

EXPERIENCIAS EN LA EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS EN LAS ASIGNATURAS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA

M.A. VICENTE, C. FERNÁNDEZ, L. PAYÁ Y O. REINOSO

Dpto. de Ingeniería de Sistemas Industriales. Universidad Miguel Hernández. Elche, España.

En esta ponencia se presenta la metodología de evaluación de prácticas utilizada en algunas de las asignaturas del área de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad Miguel Hernández. Básicamente, se propone la eliminación de los informes o memorias de los alumnos y la realización de un examen práctico de corta duración en el laboratorio y sobre los equipos de prácticas. Se muestran los resultados obtenidos en cuanto a aumento del interés de los alumnos por las prácticas.

1. Introducción

En el área de conocimiento de Ingeniería de Sistemas y Automática existen numerosas asignaturas en las que el número de créditos prácticos es porcentualmente muy elevado. Algunos ejemplos se muestran en la siguiente tabla [1]:

Asignatura	Créditos totales	Créditos prácticos	Porcentaje
Teoría de Circuitos y Sistemas	10,5	4,5	43%
Autómatas y Sistemas de Control	12	6	50%
Sistemas Electrónicos y Automáticos	10,5	4,5	43%

Tabla 1. Asignaturas y sus correspondientes créditos docentes.

A pesar de que el porcentaje práctico de estas asignaturas supone alrededor del 50% del total de la carga docente, la evaluación de las asignaturas se centra fundamentalmente en la parte teórica, siendo las prácticas un pequeño complemento a la nota final. En general, las prácticas se suelen evaluar mediante informes o memorias realizados por los alumnos con posterioridad a la sesión de prácticas, y que incluyen la resolución de los ejercicios prácticos propuestos.

Esta metodología de evaluación da lugar a una serie de problemas que involucran tanto a los alumnos como al profesor. Por una parte, la corrección de los trabajos de prácticas representa un gran volumen de trabajo para el profesor, dado que el número de sesiones prácticas de una asignatura suele ser elevado (por ejemplo, 6 créditos prácticos supondrían 30 sesiones prácticas de 2 horas de duración). Este número de prácticas, multiplicado por el número de alumnos, supone un total de trabajos a corregir extremadamente elevado. En estas circunstancias, la corrección se limita habitualmente a un vistazo superficial del trabajo hecho por el alumno, lo cual no permite su correcta evaluación. Por otro lado, la presentación de informes elaborados fuera del laboratorio e iguales para todos los alumnos produce que muchos de ellos se limiten a copiar los resultados de sus compañeros en lugar de realizar un trabajo personal. Aunque las copias son a veces detectables por el profesor, esto no siempre sucede así. El resultado final es que algunos alumnos superan la evaluación de las prácticas sin apenas trabajo personal y sin adquirir los conocimientos que serían deseables. En particular, si el objetivo de las sesiones prácticas es que los alumnos aprendan a utilizar un cierto software o ciertos equipos de laboratorio, este objetivo no se cumple totalmente.

2. Metodología propuesta

Como alternativa a esta metodología, en el área de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad Miguel Hernández se ha comenzado a experimentar desde hace tres cursos académicos con una nueva metodología de evaluación. Esta metodología consiste básicamente en eliminar la entrega de informes de prácticas por parte de los alumnos, e incluir al final del periodo práctico un examen que permita evaluar si los conocimientos adquiridos superan un mínimo exigible. De este modo, la calificación de las prácticas no es una nota numérica sino sólo una consideración de apto o no apto, que actúa como un filtro para la realización del examen teórico. Un alumno que no supere las prácticas no puede presentarse al examen y por lo tanto no puede aprobar la asignatura.

Para poder hacer este tipo de evaluación, los guiones de prácticas sobre los que trabajan los alumnos a lo largo del curso deben estar más detallados de lo habitual, y además deben incluir numerosos ejercicios propuestos. Un alumno debe ser capaz de realizar todos los experimentos solicitados en los guiones con suficiente autonomía, de forma que sea posible el estudio de las prácticas fuera de las sesiones de laboratorio.

ASIGNATURA: TEORÍA DE CIRCUITOS Y SISTEMAS	
Equipos 1 ^{er} cuatrimestre	PC (programa Pspice de simulación de circuitos eléctricos) [2]
Equipos 2 ^o cuatrimestre	PC (programas Matlab y Simulink) [3]
	Servomotor de corriente continua (Feedback) [4]
	Levitador magnético (Extra Dimension Technologies) [5]
ASIGNATURA: AUTÓMATAS Y SISTEMAS DE CONTROL	
Equipos 1 ^{er} cuatrimestre	Autómata programable (Siemens S7-200) [6]
Equipos 2 ^o cuatrimestre	PC (programas Matlab y Simulink)
	Servomotor de corriente continua (Feedback)
	Levitador magnético (Extra Dimension Technologies)
ASIGNATURA: SISTEMAS ELECTRÓNICOS Y AUTOMÁTICOS	
Equipos 1 ^{er} cuatrimestre	PC (programas Matlab y Simulink)
	Servomotor de corriente continua (Feedback)
Equipos 2 ^o cuatrimestre	PC (programa MPLAB de simulación de microcontroladores) [7]
	Entrenador de microcontroladores (MicroPic Trainer) [8]

Tabla 2. Listado de los equipos usados en las asignaturas.

La realización de un examen práctico plantea una serie de problemas. A diferencia de los exámenes teóricos, no es posible reunir a todos los alumnos en una misma sesión, ya que en general no se dispone de suficientes puestos de ordenador, ni mucho menos de suficientes equipos de laboratorio; por ello, es necesario realizar varias sesiones. Para solventar este problema, se han realizado exámenes de duración corta (30-45 minutos), lo que permite evaluar a un grupo de 100 alumnos a lo largo de una mañana, considerando grupos de 20 alumnos como máximo.

Esta estrategia obliga a realizar múltiples versiones del examen, para evitar que los alumnos que se examinan en último lugar conozcan de antemano los ejercicios a realizar. En nuestro caso, se ha decidido realizar ejercicios similares a los realizados en las sesiones prácticas llevadas a cabo durante el curso, con pequeñas modificaciones. Durante el examen, el alumno

puede disponer de los guiones de prácticas utilizados durante el curso y de la documentación necesaria para utilizar el software y los equipos de prácticas.

3. Aplicación práctica

La aplicación práctica de la metodología propuesta presenta mayor o menor dificultad en función del tipo de prácticas realizadas en la asignatura. Aquellas asignaturas que realizan todas sus prácticas sobre ordenador, o bien sobre un único equipo de laboratorio, permiten organizar una sesión de evaluación con gran facilidad: todos los puestos de prácticas disponibles son iguales, y los alumnos se pueden distribuir sin necesidad de establecer ningún orden. Sin embargo, cuando las prácticas se realizan a lo largo del curso sobre múltiples equipos, la organización de las sesiones de evaluación es más complicada.

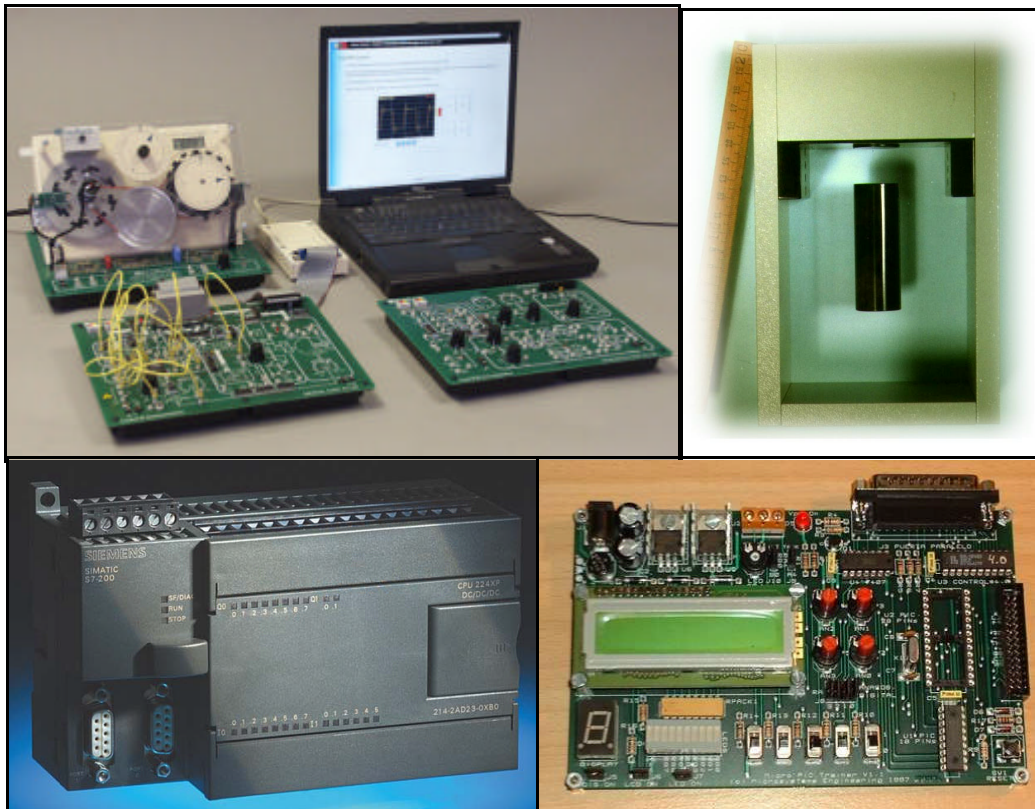


Figura 1. Algunos equipos de prácticas utilizados: servomotor, levitador magnético, autómata programable y entrenador de microcontroladores.

En este último caso, es necesario disponer el aula de prácticas de modo que todos los equipos utilizados a lo largo del curso estén disponibles para realizar experimentos sobre ellos. Los alumnos, en función del problema que les sea asignado (aleatoriamente), deberán situarse sobre un equipo de prácticas u otro.

Cuando se produce esta circunstancia, es más difícil conseguir que el nivel de dificultad de cada una de las preguntas de examen sea uniforme; para solucionar este problema se debe

compensar la diferente dificultad con una mayor o menor exigencia en la corrección. De este modo, se puede cumplir el criterio de igualdad de oportunidades para los alumnos.

Como ejemplo, en la tabla 2 se muestran los equipos utilizados en las asignaturas sobre las que actualmente se está aplicando la metodología propuesta. Se trata en todos los casos de asignaturas pertenecientes a la titulación de Ingeniero Industrial en la Universidad Miguel Hernández.

En todos los casos, se preparan los exámenes de prácticas de modo que al alumno le pueda corresponder un experimento cualquiera, a realizar con cualquiera de los equipos utilizados durante el curso. De este modo, se intenta que el alumno estudie todas las prácticas realizadas, y no sólo un subconjunto de ellas. La figura 1 muestra algunos de los equipos de prácticas mencionados.

4. Ejemplos de cuestiones de examen

A continuación, se presentan varios ejemplos de cuestiones de examen, para mostrar el nivel de dificultad tipo. Puede comprobarse también cómo las cuestiones propuestas se limitan a ejercicios que pueden ser resueltos en un tiempo muy breve, de modo que se facilite la realización de varios turnos de examen de modo rápido. Como se ha comentado anteriormente, el tiempo concedido a los alumnos para la realización del examen varía entre 30 y 45 minutos.

4.1. Ejemplos de la asignatura “Teoría de Circuitos y Sistemas”

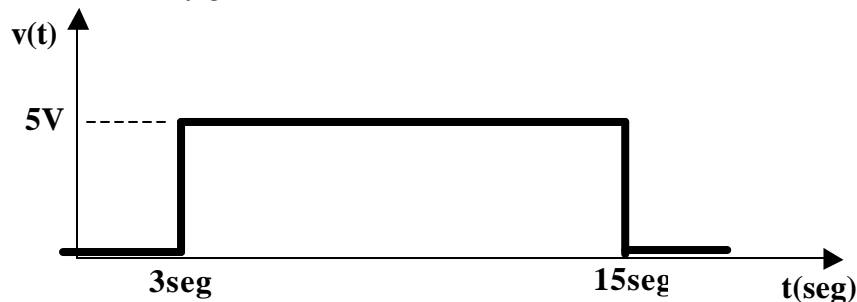
EJERCICIO A REALIZAR (EJEMPLO 1)

Material:

- *Servomotor Feedback*
- *Real Time Toolbox de Simulink*

Tarea:

Se deberá accionar el motor desde Simulink, introduciéndole una señal como la mostrada en la figura:



Para ello será necesario hacer las conexiones apropiadas entre el servomotor y la tarjeta de adquisición de datos del PC y crear un esquema Simulink, de acuerdo con lo visto en las prácticas. Al ejecutar la simulación se deberá ver cómo el motor se pone en marcha en el instante $t = 3$ segundos y se detiene en el instante $t = 15$ segundos.

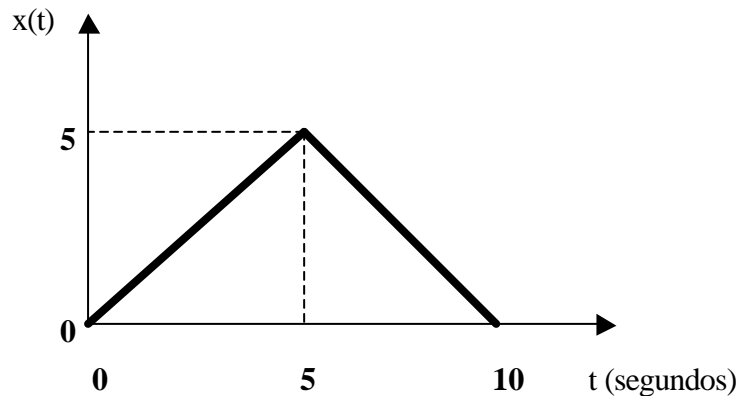
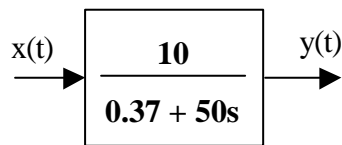
EJERCICIO A REALIZAR (EJEMPLO 2)

Material:

- Programa Matlab

Tarea:

Obtener mediante Matlab (sin utilizar Simulink) la respuesta $y(t)$ del sistema que se muestra ante la señal $x(t)$ indicada en la figura:



4.1. Ejemplos de la asignatura “Sistemas Electrónicos y Automáticos”

Las prácticas de esta asignatura tratan sobre la programación de microcontroladores utilizando lenguaje ensamblador. Concretamente, los microcontroladores estudiados son los PICs de gama media [7], siendo el PIC16F84 el microcontrolador empleado en las prácticas por sus numerosas ventajas [9].

Los exámenes realizados para la evaluación de estas prácticas tienen un enunciado común y distintos ejercicios según el puesto de ordenador, de forma que en una misma sesión los alumnos se evalúan con problemas diferentes.

ENUNCIADO COMÚN

Cread un proyecto en MPLAB y simulad el funcionamiento del siguiente programa que realiza una rotación secuencial en el encendido de cada led conectado a la puerta B en la Trainer.
Si RA0 = 0, la rotación será de derecha a izquierda y viceversa (RA0 = 1).
Cada led permanece encendido 0.25 segundos (250 ms).

```
;María Asunción Vicente Ripoll

List    p=16F84
include"P16F84.INC"

Contador    equ    0x0c

org    0x00
goto    Inicio

Delay    org    0x05
movlw    .10
movwf    Contador
Delay_0    bcf    INTCON,T0IF
movlw    0x3c
movwf    TMR0
Delay_1    clrwdt
           btfss INTCON,T0IF
           goto    Delay_1
           decfsz Contador,F
           goto    Delay_0
           return

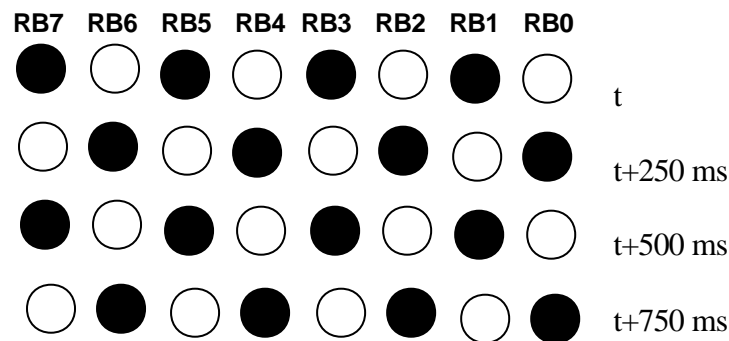
Inicio    clrf    PORTB
           bsf    STATUS,RP0
           clrf    TRISB
           movlw b'00011111'
           movwf TRISA
           movlw b'00000110'
           movwf OPTION_REG
           bcf    STATUS,RP0

Loop    bsf    STATUS,C
         call Delay
         btfsc PORTA,0
         goto    A_Dcha
A_Izda    rlf    PORTB,F
         goto    Loop
A_Dcha    rrf    PORTB,F
         goto    Loop
end
```

Imprime la solución del ejercicio, pon tu nombre al principio del código como un comentario, grapa el ejercicio impreso junto a este enunciado y entrégalo a la profesora.

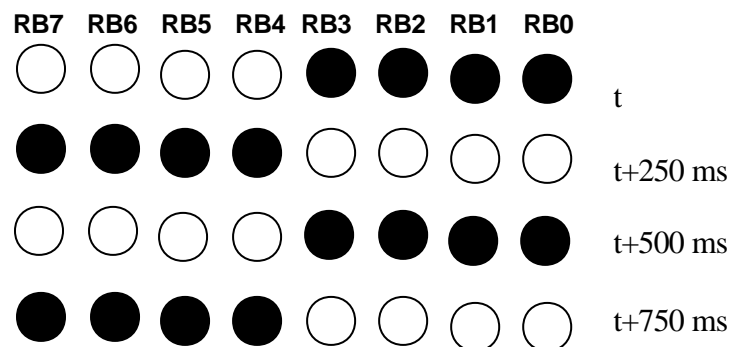
EJERCICIO A REALIZAR (EJEMPLO 1)

Modifica el programa anterior para que el encendido de los leds sea independiente del estado de RA0. En cada instante debe haber siempre encendidos 4 leds no consecutivos, tal como se muestra en el siguiente esquema:



EJERCICIO A REALIZAR (EJEMPLO 2)

Modifica el programa anterior para que el encendido de los leds sea independiente del estado de RA0. En cada instante debe haber siempre encendidos 4 leds consecutivos, tal como se muestra en el siguiente esquema:



EJERCICIO A REALIZAR (EJEMPLO 3)

Modifica el programa anterior para que cada led permanezca encendido 0.3 segundos (300 ms).

EJERCICIO A REALIZAR (EJEMPLO 4)

Modifica el programa anterior para que cada led permanezca encendido 0.75 segundos (750 ms).

5. Resultados obtenidos

Por ahora, el sistema se ha implantado únicamente en el segundo cuatrimestre de las asignaturas mencionadas: “Teoría de Circuitos y Sistemas”, de 2º curso de Ingeniería Industrial; “Autómatas y Sistemas de Control”, de 3º curso de Ingeniería Industrial; y “Sistemas Electrónicos y Automáticos”, de 4º curso de Ingeniería Industrial.

Como primer resultado obtenido, cabe destacar el aumento del interés de los alumnos por las prácticas. Durante todas las sesiones del curso, los alumnos se esfuerzan en aprender el manejo de todos los programas y de todos los equipos utilizados. Este interés se traduce en un mejor aprovechamiento de las prácticas. Como prueba del aprovechamiento obtenido, se muestran los resultados de los exámenes. En todos los casos, el porcentaje de alumnos que superan la prueba es muy elevado.

ASIGNATURA	APROBADOS
Teoría de Circuitos y Sistemas (2º cuatrimestre)	95.12%
Autómatas y Sistemas de Control (2º cuatrimestre)	87%
Sistemas Electrónicos y Automáticos (2º cuatrimestre)	91.7%

Tabla 3. Porcentaje de alumnos que superan la prueba (datos correspondientes al curso 04/05).

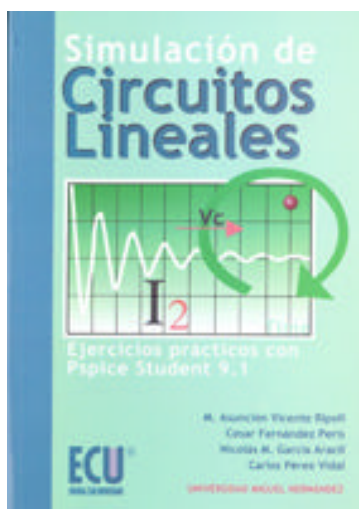


Figura 2. Libro de prácticas de una de las asignaturas.

La comparación cuantitativa entre los resultados obtenidos con la nueva metodología y los resultados previos es imposible, dado que previamente no se realizaba examen y por tanto no existe posible medida de aprovechamiento. No obstante, y desde un punto de vista cualitativo, ha quedado claro que el nivel de conocimientos prácticos que han adquirido los alumnos es muy superior. Con la nueva metodología, más de un 90% de los alumnos han sido capaces de resolver problemas prácticos de relativa complejidad. La experiencia de los cursos anteriores indica que si no se establece examen, el porcentaje aproximado de alumnos que aprovecha las prácticas no excede de un 25%. Además, los resultados del examen teórico de la asignatura también mejoran, dado que sólo se presentan al mismo aquellos alumnos que muestran interés por la asignatura y que por tanto han superado el examen práctico sin dificultad.

Como resultado adicional, cabe destacar la mejora en los guiones de prácticas. Dado que se establece un examen, los guiones se detallan en mayor medida para que sirvan como elemento de estudio a los alumnos. Realizar guiones prácticos más detallados puede permitir, además, la elaboración de libros docentes. Este es el caso en la primera de la asignatura “Teoría de Circuitos y Sistemas”, cuyos guiones han dado lugar al libro “Simulación de Circuitos Lineales” [10], cuya portada se muestra en la figura 2.

6. Conclusiones

El elevado porcentaje de créditos prácticos en las asignaturas de titulaciones técnicas presente en los nuevos planes de estudio hace necesaria la evaluación de estos contenidos.

Los sistemas tradicionales de evaluación, basados en la elaboración de informes de prácticas, no resultan eficaces porque no reflejan los conocimientos reales de los alumnos y además porque la detección de posibles copias de trabajos entre alumnos es muy complicada.

La metodología propuesta, basada en la realización de exámenes de prácticas, sí permite evaluar correctamente a los alumnos y además consigue que los alumnos obtengan un mejor aprovechamiento de las prácticas.

Los resultados obtenidos en las asignaturas en las que se ha utilizado esta metodología demuestran que su aplicación es factible y que supone una clara mejora con respecto a los métodos tradicionales.

7. Referencias

- [1] <http://isa.umh.es/docencia.html>
- [2] <http://www.orcad.com/pspicead.aspx>
- [3] <http://www.mathworks.com/>
- [4] <http://www.fbk.com/control-instrumentation/linear-servos.asp>
- [5] <http://www.xdtech.com>
- [6] <http://www.automation.siemens.com/s7-200>
- [7] <http://www.microchip.com>
- [8] <http://www.promax.es/esp/productos/pdfproduct/ic003.pdf>
- [9] E. Palacios, F. Remiro, L.J. López,. “Microcontrolador PIC16F84. Desarrollo de proyectos”, Ed. Ra-Ma, 2004.
- [10] M.A. Vicente, C. Fernández. “Simulación de Circuitos Lineales”. Ed. ECU, 2003.