sobre multiplexación por división de tiempo. Su trabajo se realizó independientemente del de Baran, sin saber de la existencia de éste, hasta 1966. Casualmente, fue Davis quien comenzó a utilizar el término "paquete".

En este escenario, cuatro centros de investigación independientes (DARPA, RAND, MIT y UK NPL) serán los primeros nodos de prueba de ARPANET.

De esta manera comenzaba el proyecto que daría paso a finales de los 90 al INTERNET que conocemos hoy en día, según el autor Sasso (2020):

El 29 de octubre de 1969, por primera vez en la historia, se envió un mensaje a través de una red de dos computadoras, uno en la Universidad de Los Ángeles y el otro, en el Instituto Stanford en San Francisco.

Aunque el mensaje contiene solo la palabra "login", es un hito en la historia de la comunicación y muchos consideran que es el nacimiento de Internet. Desde entonces, ARPANET continúa creciendo y en 1971 disponen de 23 puntos conectados.

Se creó un número significativo de redes en los años siguientes, incluida una versión comercial de ARPANET, Telenet, en 1974. También aparecieron Usenet, Bitnet y EUNET. Así, paralelamente al desarrollo a gran escala las computadoras a principios de la década de 1980, ARPA adoptó el protocolo TCP/IP, dando origen a Internet (red internacional). Este modelo continuó evolucionando, haciendo una transición decisiva en 1983 a lo que ahora se conoce como IPv4 o Protocolo de Internet versión 4:

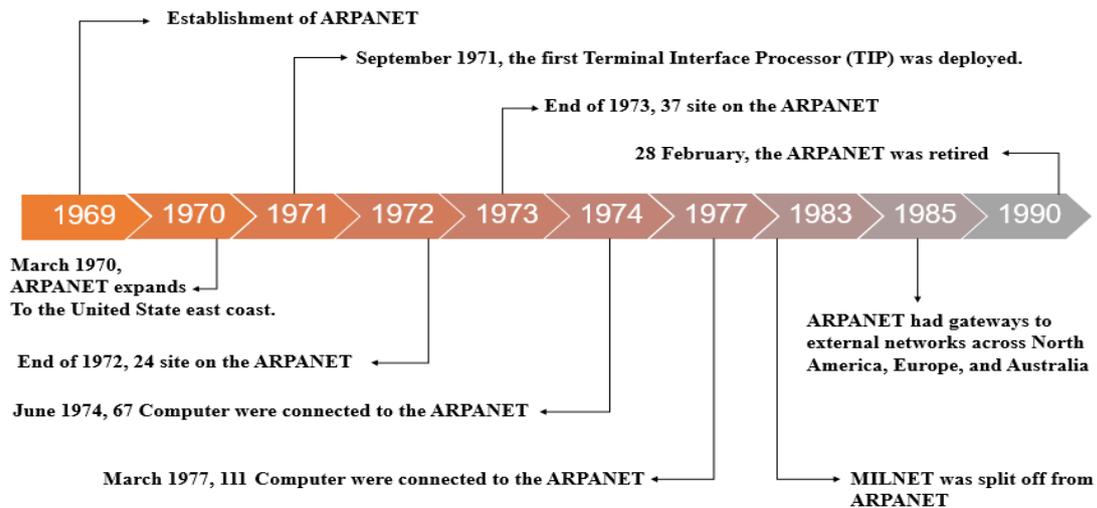


Fig.6: Línea temporal de ARPANET (<https://es.wikipedia.org/wiki/ARPANET#Or%C3%ADgenes>)

2.2.3 USO ACTUAL

Como hemos comentado anteriormente, ARPANET deja un legado importantísimo en la figura de INTERNET. Pero ¿qué relevancia tiene la red ARPANET para INTERNET?

Según el artículo “ARPANET: los primeros pasos de Internet” (2021), no se puede negar que Internet como la conocemos hoy fue inevitable gracias a ARPAnet, pero ¿qué significa eso? Después de todo, ARPAnet no es otro nombre para Internet. Varias innovaciones desarrolladas por ARPA y BBN Technologies en las décadas de 1960 y 1970 todavía se utilizan en la actualidad, incluidos los protocolos de transferencia de archivos y correo electrónico. Principalmente, el concepto de redes móviles descentralizadas condujo al nacimiento de Internet.

Otro dato que destacar es que el origen del sistema de nombres de dominio es ARPAnet. Sin embargo, los equipos de esta red se ordenan manualmente en lugar de numéricamente,

para eso existe un archivo (hosts.txt) que contiene los participantes para esta gestión. Para inscribirse había que acudir al centro de información de red (NIC).

2.3 EL ALGORITMO DE ADA LOVELACE

2.3.1 CONCEPTO

Para poner en contexto la historia que hay detrás del primer algoritmo que se conoce, el de Ada Byron (1815-1852), más conocida como Ada Lovelace, hay que conocer a Charles Babbage (1791-1871) y su máquina analítica. Ya que sería a través de esta máquina y con la asesoría de Babbage y la base de las series de Bernoulli como esbozaría el funcionamiento del primer “programa informático” de la historia, en sus *Notas*.

Las notas están etiquetadas alfabéticamente de la A a la G. La nota G es solo para números de Bernoulli. En esta sección, Ada detalla cómo las tarjetas perforadas "tejen" una secuencia de números en un analizador. Este código se considera el primer algoritmo diseñado específicamente para ser ejecutado por una computadora, pero nunca se probó porque la máquina fue construida. Sin embargo, podemos concluir que Nota G es el algoritmo de Ada. Así, es reconocida como la primera programadora de la historia, la primera persona en escribir un lenguaje de programación común para interpretar las ideas de Babbage. (colaboradores de Wikipedia, 2021c)

2.3.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN

Como avanzamos en el apartado anterior, fue la investigación de Charles Babbage y la invención de su máquina analítica lo que llevó a Ada Lovelace a buscarlo para colaborar con él. A Babbage le gustó la idea, así ella comenzó su investigación a la par que trabajaba para Babbage traduciendo algunos artículos y estudios.

Ada dedica mucha de su investigación a explicar cómo funciona la máquina analítica en un lenguaje muy técnico, pero también proporciona algunas observaciones que arrojan luz sobre sus contribuciones teóricas. Hizo una clara distinción entre datos y procesamiento. Esta idea fue revolucionaria en ese momento. Ada aspira a crear la informática, lo que ella llama la ciencia de las operaciones. Reconoció las aplicaciones prácticas de la máquina analítica e incluso vio el potencial de digitalizar la música. Escribió en sus *Notas*:

"Supongamos, por ejemplo, que las relaciones fundamentales entre los sonidos, en el arte de la armonía, fueran susceptibles de tales expresiones y adaptaciones: la máquina podría componer piezas musicales todo lo largas y complejas que se quisiera". (colaboradores de Wikipedia, 2021c)

Sin embargo, la concepción de la máquina analítica de Ada distaba mucho de lo que pretendía Babbage de ella. Ya que el científico británico no le interesaba en absoluto las posibilidades prácticas de su invento, mientras que Ada vislumbraba un progreso tecnológico apasionante.

Con todo, toda su investigación nunca fue puesta en práctica. Fue por esto, y por su condición de mujer, que durante muchos años su trabajo quedó en el olvido, relegándola a una posición de intérprete de las notas de Babbage por los posteriores investigadores que revisaron sus *Notas*. De hecho, no sería hasta aproximadamente cien años después de su muerte, sobre 1953, que sus *Notas* serían publicadas bajo su nombre real, considerando la máquina de Babbage como un modelo primitivo de computadora y las notas de Ada como una especificación del software.

2.3.3 USO ACTUAL

Considerando entonces el algoritmo de Ada Lovelace como un precursor primitivo de los lenguajes de programación, haremos un breve repaso en este apartado de la aparición de los lenguajes más reconocidos a lo largo de la Historia y de manera cronológica según un estudio de Huertos (2019):

- 1936. Alan Turing y su “Máquina Universal”: el primer “autómata” capaz de implementar un problema matemático expresado como un algoritmo.
- 1957. FORTRAN: considerado el primer lenguaje de programación real, inventado por John W. Backus para calcular trayectorias de misiles. Considerado el primer compilador.
- 1959. COBOL: creado para ser el primer lenguaje de programación universal.

- 1964. BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code): familia de lenguajes de programación creados como herramienta de enseñanza. Debido a su popularidad, su uso se extendió a otros ámbitos y hoy sigue siendo muy importante.
- 1970. PASCAL: igualmente creado para ser una herramienta de enseñanza de programación. Su uso se extendió a todo tipo de aplicaciones, pero en la actualidad ha perdido mucho peso.
- 1972. C: creado por Dennis Ritchie como intermediario entre lenguajes, debido a su condición de lenguaje de bajo nivel. Con el tiempo su uso se ha extendido, siendo la base de muchos de los lenguajes de programación que usamos hoy.
- 1979. C++: creado por Njarne Stroustrup con la intención de extender el lenguaje C para manipular objetos.
- 1991. HTML, PYTHON y VISUAL BASIC: en la década de Internet se produjo un gran avance en el desarrollo de los lenguajes de programación. Estos lenguajes han definido las páginas web y HTML.
- 1995. JAVA, JAVASCRIPT y PHP: son la base del 50% de las páginas web y de la mayoría de las aplicaciones.
- 2001. C#: el culmen de la época dorada de los lenguajes de programación. Uno de los lenguajes más importante en la creación de todo tipo de programas.

- 2006. SCRATH: lenguaje desarrollado por el MIT con la intención de que todo tipo de público tenga la opción de aprender a programar de manera visual.
- 2009. GO: lenguaje de programación desarrollado por Google inspirado en C con el objetivo de la seguridad.
- 2012. KOTLIN: referenciado por Google como mejor lenguaje de programación para Android.
- 2013. SWIFT: lenguaje de programación creado por Apple, clave para programar en iOS.

2.4 EL PLC

2.4.1 CONCEPTO

El concepto de PLC es algo sencillo: es una computadora utilizada en los procesos de automatización industriales, encargada de automatizar dichos procesos electromecánicos, electroneumáticos, electrohidráulicos, entre otros.

Estas computadoras están específicamente diseñadas para señales de entrada y de salida múltiples, grandes rangos de temperaturas, resistencia máxima al ruido eléctrico, vibraciones e impactos. Para el almacenamiento de los programas suelen utilizar baterías, copias de seguridad o memorias no volátiles. Así:

“Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado.” (What is a PLC. Who uses them and what for? Learn how to program!, s. f.)

2.4.2 ORIGEN Y EVOLUCIÓN

El PLC surge a finales de los años 60 por la necesidad de cambiar los grandes armarios de los sistemas de automatización por relés.

La historia, según Tremosa (2019) y concebida en 1968, sigue a un pequeño grupo de jóvenes ingenieros que fundaron una pequeña empresa de ingeniería llamada Bedford Associates, dirigida por Dick Morley. Con esto, se presentaron a una convocatoria de General Motors, que buscaba nuevos procesos de producción más rentables.

Dick Morley y su equipo tuvieron una gran idea al reemplazar los relés del sistema de control por tarjetas electrónicas, ya que ahora se podrían programar nuevas funciones sin rebobinar o cambiar de equipo. Fue un proyecto claramente ganador y de esta manera nació el Modicón (MODular DIGital CONtroller) hace 50 años.

El desarrollo del PLC pasa por la estandarización de la máquina, de manera que se pudieran comunicar los PLCs entre sí, incluso de diferentes fabricantes.

En la década de 1980, se hicieron esfuerzos para estandarizar la comunicación con General Motors mediante el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) y, a principios de la década de 1990, con la aparición de los microprocesadores de 32 bits se agregó la capacidad de realizar operaciones de cálculo complejas y comunicarse entre diferentes marcas de PLCs y PCs. De esta manera se abría la posibilidad de tener una fábrica totalmente automatizada y con comunicación "en tiempo real" con la gerencia, a la que se llamó CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Cabe destacar que, desde la década de 1990, el número de protocolos "estándar" ha seguido disminuyendo, a la par que aumentaban las soluciones de comunicación entre unas marcas y otras.

2.4.3 USO ACTUAL

Aprovechando que recientemente se celebraron los 50 años del nacimiento del Modicon 84, el primer PLC, en este apartado simplemente haremos un par de apuntes que nos han resultado significativos en cuanto al desarrollo de esta tecnología en tan solo 50 años de vida.

La primera apreciación tiene que ver con el tamaño del dispositivo. El Modicon 84 se diseñó con un tamaño aproximado de un metro de largo, mientras que, hoy en día, el PLC más pequeño tiene el tamaño de un simple relé.

La segunda es más importante si cabe, ya que está relacionada con la potencia del computador. El Modicon 84 realizaba una conversión de 500 instrucciones por segundo mientras que los últimos equipos desarrollados por Schneider Electric realizan la

conversión de 50.000.000 instrucciones por segundo. Es decir, 100.000 veces más instrucciones por segundo.

Es por esto por lo que podemos prever un futuro (cercano) apasionante en el mundo de la automatización industrial.

3. METODOLOGÍA

Sirva esta introducción para este apartado número tres (Metodología) y el siguiente, número cuatro (Análisis y resultados), ya que para llevar a cabo ambos hemos realizado una profunda investigación en el marco educativo de la UPCT en relación con el grado de GIEIyA. Para ello hemos utilizado nuestros apuntes teóricos y prácticos de cada una de las asignaturas del grado, así como las guías docentes que proponen los responsables de cada asignatura y que son aprobadas por la UPCT cada año. De esta manera estructuraremos este apartado en cuatro subapartados, coincidiendo con cada uno de los cuatro cursos del grado de GIEIyA, y valoraremos la relación de cada una de las materias que los componen con los hitos remarcados en el apartado anterior.

También haremos hincapié en la relación entre las distintas asignaturas y nuestra experiencia laboral fuera de la universidad para intentar encontrar el nivel de practicidad del grado de GIEIyA, aportando un plus de valor a la investigación. Y es que, a nuestro juicio, es inconcebible la figura de una universidad que no trabaje codo con codo con el mundo empresarial para aportar una visión realista y actualizada del panorama laboral que le espera al estudiante una vez emprenda el camino fuera de la misma.

Todos los datos utilizados en este apartado y en el siguiente, de análisis y resultados, son fruto de la investigación llevada a cabo y se pueden encontrar en las tablas del apartado de anexos. En éstas hemos puesto en valor todas las asignaturas que hemos cursado año a año y el número de créditos ECTS que supone cada una de ellas, así como el número de temas teóricos y sesiones prácticas que comprenden cada una de las asignaturas que han sido relacionadas con alguno de los hitos marcados.

Asimismo, y antes de comenzar con las valoraciones, cabe explicar de manera breve en qué es Nexus Integra (empresa en la que trabajamos desde diciembre de 2019) con el fin de contextualizar una de las relaciones que se han valorado en este trabajo.

Nexus Integra es una plataforma de operaciones integrada que permite llevar a cabo la transformación digital de una organización, conectando todos los activos y sistemas de información y procesándolos con tecnología Big Data. De esta manera obtenemos un marco de operaciones para su monitorización, gestión y análisis.

Además, aplicamos Inteligencia Artificial y Machine Learning a la capa de Data Analytics con el fin de optimizar costes y rentabilizar el negocio.

Con todo esto, haremos un recorrido cronológico de las asignaturas para observar cómo evoluciona esta relación durante el grado de GIEIyA y, como conclusión, compararemos los resultados y aportaremos una visión general sobre la relación entre cada hito y el grado de GIEIyA.

3.1 PRIMER CURSO

El primer curso del grado de GIEIyA consta de 9 asignaturas que comprenden un total de 60 créditos ECTS. Éstas son:

CURSO	ASIGNATURA	ECTS
1	MATEMATICAS I	12
1	FISICA I	6
1	FISICA II	6
1	QUIMICA GRAL	6
1	INFORMATICA APLICADA	6
1	EXPRESIÓN GRÁFICA	6
1	ESTADÍSTICA APLICADA	6
1	CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES	6
1	ANÁLISIS DE CIRCUITOS	6
TOTALES		60

Tabla 1: Asignaturas del primer curso del grado de GIEIyA (https://www.upct.es/estudios/grado/5071/plan_estudios.php?curso_acad=2020-21#4)

3.1.1 RELACIÓN CON LA VÁLVULA DE VACÍO

Con el fin de encontrar las relaciones significativas entre este hito y el grado de GIEIyA tendremos en cuenta lo que supone la válvula de vacío para la electrónica en general y su evolución en el tiempo hasta su versión más reciente, el transistor. Así pues, consideraremos la válvula de vacío como la base de la electrónica actual.

De esta manera definiremos la relación entre hito y asignatura como aquella en la que, durante el transcurso de la materia, se considere parte imprescindible conocer cómo funciona un transistor o cualquier otro componente electrónico, así como toda aquella materia que requiera de manipulación de éstos, bien de forma física o bien de manera simulada.

Según nuestro estudio, consideramos que tan solo una de las nueve asignaturas se puede relacionar directamente con el hito en cuestión.

Esta es ANÁLISIS DE CIRCUITOS (507101009). Asignatura basada en el estudio de circuitos electrónicos y en la que comenzamos nuestra formación aplicada a la electrónica. También es la primera materia en la que tratamos con los diferentes componentes electrónicos que nos iremos encontrando a lo largo del grado. Entre ellos, el transistor.

De esta manera, podemos concluir que durante el primer curso del grado tenemos un total de 1/9 asignaturas relacionadas con este hito y 6/60 créditos ECTS.

3.1.2 RELACIÓN CON ARPANET

Así como pasa con la válvula de vacío en el apartado anterior, en éste igualmente tendremos que aplicar el estudio a la actualidad del ARPANET. De este modo, se van a considerar relacionadas con ARPANET aquellas asignaturas que, para su desarrollo, precisen de conocimientos sobre el funcionamiento de Internet y sus aplicaciones. Esto es, todo aquello relacionado con la llamada Industria 4.0. Sobre todo, encontraremos relaciones con el IoT (Internet of Things).

En ese curso no podemos relacionar directamente ninguna de las asignaturas con el hito en cuestión.

3.1.3 RELACIÓN CON EL ALGORITMO DE ADA LOVELACE

En este apartado consideraremos buenas las relaciones entre una asignatura y el hito del algoritmo de Ada Lovelace siempre que, durante el transcurso de esta, estudiemos algún lenguaje de programación en particular o bien desarrollemos aplicaciones poniendo en práctica alguno de ellos.

De esta manera concluimos que la asignatura INFORMÁTICA APLICADA (507101004) es la única que podemos relacionar con este hito. En esta asignatura nos introducimos en

el mundo de la programación de la mano de C+. Así, durante el transcurso de esta materia realizamos varias aplicaciones con este lenguaje de programación.

Concluimos este apartado con un saldo de 1/9 asignaturas relacionadas y 6/60 créditos ECTS.

3.1.4 RELACIÓN CON EL PLC

La relación de una asignatura con el hito de la aparición del PLC se considerará buena siempre y cuando en la materia tenga un peso relevante todo lo relacionado con la automatización y los sistemas. También se darán por buenas aquellas asignaturas que tratan los SCADAS y el lenguaje de programación propio de los PLCs.

Durante el primer curso no encontramos ninguna relación entre este hito y las asignaturas cursadas.

3.2 SEGUNDO CURSO

Este segundo curso consta de 12 asignaturas y otros 60 créditos ECTS. Estas son:

CURSO	ASIGNATURA	ECTS
2	FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA INDUSTRIAL	4,5
2	MECÁNICA DE MÁQUINAS	6
2	TERMODINÁMICA APLICADA	4,5
2	RESISTENCIA DE MATERIALES	4,5
2	INGLÉS TÉCNICO	4,5
2	MECÁNICA DE FLUIDOS	4,5
2	ELECTROTECNIA	6
2	DISEÑO Y SIMULACIÓN ELECTRÓNICA	4,5
2	TRANSMISIÓN DE CALOR	4,5
2	REGULACIÓN AUTOMÁTICA	4,5
2	ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE EMPRESAS	6
2	MATEMÁTICAS II	6
TOTALES		60

Tabla 2: Asignaturas del segundo curso del grado de GIEIyA (https://www.upct.es/estudios/grado/5071/plan_estudios.php?curso_acad=2020-21#4)

3.2.1 RELACIÓN CON LA VÁLVULA DE VACÍO

Según nuestro estudio, para este curso conseguimos relacionar dos asignaturas:

FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA INDUSTRIAL (507102002), asignatura que repasa los fundamentos de la electrónica, empezando por sus componentes y siguiendo con la electrónica digital y la analógica.

DISEÑO Y SIMULACIÓN ELECTRÓNICA (507102009), en la que empezamos a tomar conciencia del proceso que hay desde el diseño de un circuito electrónico en papel hasta su diseño por ordenador e incluso su traslado a una PCB para hacer uso de él, manipulando todos los componentes que lo componen.

Así, concluimos el segundo curso con un total de 2/12 asignaturas y 9/60 créditos ECTS relacionadas con este hito en cuestión.

3.2.2 RELACIÓN CON ARPANET

No consideramos que exista ninguna relación entre las asignaturas de este curso y la utilización de Internet como base de desarrollo.

3.2.3 RELACIÓN CON EL ALGORITMO DE ADA LOVELACE

En este curso tampoco encontramos ninguna asignatura que requiera de lenguajes de programación para su realización, por lo que no consideramos válida ninguna relación.

3.2.4 RELACIÓN CON EL PLC

Para terminar con el segundo curso, tomamos como válida la relación de este hito con la asignatura REGULACIÓN AUTOMÁTICA (507102011), en la que nos introducimos en el mundo de los sistemas y damos nuestros primeros pasos en el estudio de la automatización industrial.

Por lo que, al finalizar el segundo curso tenemos 1/12 asignaturas y 6/60 créditos relacionados con el hito de la aparición del PLC.

3.3 TERCER CURSO

El tercer curso del grado de GIEIyA consta de un total de 12 asignaturas, que suman 60 créditos ECTS:

CURSO	ASIGNATURA	ECTS
3	TECNOLOGIA MEDIOAMBIENTAL	4,5
3	ELECTRONICA DIGITAL	4,5
3	CONTROL POR COMPUTADOR	4,5
3	INFORMATICA PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	4,5
3	MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS	6
3	ELECTRONICA ANALOGICA	6
3	SISTEMAS BASADOS EN MICROPROCESADORES	4,5
3	PROGRAMACION DE SISTEMAS EN TIEMPO REAL	4,5
3	SISTEMAS ROBOTIZADOS	6
3	AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	6
3	INGENIERIA DE CONTROL	4,5
3	INGENIERIA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION	4,5
TOTALES		60

Tabla 3: Asignaturas del tercer curso del grado de GIEIyA (https://www.upct.es/estudios/grado/5071/plan_estudios.php?curso_acad=2020-21#4)

3.3.1 RELACIÓN CON LA VÁLVULA DE VACÍO

A lo largo del tercer curso del grado de GIEIyA podemos encontrar en la asignatura ELECTRÓNICA ANALÓGICA (507103006) la relación que buscamos con la válvula de vacío. Y es que en la materia de esta asignatura profundizaremos en la electrónica analógica, que tiene, en la figura del transistor, uno de sus pilares más importantes. Estudiamos y diseñamos diferentes tipos de amplificadores, filtros, osciladores...

Es por esto por lo que podemos establecer las relaciones entre esta asignatura y el hito en cuestión, teniendo entonces 1/12 asignaturas y 6/60 créditos ECTS relacionados con este hito.

3.3.2 RELACIÓN CON ARPANET

Como pasa con los cursos anteriores, la relación de este hito, tal y como lo planteamos, con el grado de GIEIyA todavía no se lleva a cabo.

3.3.3 RELACIÓN CON EL ALGORITMO DE ADA LOVELACE

En este caso podemos afirmar que existe una relación directa de los lenguajes de programación con cuatro asignaturas diferentes de este curso.

ELECTRÓNICA DIGITAL (507103002). Asignatura en la que estudiamos el lenguaje combinacional, el álgebra de Boole y las funciones lógicas. Supone un paso importante a la hora de comprender cómo funciona la lógica combinacional y los circuitos lógicos programables. También se dedica una unidad al lenguaje VHDL.

SISTEMAS BASADOS EN MICROPROCESADORES (507103007), donde aprendemos las bases del lenguaje ensamblador y programamos aplicaciones sobre microcontroladores.

PROGRAMACIÓN DE SISTEMAS EN TIEMPO REAL (507103008). En este caso conocemos C++, con la base que nos supuso controlar C+ en primero de carrera. Programamos sobre C++ y desarrollamos aplicaciones sobre sistemas en tiempo real.

Por último, encontramos también relación en **SISTEMAS ROBOTIZADOS (507103009),** donde conocemos el concepto de robótica, estudiamos el espacio que rodea al robot y sus dinámicas. Todo esto utilizando Matlab y sus herramientas para la programación de tareas sobre el robot.

Así pues, en el transcurso del tercer año del grado, tenemos un balance de 4/12 asignaturas relacionadas con la programación. Que suponen un total de 19.5/60 créditos ECTS.

3.3.4 RELACIÓN CON EL PLC

Definitivamente, este es el año que más nos acerca al mundo industrial, a los sistemas y a la automatización, de manera que podemos considerar que existen cinco asignaturas diferentes en este curso en las que podemos relacionar de manera clara este hito. Estas son:

CONTROL POR COMPUTADOR (507103003), en la que estudiamos en profundidad las características de los sistemas discretos y continuos y aprendemos a proporcionar soluciones a los diferentes problemas de control con la implementación de controladores y reguladores.

INFORMÁTICA PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (507103004). En esta asignatura estudiamos muchas de las aplicaciones de los SCADAS y los sistemas de

control, así como las diferentes comunicaciones industriales. También llevamos a cabo sesiones prácticas sobre diferentes aplicaciones de los PLCs, programando sobre la marca Siemens.

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS (507103005). En este caso aprendemos a valorar los sistemas y a modelar y simular soluciones utilizando métodos numéricos para la implementación de simuladores.

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL (507103010), en la que aprendemos a desarrollar un programa de automatización desde el GRAFCET hasta su implementación en un autómeta.

Por último, INGENIERÍA DE CONTROL (507103011), asignatura en la que profundizamos en la interpretación y control de los sistemas, obteniendo un conocimiento profundo del funcionamiento de los PID.

De esta manera, al finalizar el tercer curso tenemos un recuento de 5/12 asignaturas relacionadas con la automatización, que suponen un total de 25,5/60 créditos ECTS.

3.4 CUARTO CURSO

Para terminar, tenemos un curso un tanto especial. Esto es porque en cuarto curso tan solo tenemos tres asignaturas obligatorias, siendo el resto asignaturas optativas. Para la realización de este estudio hemos tenido en cuenta las asignaturas optativas que seleccionamos para tener un conocimiento más profundo de ellas. También hay que indicar que creemos que son las asignaturas más escogidas por los alumnos que buscar un perfil más actualizado sobre la automatización y las nuevas tecnologías.

Este curso, entonces, constaría de 11 asignaturas y un total de 54 créditos ECTS, sin contar el TFE.

CURSO	ASIGNATURA	ECTS
4	PROYECTOS DE INGENIERIA	6
4	ELECTRONICA DE POTENCIA	6
4	INSTRUMENTACION ELECTRONICA	6
OPT	PROGRAMACION Y APLICACIÓN CON AUTOMATAS PROGRAMABLES	4,5
OPT	CONTROL AVANZADO	4,5
OPT	ROBOTICA MOVIL	4,5
OPT	VISION ARTIFICIAL	4,5

OPT	DOMOTICA	4,5
OPT	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	4,5
OPT	INGENIERIA BIOMEDICA	4,5
OPT	MICROROBOTICA	4,5
TOTALES		11
		54

Tabla 4: Asignaturas del cuarto curso del grado de GIEIyA

(https://www.upct.es/estudios/grado/5071/plan_estudios.php?curso_acad=2020-21#4)

3.4.1 RELACIÓN CON LA VÁLVULA DE VACÍO

En este último curso podemos encontrar dos asignaturas relacionadas con este hito:

La primera, ELECTRÓNICA DE POTENCIA (507104002), es una de las asignaturas obligatorias del curso y con la que aprenderemos a reconocer las posibles aplicaciones de la electrónica de potencia en la industria, así como diferentes tipos de convertidores con el fin de resolver problemas industriales.

La segunda es una optativa. Se trata de INGENIERÍA BIOMÉDICA (507109016), en la que aparte de aprender sobre la relación entre medicina e ingeniería de manera teórica, disponemos de un programa de prácticas en las que aplicaremos todo nuestro conocimiento en electrónica sobre aplicaciones médicas.

Con esto resultan 2/11 asignaturas relacionadas, que suman 10,5/54 créditos ECTS.

3.4.2 RELACIÓN CON ARPANET

Es en este último curso, y escogiendo entre optativas, cuando podemos adentrarnos en el mundo del Internet de las Cosas. Esto lo haremos de la mano de cuatro asignaturas diferentes:

Una de ellas es INGENIERÍA BIOMÉDICA (507109016) y comparte relaciones con el hito del apartado anterior. Esto es porque en una última unidad didáctica de la asignatura tratamos sobre las tecnologías avanzadas en Ingeniería Biomédica, y cómo el IoT puede ayudarnos a ir un paso más allá, por ejemplo, con tecnologías asistivas o sistemas Brain Computer Interface.

VISIÓN ARTIFICIAL (507109013). En esta asignatura aprenderemos a detectar contornos, abordar técnicas de reconocimiento de formas y objetos y adquirir conocimientos del análisis tridimensional de la imagen.

DOMÓTICA (507109014), en la que realizamos un proyecto domótico en profundidad, aplicando soluciones IoT para la accesibilidad y comodidad.

Por último, MICROROBÓTICA (507109017), en la que aplicamos soluciones IoT y Cloud Computing sobre un proyecto final de un microrobot, como puede ser el control por dispositivo móvil o por voz.

De esta manera tendríamos un total de 4/11 asignaturas relacionadas y 18/54 créditos ECTS.

3.4.3 RELACIÓN CON EL ALGORITMO DE ADA LOVELACE

Durante este curso tendremos dos asignaturas en las que se hace necesaria la utilización de lenguajes de programación:

MICROROBÓTICA (507109017), compartiendo relación con el ARPANET. Esto se debe a que durante el transcurso de la asignatura llevamos a cabo una programación sobre ARDUINO para el microrobot.

ROBÓTICA MÓVIL (507109012), en la que aplicamos nuestros conocimientos sobre autómatas para la programación de estos en el ámbito industrial. Al final de la asignatura seremos capaces de resolver de manera formal problemas propios de la automatización.

Con esto tenemos 2/11 asignaturas relacionadas y un total de 9/54 créditos ECTS.

3.4.4 RELACIÓN CON EL PLC

Por último, tendremos las asignaturas del último curso relacionadas con el PLC. Éstas serán dos:

PROGRAMACIÓN Y APLICACIÓN DE AUTÓMATAS PROGRAMABLES (507109010), asignatura en la que seguiremos profundizando en la programación de autómatas y la solución de problemas en el ámbito de la automatización industrial.

CONTROL AVANZADO (507109011). En esta asignatura estudiamos diferentes tipos de control de sistemas en la industria: control adaptativo, robusto, fuzzy y predictivo. Con estos conocimientos seremos capaces de establecer las necesidades de un diseño de control y resolverlo, analizando el funcionamiento final del sistema.

Al finalizar el curso nos encontramos con 2/11 asignaturas relacionadas con el mundo de la automatización, que se saldan con 9/54 créditos ECTS.

3.5 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Una vez hemos estudiado curso por curso la importancia de cada uno de los cuatro hitos destacados en nuestro trabajo es momento de recoger los datos obtenidos al final de la carrera en relación con cada uno de estos hitos y exponer su evolución uno por uno.

Para ello vamos a hacer uso de dos gráficas. Una primera que nos muestre la evolución de cada uno de los hitos teniendo en cuenta el porcentaje de asignaturas que abarca en cada uno de los cuatro años del grado de GIEIyA, y una segunda gráfica que nos clarifique su importancia en materia de créditos ECTS.

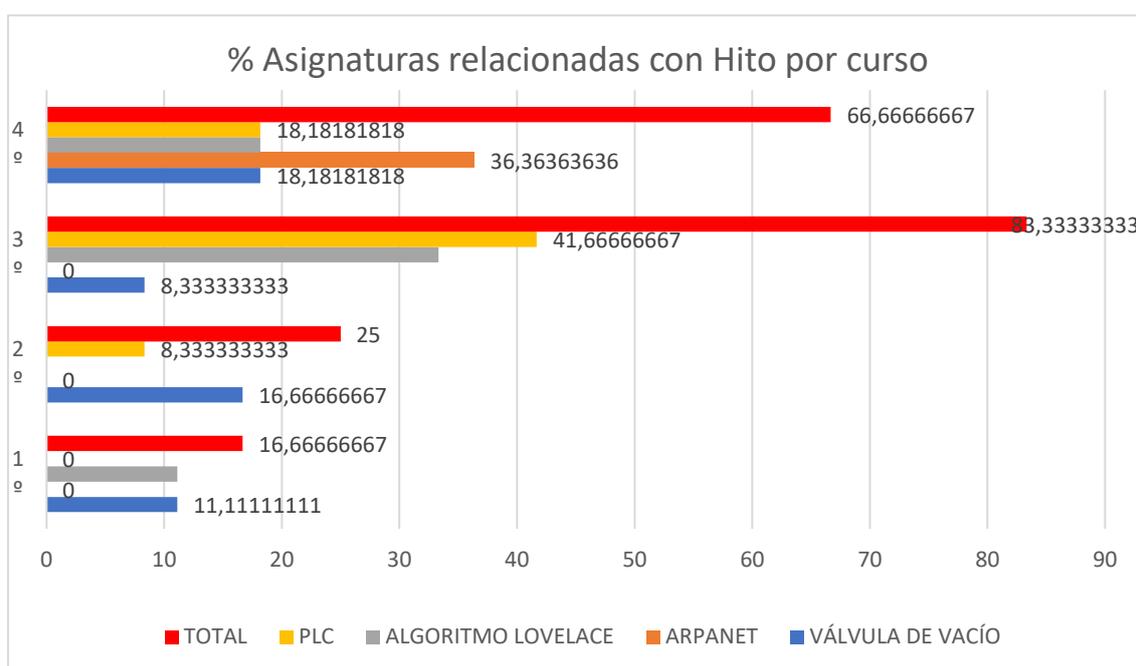


Gráfico 1: Porcentaje de asignaturas relacionadas con cada hito histórico por curso académico.

Como podemos observar en la gráfica de barras, el primer curso del grado de GIEIyA no tiene una correlación muy grande con los hitos seleccionados. Esta apreciación no debería preocuparnos, puesto que las asignaturas del primer año de todos los grados de ingeniería industrial de la UPCT son comunes en más de un 80% del total. Era de esperar que en este primer año del grado la relación fuera menor, pues no deja de ser una introducción al mundo de la ingeniería en general.

Es a partir del segundo cuando encontramos una relación mayor y en tendencia creciente, culminando con el tercer curso, que es el año más específico en materia de electrónica y automatización. Por último, también podemos apreciar una relación de dos tercios del

total en el último curso debido a que nos decantamos por una elección de optativas que nos orientaran al perfil de ingeniero electrónico y de automatización que buscamos a la hora de salir al mundo laboral.

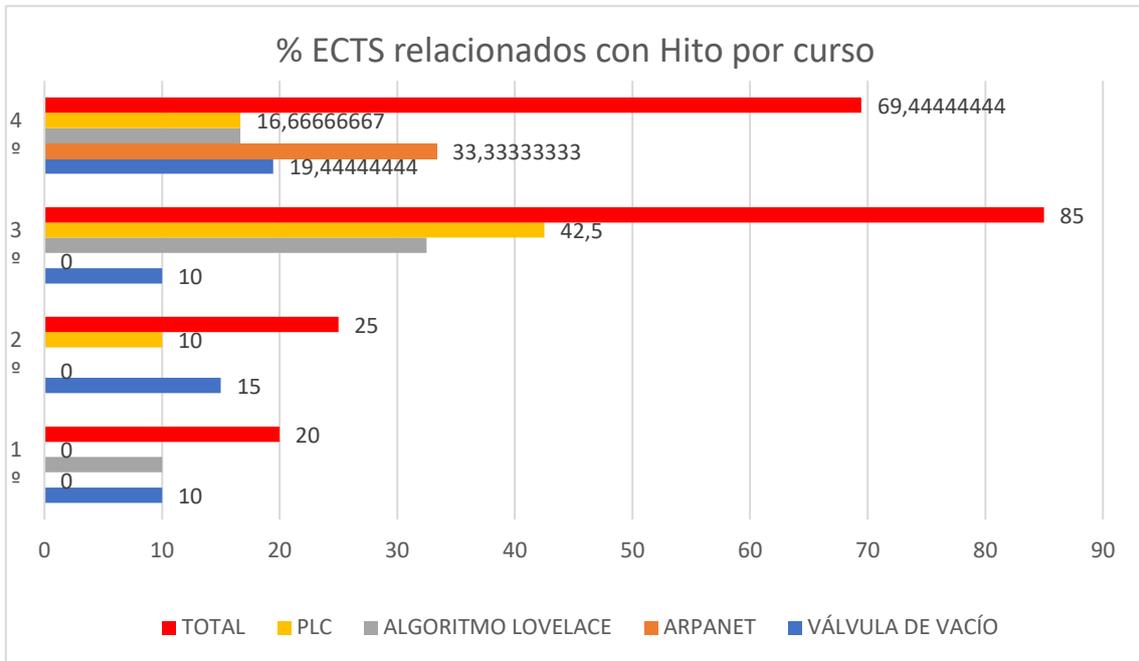


Gráfico 2: Porcentaje de asignaturas relacionadas con cada hito histórico por curso académico.

En este segundo gráfico vemos cómo la relación entre los créditos ECTS y los hitos que hemos estudiado sigue el mismo camino que en el gráfico anterior, demostrando que el número de asignaturas relacionadas aportan un valor muy grande y real para la consecución del título del grado de GIEIyA.

En el siguiente apartado profundizaremos más en la investigación llevada a cabo, aportando más datos y acercándonos más a una conclusión basada en métodos estadísticos.

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este apartado retomaremos la interpretación de los resultados de la investigación, ahondando más en ella y añadiendo algunos factores determinantes en las relaciones entre los hitos seleccionados y el grado de GIEIyA, tales como la cantidad de temario teórico, así como las sesiones prácticas dedicadas a alguno de estos hitos a lo largo del grado. También pondremos el foco sobre el mundo profesional, apoyándonos en la experiencia laboral del autor de este trabajo.

Todo esto lo haremos con el fin de dilucidar si se ha respondido adecuadamente a la pregunta formulada en la introducción del trabajo y sobre la que gira la investigación realizada: ¿Qué hitos de la historia de la ingeniería podemos relacionar directamente con las asignaturas del grado de GIEIyA?

Para ello analizaremos, hito por hito, el nivel de relación para con el grado de GIEIyA y, posteriormente, estableceremos las relaciones entre las asignaturas del grado y nuestra experiencia laboral curso por curso. Así podremos observar cómo la UPCT prepara a sus egresados a cara a buscar trabajo y ser competentes en el mundo industrial.

Todo esto se llevará a cabo teniendo en cuenta cuatro variables:

1. El porcentaje de asignaturas relacionadas con el hito en cuestión por curso
2. El porcentaje del temario teórico de las asignaturas relacionadas que atañen directamente al hito que tratamos
3. El porcentaje de sesiones prácticas que cumplen el mismo requisito que la variable número dos.
4. El porcentaje de asignaturas relacionadas con el mundo laboral. Todas ellas las nombraremos y en algunas de nos detendremos e intentaremos dar un breve repaso al porqué de su relación.

Como en toda la investigación y como dijimos anteriormente, todos los datos están extraídos del documento de Excel adjunto en el apartado de anexos.

4.1 PRIMER CURSO: RELACIONES ESTABLECIDAS

HITO	% Asignaturas relacionadas	% Temario teórico relacionado	% Sesiones prácticas relacionadas	% Asignaturas relacionadas con el mundo laboral
Válvula de vacío	11,11	100	100	44,44
ARPANET	0	0	0	
Algoritmo de Ada Lovelace	11,11	20	100	
PLC	0	0	0	

Tabla 5: Relaciones establecidas entre el primer curso del grado de GIEIyA y los hitos estudiados.

Observando la tabla se pueden extraer varias conclusiones:

Por un lado, y como apuntamos en el apartado anterior, las asignaturas del primer curso no destacan por su relación con ninguno de los hitos seleccionados. Esto es porque se trata de un curso introductorio del que parten todos los grados de ingeniería industrial ofrecidos por la UPCT. Este curso pone los cimientos para una base de cálculo e interpretación matemática.

En cuestión de material práctico, el 100% de las sesiones prácticas de las asignaturas relacionadas con alguno de los hitos tratan específicamente sobre estos.

También el porcentaje de temario teórico directamente relacionado con alguno de los hitos es considerable, si bien muchos de los temas de las asignaturas igualmente tienen un carácter introductorio y no podemos considerarlos como válidos.

Por último, casi el 50 % de las asignaturas del primer curso aportan conocimientos muy interesantes de cara a la experiencia laboral futura. Estas asignaturas son:

- **Informática Aplicada:** introduce a los alumnos al mundo de la programación. Materia muy importante de cara a adquirir la visión necesaria para enfrentarnos a cualquier lenguaje de programación. En el caso del grado de GIEIyA, el egresado utiliza mayoritariamente Python, con el cual programa

en materia de Data Analytics y Machine Learning. También programa en SQL para tratar con bases de datos.

- **Expresión Gráfica:** asignatura fundamental para salir al mundo laboral. El manejo de programas como AutoCAD o SolidWorks forma parte de prácticamente todas las ofertas de trabajo. En el caso del egresado, utiliza muy a menudo SolidWorks para realizar renderizados que utilizamos en entornos SCADA.
- **Estadística Aplicada:** también muy importante en materia de Data Analytics. Si bien es cierto que los lenguajes de programación lo reducen todo a una serie de comandos que operan por el usuario, los conocimientos adquiridos en esta asignatura ayudarán con la resolución de problemas a la hora de plantearse el código a programar.
- **Análisis de Circuitos:** asignatura clave para empezar a comprender el mundo de la electrónica y a manipular componentes.

4.2 SEGUNDO CURSO: RELACIONES ESTABLECIDAS

HITO	% Asignaturas relacionadas	% Temario teórico relacionado	% Sesiones prácticas relacionadas	% Asignaturas relacionadas con el mundo laboral
Válvula de vacío	16,67	47,37	38,46	16,67
ARPANET	0	0	0	
Algoritmo de Ada Lovelace	0	0	0	
PLC	8,33	100	76,92	

Tabla 6: Relaciones establecidas entre el segundo curso del grado de GIEIyA y los hitos estudiados.

Conclusiones a la tabla del segundo curso:

En el segundo curso crece un poco el porcentaje de asignaturas relacionadas, y se observa por primera vez alguna asignatura que atañe a la aparición del PLC y a la automatización.

Con respecto al temario teórico que abarcan las asignaturas tratadas, las disciplinas en materia de automatización comienzan siendo muy precisas, introduciendo al alumno de manera fiel al mundo de la automatización. Lo mismo ocurre con las sesiones prácticas de estas asignaturas.

En este curso aparece un porcentaje menor de materias que podemos poner en práctica en el trabajo, siendo estas:

- **Inglés Técnico:** asignatura imprescindible a la hora de salir al mundo actual. Con la globalización que existe hoy día, no se concibe salir de un grado como el de GIEIyA sin, al menos, una introducción al mundo industrial en una lengua extranjera. En nuestra experiencia laboral nos exigieron desde el primer momento un nivel de conversación y escritura en inglés fluido. Sin ir más lejos, en el puesto de trabajo que desempeñamos abarcamos toda el área americana. Además, tener un amplio conocimiento del inglés nos ayudará mucho a la hora de programar, pues es la lengua madre de la mayoría de los lenguajes de programación.
- **Regulación Automática:** asignatura que abrirá la mente del estudiante en materia de funcionamiento de sistemas y a la resolución de problemas que podrá aplicar al ámbito industrial.

4.3 TERCER CURSO: RELACIONES ESTABLECIDAS

HITO	% Asignaturas relacionadas	% Temario teórico relacionado	% Sesiones prácticas relacionadas	% Asignaturas relacionadas con el mundo laboral
Válvula de vacío	8,33	75	71,42	33,33
ARPANET	0	0	0	
Algoritmo de Ada Lovelace	33,33	75	94,12	
PLC	41,67	93,55	84,85	

Tabla 7: Relaciones establecidas entre el tercer curso del grado de GIEIyA y los hitos estudiados.

Según esta tabla, podemos afirmar que:

El tercer curso del grado de GIEIyA es el más significativo en materia de programación y automatización. Podemos observar que existe más de un 80% de relación entre las asignaturas y los hitos estudiados.

También se puede advertir que estas asignaturas están muy orientadas a lo que hemos considerado importante dentro de estos hitos que estamos estudiando, con más de un 90% de afinidad en temario teórico en el caso de las materias dedicadas a la automatización y un 75% en las que abarcan los lenguajes de programación. Además de un programa de prácticas muy fiel a esta tendencia, superando en ambos casos el 80% de relación.

En este curso encontramos además cuatro asignaturas que podemos relacionar directamente con nuestra experiencia laboral:

- **Electrónica Digital:** los conocimientos sobre lenguaje combinacional que nos aportan esta asignatura son imprescindible a la hora de programar, por ejemplo, un PLC para un sistema de producción industrial.
- **Informática para la Automatización Industrial:** también de cara a la programación de un PLC. Aunque lo más interesante de esta asignatura es, sin duda, el acercamiento a la generación de entornos SCADA. En la labor que el egresado realiza en Nexus es muy importante conocer la normativa en relación con diseños SCADA, cumplir con las expectativas del cliente y buscar siempre un punto de innovación en el campo que los diferencie del resto.
- **Electrónica Analógica:** esta materia es importante para cualquier desempeño laboral por lo que supone en materia de profundización de la electrónica en general y sus componentes.
- **Programación de Sistemas en Tiempo Real:** introducción al lenguaje C++, cuyas bases se utilizan a la hora de programar en otros lenguajes como Python.

4.4 CUARTO CURSO: RELACIONES ESTABLECIDAS

HITO	% Asignaturas relacionadas	% Temario teórico relacionado	% Sesiones prácticas relacionadas	% Asignaturas relacionadas con el mundo laboral
Válvula de vacío	18,18	77,27	93,33	27,27
ARPANET	36,36	72,72	100	
Algoritmo de Ada Lovelace	18,18	62,5	100	
PLC	18,18	88,89	100	

Tabla 8: Relaciones establecidas entre el cuarto curso del grado de GIEIyA y los hitos estudiados.

Recordamos que el cuarto curso se compone de 3 asignaturas obligatorias, el TFE y el resto de las asignaturas a elegir entre un abanico de optativas. Para la realización de este trabajo hemos hecho una selección de optativas que buscan conseguir un perfil laboral dedicado a la automatización y la Industria 4.0. Esta fue la selección de asignaturas que cursó el autor de este trabajo y con las que encontró una oportunidad laboral ajustada a sus pretensiones.

En este curso destacamos la aparición, por primera vez, de la relación con ARPANET. Esto es, como comentamos, debido al perfil de asignaturas optativas elegidas por el autor, en busca de estar actualizado en materia de Industria 4.0.

También podemos apreciar un programa de prácticas muy adecuado a todos los hitos que se distinguen en este curso. Esto nos puede dar una idea de cómo las asignaturas optativas ofrecen un apartado práctico muy válido en cuanto que sus programas van de la mano de lo que se busca.

Por último, tenemos tres asignaturas que nos serán muy útiles en nuestra experiencia laboral futura:

- **Proyectos de Ingeniería:** asignatura que acerca a los estudiantes a la realidad de un proyecto dentro de una empresa. El autor de este trabajo ejerce como “Ingeniero de Proyectos”, y como tal, está muy ligado a todo el desarrollo de

un proyecto de ingeniería. Desde el trato inicial con el cliente, hasta la puesta en marcha, pasando por el pliego de condiciones.

- **Instrumentación Electrónica:** de esta asignatura destacamos el estudio de todo tipo de sensores, componentes imprescindibles dentro de un proceso industrial automatizado.
- **Programación y Aplicación con Autómatas Programables:** materia en la que el estudiante enfoca la programación de PLCs al ámbito industrial, con el manejo de diferentes autómatas propios de las líneas industriales.

4.5 LA HISTORIA DE LA INGENIERÍA Y EL MUNDO LABORAL

En este apartado vamos a observar las relaciones destacadas entre las asignaturas del grado y el mundo laboral, apoyados sobre la experiencia del egresado. Para ello utilizaremos una gráfica con el fin de observar la evolución de estas relaciones a lo largo del grado de GIEIyA:

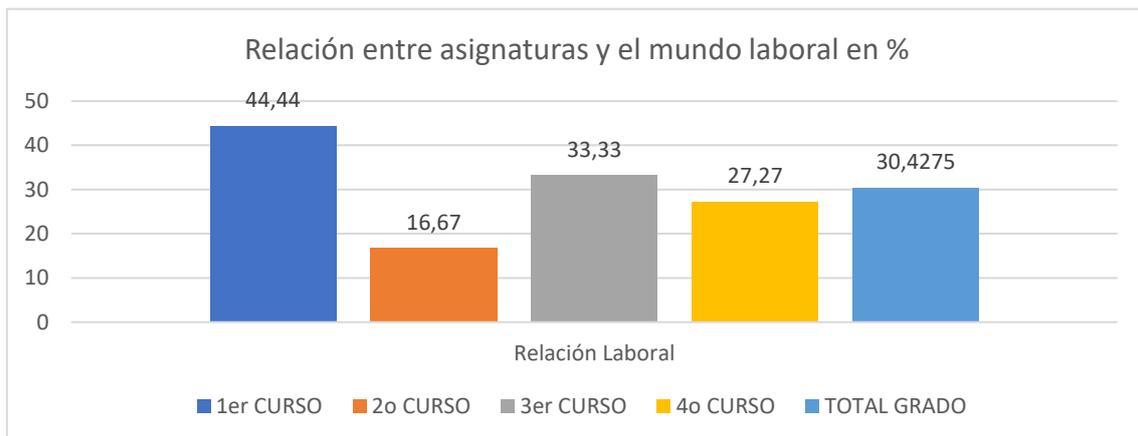


Gráfico 3: Relación entre asignaturas del grado de GIEIyA y el mundo laboral en tanto por ciento.

Como era de esperar existe una correlación entre estos dos aspectos de más de un 30% a lo largo del grado. Pero ¿es suficiente? En los siguientes apartados analizaremos la manera en la que la formación de los ingenieros ha ido evolucionando y cómo esta responde a las necesidades de la sociedad de la época, con el fin de poner en tela de juicio si la formación impartida en el grado va adecuada a la sociedad actual y, en todo caso, encontrar soluciones para aumentar el nivel de interés y concienciación del estudiante sobre el grado de GIEIyA.

5. DISCUSIÓN

En este apartado del trabajo retomaremos la pregunta que se formuló en la introducción del trabajo y que pretende aclarar la importancia que tiene la historia de la ingeniería dentro del grado, así como otras cuestiones que han ido surgiendo a lo largo del desarrollo del trabajo. Para esto, repasaremos el concepto de ingeniero a lo largo de la historia, así como a la formación recibida durante la época.

La discusión tiene como finalidad acercarse al método de enseñanza que el autor del trabajo considera idóneo para conseguir el perfil de ingeniero adecuado al panorama social actual mediante la consecución del título de grado.

En la sociedad en la que vivimos, donde el desarrollo tecnológico y científico forma parte de la mayoría de los aspectos de la vida, la importancia de la educación en ciencias es comparable a la alfabetización del individuo en las primeras sociedades industriales, según Capote León et al. (2016:22)

El mundo precisa de profesionales adecuadamente formados que sean partícipes de los procesos de investigación, innovación y desarrollo. Igual de necesario es que sean capaces de fluir y participar en una sociedad en la que las decisiones que giran en torno a las ciencias forman parte del día a día. Y aquí es donde las universidades tienen un papel protagonista.

Los sistemas educativos en España se rigen por normativas, normalmente recogidas en los programas electorales de los distintos partidos políticos que optan a formar gobierno. Esto ha originado, a lo largo de los años, la falsa creencia de que los cambios en las leyes educativas son determinantes para conseguir una mejora en la educación. Lo hemos vivido muy de cerca con el bipartidismo que existe en este país, aprobando y derogando planes educativos como si los unos o los otros tuvieran la fórmula para combatir el fracaso escolar. Sin embargo, se ha obviado que la educación es un proceso complejo en el que entran a escena multitud de elementos: el contexto cultural, familiar, social, las relaciones entre el estudiante y el docente.

De esta manera, habría que orientar la formación de los ingenieros hacia las necesidades propias de su entorno y la forma en la que debe comportarse ante ellas. Para esto es necesario que la formación universitaria consiga combinar el método tradicional basado en la adquisición y transmisión de conocimiento con la manera de generar nuevas formas

de pensamiento y acción, adecuadas a los tiempos actuales, permitiendo así la formación de profesionales capaces de conseguir un aprendizaje permanente.

Un ingeniero es, por definición, la combinación de dos momentos históricos de la historia del siglo XVIII: la Ilustración y la Revolución Industrial. Así como el proceso de la Ilustración cambió de manera tajante la actitud del hombre frente a la naturaleza, la Revolución Industrial produjo un desarrollo de maquinaria que se ve reflejado en la exigencia en la formación de profesionales dedicados a la industria. Estos están llamados a convertirse en un instrumento indispensable en el programa ilustrado, que tiene como base el fomento de la educación, el impulso del comercio y la modernización de obras públicas.

Con todo esto surgen las llamadas Escuelas de Ingeniería en las que el ingeniero recibe una formación basada en cuatro pilares: el humanismo, el arte, la ciencia y la técnica. Esta educación tiene como finalidad formar ingenieros cuya actividad sea concebir y llevar a cabo las obras a realizar, así como ofrecer los medios para llevarlas a buen puerto.

La visión de la formación del ingeniero con un carácter principalmente práctico combinado con una fuerte tendencia artística propia de estas escuelas se ve muy cuestionada durante la Revolución Francesa, que concibe un ingeniero con más sabiduría, sin tener en cuenta el ámbito artístico. Esto produce un cambio radical en la educación de los ingenieros, que pasa a utilizar los métodos científicos y matemáticos para sustituir al arte. Con esto se busca que los ingenieros utilicen conocimientos matemáticos y métodos racionales para la resolución de problemas.

Lo que está claro es que la Ingeniería surge como solución a las necesidades sociales. De esta manera, en el siglo XX, con la profunda transformación social que originó el desarrollo tecnológico, el ingeniero amplía sus campos de actuación hacia la organización y la información. Movimiento que está patente en el ingeniero del siglo XXI.

Es a finales del siglo pasado cuando se vuelve a poner en tela de juicio la formación recibida por los ingenieros debido a la aparición de la informática, que saca a escena una nueva forma de propagación del conocimiento. Con esta situación comenzamos el siglo XXI y las TIC dan un paso al frente, dando lugar a lo que conocemos como era digital. Hoy encontramos múltiples desafíos que la sociedad ha obviado durante muchos años, el ejemplo más claro es la relación del ser humano con el medio ambiente.

Tras décadas de ignorancia en el ámbito medioambiental, ahora nos encontramos un reto mayúsculo: la transición necesaria hacia la ingeniería sostenible y responsable con el medio ambiente, de la mano de la Industria 4.0. De esta manera se incrementa la importancia de considerar si la formación que reciben los ingenieros está actualizada y adecuada a las necesidades sociales de la época, pues se pone de manifiesto la importancia de generar conciencia social y medioambiental en el alumnado.

Así pues, la universidad tiene como principal desafío llevar las riendas de los procesos de cambio de las sociedades, así como originar y adueñarse del conocimiento que posibilite estos cambios en relación con la realidad social que vive. El objetivo final es formar profesionales, pero también generar cultura y producir conocimiento científico a las sociedades. Para ello es imprescindible el factor humano, el docente.

De esta manera, Capote León et al. (2016:24) destaca que el modelo de enseñanza pide ser reemplazado por otro más orientado hacia el aprendizaje, en el que la función del docente no sea simplemente transmitir conocimiento, sino orientar y aportar a construir las bases de la comprensión y la interpretación de la información. En definitiva, “procesos que permitan aprender a aprender y aprender a emprender”. (pág:24)

Para ello, es importante que recalquemos que los actuales perfiles ingenieriles originados a través de la educación universitaria no pueden mantenerse al margen del entorno laboral que los rodea. Es decir, la universidad necesita formar ingenieros con una amplia y variada base de conocimiento, pero también con un cúmulo de aptitudes y actitudes que les sirvan para cumplir con sus compromisos sociales y laborales.

Para conseguirlo es necesario dar más protagonismo al estudiante aceptando el nuevo rol del profesorado, que consista en hacer florecer las capacidades emocionales e intelectuales del alumno, que lo preparen para desempeñar una función laboral bajo demanda, siendo flexible a los requisitos del puesto. Para esto, el docente debe ejercer de orientador y encontrar el equilibrio entre los procesos de enseñanza y el aprendizaje.

Según Palma (2012:63), el papel que debe realizar un ingeniero profesional en una empresa exige autonomía, flexibilidad, creatividad, liderazgo, comunicación, dirección de equipos, toma de decisiones, negociación y potencial de desarrollo.

Como vemos, el perfil de ingeniero en la actualidad debe ser muy completo y para ello, según Capote León et al. (2016:25), el estudiante precisa de tres enseñanzas básicas:

- Dominio de las ciencias básicas: Matemáticas, Informática, Física y Química. Para **aprender a aprender**.
- Formación en una rama específica de la ingeniería, atendiendo a la cantidad y a la calidad del material. Para **aprender a hacer**.
- Por último, una formación complementaria en materia de idiomas, administración, economía y ciencias sociales. Para **aprender a ser**.

Atendiendo a estas recomendaciones discutiremos sobre el nivel de la enseñanza dentro del grado de GIEIyA de la UPCT. Para ello retomaremos la investigación realizada por el autor del trabajo, de manera que podamos juzgar si el plan de estudios que ofrece la UPCT es válido dentro de los parámetros estudiados. También atenderemos a las cuestiones surgidas en apartados anteriores y que relacionan el nivel de practicidad del grado de cara a la salida del egresado al mundo laboral.

Si bien es cierto que, a primera vista, encontramos bastante reflejado el plan de estudios propuesto por la UPCT para sus grados con respecto al modelo de enseñanza expuesto por Capote León et al., vamos a fijarnos en cada uno de los tres pilares de la formación que plantea.

En primer lugar, el dominio de las ciencias básicas que se requiere se puede ver manifestado en el primer curso del plan de estudios del grado. En este primer año, el estudiante deberá demostrar su conocimiento previo sobre las ciencias con asignaturas como Matemáticas, Informática Aplicada, Física, Química, Estadística. Además, todas ellas son consideradas como asignaturas de formación básica y tienen asociado el mayor número de créditos ECTS posible dentro de la universidad: seis.

Como comentamos, el estudiante deberá acceder a la universidad con un nivel alto de conocimiento de todas estas ciencias básicas y, una vez terminado el primer curso del grado, se supondrá un manejo profundo de los modelos matemáticos y científicos para la resolución de problemas. En relación con el segundo fundamento de la enseñanza, el conocimiento específico de una rama de la ingeniería es también muy claro a favor del plan de estudios de la UPCT.

Durante el transcurso del grado podemos afirmar que el alumno va adquiriendo conocimientos muy específicos sobre la electrónica, los procesos industriales y la automatización. Todo esto podemos corroborarlo sin temor a equivocarnos con los datos

que nos proporciona la investigación realizada, y que se pueden comprobar en el punto 4 de este trabajo, Análisis y Resultados.

Para finalizar, deberemos aprender a organizar, administrar y ser líderes, cosa que el estudiante podrá llevar a cabo mediante asignaturas como Organización y Gestión de Empresas, Inglés Técnico o Proyectos de Ingeniería. En todas ellas el alumno deberá trabajar en grupo, liderar propuestas, ser creativo y llevar a la práctica las ideas concebidas.

También se nos pide a los ingenieros aprender a ser, a relacionarnos con el medio que nos rodea, a ser flexibles, colaborativos, empáticos y comprometidos con los desafíos sociales que nos encontramos. Para responder a este apartado, el autor del trabajo considera que debemos salir del corsé que supone el plan de estudios del grado. Mirar a nuestro alrededor y entrar a valorar los servicios que ofrece la UPCT en relación con esto.

Dentro de estos servicios podemos encontrar una oferta amplísima de una gran variedad de ellos. Empezando por el conocido *UPCT Racing Team*, donde año tras año los estudiantes de las diferentes ingenierías ponen todo su conocimiento en común y trabajan en equipo para llevar a cabo el mejor prototipo de vehículo posible y competir con toda España. El estudiante también tiene acceso a todo tipo de jornadas de carácter social y cultural, seminarios, y cursos, muchos de ellos orientados a la inclusión y a la acción social y solidaria. La UPCT dispone, además, de un programa de voluntariado. Todo esto está incentivado con la consecución de créditos ECTS de libre configuración de manera que el estudiante sienta también una motivación académica extra.

Además, la UPCT cuenta con programas de intercambio, tanto a nivel nacional (SICUE), como internacional (ERASMUS+). El autor de este trabajo conoce de primera mano los dos programas, puesto que se ha beneficiado de ambos, y considera que son una parte esencial del periodo de formación del individuo dentro de la universidad. Esto no podría ser posible sin las facilidades aportadas por la universidad para con los estudiantes que se interesan por alguno de estos programas.

En ambos programas, el autor ha podido comprobar la manera en la que las instituciones universitarias forman a sus ingenieros en el extranjero (UNIPD, Italia) y en otras comunidades dentro del territorio nacional (Universidad Politécnica de Valencia) y en ambos casos considera que van de la mano con lo que propone la UPCT en la región de Murcia y los modelos de formación del ingeniero del siglo XXI.

6. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS FUTURAS

Para comenzar con las conclusiones del trabajo retomaremos la pregunta formulada al final del apartado 4, Análisis y Resultados: ¿Es suficiente un grado de correlación del 30% entre las asignaturas del grado de GIEIyA de la UPCT y el mundo laboral?

Para responder a la pregunta tendremos en cuenta varios detalles. En primer lugar, según la experiencia personal del autor del trabajo y de las personas de su alrededor graduadas por la UPCT en materia de ingeniería industrial, el egresado se encuentra con muy pocos problemas a la hora de acceder a un puesto de trabajo. De hecho, el autor del trabajo cuenta que en diciembre de 2019 accede a una empresa (Nexus Integra) a realizar prácticas a través de la bolsa de empleo de la universidad y, después de seis meses de prácticas en calidad de formación, la empresa le ofrece un contrato indefinido aún no habiendo terminado el grado. Además, el autor no encuentra demasiadas dificultades para adaptarse al entorno de trabajo.

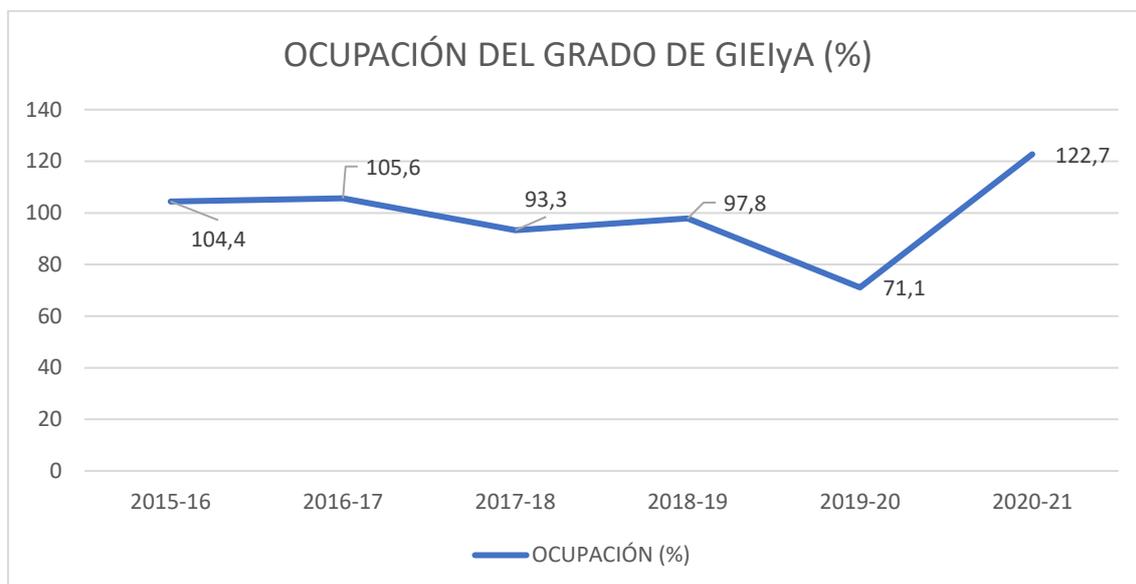
Por otra parte, según datos oficiales, en los últimos años los índices de empleabilidad de los titulados de la UPCT se encuentran cercanos al 90%. Se trata de un dato que, teniendo en cuenta que a fecha de septiembre de 2021 existe una tasa de desempleo juvenil cercana al 40% en España, convirtiéndola en uno de los 3 peores países de la UE, tiene aún más valor si cabe.

Respondiendo a la pregunta formulada con estos dos datos en la mano, el autor del trabajo considera que no podemos afirmar que la relación del 30% sea insuficiente. En cualquier caso, el impacto de la UPCT sobre el estudiante de ingeniería es más que positivo.

No obstante, el autor del trabajo también piensa que la relación entre el temario práctico y el teórico de las asignaturas de la UPCT debería ser revisado, dándole un porcentaje mayor a la aplicación práctica que a la transmisión teórica de conocimientos y buscando ese perfil de docente orientador del que hablábamos, con el objetivo de encontrar un modelo formativo que fomente la creación de ingenieros experimentados antes de adentrarse en el mundo profesional.

A lo largo de este trabajo también ha surgido la idea de combatir cierto desinterés del estudiante con respecto al grado de GIEIyA. Sin embargo, los datos del Portal de Transparencia de la UPCT no concuerdan con esta suposición, como bien podemos

observar en el gráfico de ocupación de las plazas ofertadas para el grado de GIEIyA de la UPCT en los últimos 6 cursos académicos:



Si bien es cierto que en el curso 2019/2020 la tasa de ocupación baja considerablemente y de manera preocupante, es un dato anecdótico si observamos la tendencia de +90% de ocupación que traía los años anteriores y el pico de ocupación del último curso académico, aun siendo un curso en modalidad semipresencial por la pandemia mundial de COVID19.

Además, en la situación de crisis laboral que atraviesa España en estos últimos años y la tasa de empleabilidad de las ingenierías de la UPCT, no es de extrañar que la tasa de ocupación de estos grados haya subido tanto en el último año y el autor del trabajo no descarta que siga subiendo y que la universidad se vea obligada a aumentar el número de plazas. La sociedad hiper globalizada y la importancia de las tecnologías de la información junto con la Revolución 4.0, deja un escenario más que prolífico para los perfiles de los egresados de la UPCT en materia de ingeniería industrial.

Con todo esto, el autor de este trabajo insiste en la necesidad del cambio de paradigma en cuanto a la relación alumno-docente. Las universidades deben desarrollar perfiles abiertos, flexibles, donde prevalezcan los aprendizajes transformadores, con el fin de contribuir a la formación de profesionales actualizados e innovadores, poseedores no solo de conocimientos de la especialidad, sino de aptitudes y actitudes para la toma de decisiones y consecuentes con las responsabilidades sociales de su alrededor. Esto permitirá desarrollar profesionales competentes, capaces de relacionarse con su entorno

y aportar soluciones a los problemas de diferente índole que enfrenta la sociedad contemporánea.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ARPANET: los primeros pasos de Internet. (2021, 30 julio). IONOS Digitalguide. Recuperado de: <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/arpamet-los-inicios-de-internet/>
- Capote León, G. E., Rizo Rabelo, D. C. N., & Bravo López, D. C. G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. Revista Universidad y Sociedad. Recuperado de: <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/300/297>
- colaboradores de Wikipedia. (2021c, agosto 19). Ada Lovelace. Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Ada_Lovelace#cite_ref-:1_15-3
- colaboradores de Wikipedia. (2021b, agosto 2). ARPANET. Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/ARPANET#Or%C3%ADgenes>
- colaboradores de Wikipedia. (2021b, junio 12). Controlador lógico programable. Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable
- colaboradores de Wikipedia. (2021, 10 junio). Válvula termoiónica. Wikipedia, la enciclopedia libre. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_termoi%C3%B3nica#Historia
- Estudios de Grado - Universidad Politécnica de Cartagena. (s. f.). UPCT: Estudios de Grado. Recuperado 21 de julio de 2021, de <https://www.upct.es/estudios/grado>
- Historia de internet. (s. f.). RetroInformática. Recuperado 15 de julio de 2021, de <https://www.fib.upc.edu/retro-informatica/historia/internet.html>
- Huertos, A. A. (2019, 28 mayo). La historia de los lenguajes de programación. ComputerHoy. Recuperado de: <https://computerhoy.com/reportajes/tecnologia/historia-lenguajes-programacion-428041>
- Joric, C. (2019, 12 noviembre). Ada Lovelace: la primera programadora. La Vanguardia. Recuperado de: <https://www.lavanguardia.com/historiayvida/historia->

contemporanea/20190627/47312240871/ada-lovelace-la-primera-programadora.html

- Mártil, I. (2017, 7 mayo). William Shockley, el transistor y Silicon Valley. Un poco de ciencia, por favor. Recuperado de: <https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2016/12/29/william-shockley-el-transistor-y-silicon-valley/>
- Mártil, I. (2021, 5 marzo). La historia de la electrónica antes del transistor. Un poco de ciencia, por favor. Recuperado de: <https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2017/03/31/la-historia-de-la-electronica-antes-del-transistor/>
- Oferta y demanda académica | Universidad Politécnica de Cartagena. (s. f.). Portal de Transparencia de la UPCT. Recuperado 6 de agosto de 2021, de <https://transparencia.upct.es/container/oferta-y-demanda-academica>
- Sasso, F. (2020, 29 octubre). Arpanet y la historia de un mensaje que cambió para siempre la forma de comunicarnos. Digital Trends Español. Recuperado de: <https://es.digitaltrends.com/computadoras/arpanet-mensaje-internet/>
- Tesolin, R., & Perfil, V. T. M. (s. f.). Válvulas de Vacío. Museo de Electrónica: Válvulas de Vacío. Recuperado 14 de julio de 2021, de <http://museodeelectronica.blogspot.com/p/blog-page.html>
- TRANSISTORIZED! La Historia De: El Transistor. (2012, 22 febrero). [Vídeo]. YouTube. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=f3IUvVJ2XgI>
- Tremosa, L. (2019, 7 febrero). 50 años del PLC: de la 3a a la 4a revolución industrial - infoPLC. InfoPLC. Recuperado de: <https://www.infopl.net/plus-plus/tecnologia/item/106209-50-aniversario-plc>
- What is a PLC. Who uses them and what for? Learn how to program! (s. f.). What Is a PLC? Recuperado 17 de julio de 2021, de <http://www.machine-information-systems.com/PLC.html>

8. ANEXOS

HITOS	TRANSISTOR	INTERNET (IoT,CLOUD COMPUTING, BIG DATA)	LENGUAJE PROGRAMACION	PLC/SCADA (AUTOMATIZACION)
ASIGNATURAS RELACIONADAS	6	5	7	9
ECTS RELACIONADOS	31,5	22,5	34,5	45

Anexo 1: Tabla de relación entre los hitos seleccionados y el grado de GIEIyA.

CURSO	ASIGNATURA	ECTS	¿RELACIONADA CON HITO?	HITO	N TEMAS TEORICOS	N TEMAS RELACIONADOS	N PRACTICAS	N PRACTICAS RELACIONADAS	RELACIÓN LABORAL
1	MATEMATICAS I	12	NO						NO
1	FISICA I	6	NO						NO
1	FISICA II	6	NO						NO
1	QUIMICA GRAL	6	NO						NO
1	INFORMATICA APLICADA	6	SI	LENGUAJE PROGRAMACION	5	1	7	7	SI
1	EXPRESIÓN GRÁFICA	6	NO						SI
1	ESTADÍSTICA APLICADA	6	NO						SI
1	CIENCIA E INGENIERÍA DE LOS MATERIALES	6	NO						NO
1	ANÁLISIS DE CIRCUITOS	6	SI	TRANSISTOR	12	12	10	10	SI
TOTALES		9			17		17		
RELACIONADOS		2				12		10	4
PORCENTAJE		22,22222222	20			70,5882353		58,8235294	44,4444444

Anexo 2: Tabla de relación entre los hitos seleccionados y el primer curso de GIEIyA.

CURSO	ASIGNATURA	ECTS	¿RELACIONADA CON HITO?	HITO	N TEMAS TEORICOS	N TEMAS RELACIONADOS	N PRACTICAS	N PRACTICAS RELACIONADAS	RELACIÓN LABORAL
2	FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA INDUSTRIAL	4,5	SI	TRANSISTOR	6	1	6	3	SI
2	MECÁNICA DE MÁQUINAS	6	NO						NO
2	TERMODINÁMICA APLICADA	4,5	NO						NO
2	RESISTENCIA DE MATERIALES	4,5	NO						NO
2	INGLÉS TÉCNICO	4,5	NO						SI
2	MECÁNICA DE FLUIDOS	4,5	NO						NO
2	ELECTROTECNIA	6	NO						NO
2	DISEÑO Y SIMULACIÓN ELECTRÓNICA	4,5	SI	TRANSISTOR	13	8	7	2	NO
2	TRANSMISIÓN DE CALOR	4,5	NO						NO
2	REGULACIÓN AUTOMÁTICA	4,5	SI	PLC/SCADA	6	6	7	5	SI
2	ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN DE EMPRESAS	6	NO						NO
2	MATEMÁTICAS II	6	NO						NO
TOTALES		12			25		20		
RELACIONADOS		3				15		10	3
PORCENTAJES		25	22,5			60		50	25

Anexo 3: Tabla de relación entre los hitos seleccionados y el segundo curso de GIEIyA.

CURSO	ASIGNATURA	ECTS	¿RELACIONADA CON HITO?	HITO	N TEMAS TEORICOS	N TEMAS RELACIONADOS	N PRACTICAS	N PRACTICAS RELACIONADAS	RELACIÓN LABORAL
3	TECNOLOGIA MEDIOAMBIENTAL	4,5	NO						NO
	ELECTRONICA DIGITAL	4,5	SI	LENGUAJE PROGRAMACION	13	13	4	4	SI
	CONTROL POR COMPUTADOR	4,5	SI	PLC/SCADA	7	5	5	4	NO
	INFORMATICA PARA LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	4,5	SI	PLC/SCADA	5	5	8	8	SI
	MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS	6	SI	PCL/SCADA	5	5	5	5	NO
	ELECTRONICA ANALOGICA	6	SI	TRANSISTOR	12	9	7	5	SI
	SISTEMAS BASADOS EN MICROPROCESADORES	4,5	SI	LENGUAJE PROGRAMACION	11	4	3	3	NO
	PROGRAMACION DE SISTEMAS EN TIEMPO REAL	4,5	SI	LENGUAJE PROGRAMACION	6	6	3	3	SI
	SISTEMAS ROBOTIZADOS	6	SI	LENGUAJE PROGRAMACION	6	4	7	6	NO
	AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	6	SI	PLC/SCADA	8	8	8	4	NO
INGENIERIA DE CONTROL	4,5	SI	PLC/SCADA	6	6	7	7	NO	
INGENIERIA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION	4,5	NO						NO	
TOTALES		12	60		79		57		
RELACIONADOS		10	51			65		49	4
PORCENTAJES		83,33333333	85			82,278481		85,9649123	33,33333333

Anexo 4: Tabla de relación entre los hitos seleccionados y el tercer curso de GIEIyA.

CURSO	ASIGNATURA	ECTS	¿RELACIONADA CON HITO?	HITO	N TEMAS TEORICOS	N TEMAS RELACIONADOS	N PRACTICAS	N PRACTICAS RELACIONADAS	RELACIÓN LABORAL
4	PROYECTOS DE INGENIERIA	6	NO						SI
	ELECTRONICA DE POTENCIA	6	SI	TRANSISTOR	13	12	10	9	NO
	INSTRUMENTACION ELECTRONICA	6	NO						SI
OPT OPT OPT OPT OPT OPT OPT OPT	PROGRAMACION Y APLICACIÓN CON AUTOMATAS PROGRAMABLES	4,5	SI	PLC	6	6	4	4	SI
	CONTROL AVANZADO	4,5	SI	PLC	12	10	4	4	NO
	ROBOTICA MOVIL	4,5	SI	LENGUAJE PROGRAMACION INTERNET (IoT,CLOUD COMPUTING, BIG DATA)	16	12	7	7	NO
	VISION ARTIFICIAL	4,5	SI	INTERNET (IoT,CLOUD COMPUTING, BIG DATA)	12	12	4	4	NO
	DOMOTICA	4,5	SI	INTERNET (IoT,CLOUD COMPUTING, BIG DATA)	4	4	8	8	NO
	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	4,5	NO						NO
	INGENIERIA BIOMEDICA	4,5	SI	TRANSISTOR & INTERNET	9	5	5	5	NO
	MICROROBOTICA	4,5	SI	LENGUAJE DE PROGRAMACION & INTERNET	8	3	7	7	NO
TOTALES		11	54		80		49		
RELACIONADOS		8	37,5			64		48	3
PORCENTAJES		81,81818182	69,44444444			80		97,7777778	27,2727273

Anexo 5: Tabla de relación entre los hitos seleccionados y el cuarto curso de GIEIyA.