

# ANEXO III – Memoria final de la ejecución del Uso de Arduino como ejemplo en la enseñanza de microcontroladores (PINN-19-A -003)

*Convocatoria de los Proyectos de Innovación Docente 2019*

Autor 1 –fernandezmiapablo@uniovi.es- Departamento de ingeniería eléctrica electrónica de computadores y sistemas

**Palabras clave: Microcontroladores**

**Tipo de proyecto**

Tipo A (PINN-18-A)	PINN-19-A-003
--------------------	---------------

Tipo B (PINN-18-B)	
--------------------	--

Tabla con formato

*En este apartado decir el tipo de proyecto (Tipo A o Tipo B) y únicamente en caso de ser de tipo B, describir las ampliaciones y novedades con respecto a los proyectos anteriores de los cuales es continuación y la referencia al proyecto previo.*

**Resumen / Abstract**

La enseñanza del uso de microcontroladores es clásica en los estudios de Ingeniería Industrial y Telecomunicaciones tanto en las titulaciones pasadas (Ingeniero en Telecomunicación, Ingeniero Industrial, ... ) como en las actuales (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática , Grado en Ingeniería en Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, ") Generalmente estos conocimientos se imparten en las Asignaturas Sistemas Electrónicos Digitales y Microprocesadores y Microcontroladores. En estas asignaturas se aprende a programar microcontroladores a muy bajo nivel, logrando un conocimiento muy avanzado de los mismos. Generalmente se utilizan plataformas de demostración del fabricante (e.g. Microchip). En el caso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial (MINGINDU) la asignatura Sistemas Electrónicos Digitales se orienta a alumnos provenientes del Grado en Ingeniería Mecánica, los cuales no han tenido experiencias previas con microcontroladores y cuya experiencia con programación de cualquier tipo es limitada. Actualmente, en esta asignatura se enseña una pequeña parte de los microcontroladores a muy bajo nivel ya que tiene un peso en créditos muy bajo. Como consecuencia, la asignatura está planteada de forma que los alumnos ven lo más básico del uso de microcontroladores. No obstante, aún tienen que programarlos empleando instrucciones de bajo nivel (i.e., instrucciones básicas del lenguaje de programación C). Debido a la escasez de conocimientos previos los alumnos encuentran la asignatura muy abstracta y dura. Pese a ello el nivel de aprobados es tradicionalmente muy alto. No obstante, dada su popularidad, muchos de ellos conocen los sistemas Arduino e incluso

alguno ha trabajado con ellos sin saber que en realidad se trata de sistemas microcontrolador muy similares a los que están aprendiendo en la asignatura. En este proyecto se propone el uso de las funciones de Arduino como ejemplo. A los alumnos se les mostrará cómo funcionan los Arduino y se les pedirá que implementen lo mismo utilizando los controladores de Microchip. De este modo se impartirá el mismo contenido que actualmente se imparte relacionándolo con herramientas que los alumnos tienen fácilmente disponibles. Durante las clases teóricas se mostrarán ejemplos reales de la arquitectura del software y de las funciones que gobiernan los Arduino y se les relacionará con la programación a más bajo nivel de los dispositivos de Microchip. En clase se establecerán diálogos con los estudiantes en los que se les preguntará como implementar las diferentes funciones y el profesor empezará la programación y demostración de las mismas. En paralelo esta materia se colocará en el campus virtual con el objeto de que los alumnos que compatibilizan los estudios con el trabajo puedan realizar las mismas tareas. Como trabajos se les pedirá que completen la programación de las funcionalidades de los Arduino usando los microcontroladores de Microchip. De este modo serán capaces de entender las estructuras clásicas de la programación (bucles, llamada a funciones, etc) y la programación típica de los microcontroladores (manejo de entradas y salidas, temporizaciones, etc.,) usando ejemplos que pueden necesitar en el transcurso de su vida profesional. En cierta medida podría decirse que es una aproximación al aprendizaje basado en problemas Project Based Learning) en el que se les presenta el problema de implementar las funciones de Arduino usando un microcontrolador diferente. Pasado un plazo prudencial una solución les será proporcionada en clase y a través del campus virtual. Es de destacar que el uso de Arduino como herramienta docente no es novedoso en la Universidad de Oviedo. Actualmente se usan en las prácticas de Tecnología Electrónica de Computadores en los grados: Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información y Grado en Ingeniería Informática del Software. No obstante, la novedad de este proyecto de innovación docente radica en la conexión de la filosofía de los Arduino (sencillez para el usuario) con los conocimientos clásicos de la programación de los microcontroladores. De este modo los alumnos ganaran los conocimientos y competencias tradicionales de la asignatura utilizando las metodologías de Aprender Haciendo (Learn by doing) utilizando los conocimientos que van adquiriendo para implementar unas funcionalidades. Lo que de hecho es una de las competencias básicas de la Ingeniería.

## **1 Contribución del proyecto a la consecución de los objetivos específicos y de los objetivos de la convocatoria**

### **1.1 Objetivos específicos del proyecto conseguidos. Indicar y valorar el grado de consecución de cada uno.**

Los objetivos del proyecto se especificaron en la solicitud mediante la siguiente tabla que se reproduce aquí para facilitar la tare del lector.

	<b>Objetivos Específicos del proyecto</b>	<b>Objetivo/s de la convocatoria con los que se relaciona</b>	<b>% del peso en el Proyecto</b>
1	Proporcionar a los alumnos un reto de ingeniería que deben completar.	Innovación docente en el ámbito de la tutoría y la orientación de los y las estudiantes hacia su futuro laboral	45
2	Mejorar el interés de los alumnos por la asignatura.	Innovación docente en el ámbito de la tutoría y la orientación de los y las estudiantes hacia su futuro laboral	45
3	Compartir los resultados y métodos con profesores de asignaturas similares.	Impulso de la continuidad, transferencia y diseminación de los proyectos de innovación docente	10

Es importante destacar que este año en la asignatura Sistemas Electrónicos Digitales (MINGINDU-1-020) de Máster Universitario en Ingeniería Industrial (MINGINDU) a la que se dirigía este proyecto solamente se matricularon 3 alumnos. De modo que resulta imposible extraer conclusiones del mismo. De los 12 alumnos que se matricularon en la misma en el curso 2018/2020, 2 participaron en una encuesta en la que se le mostraba las actividades del proyecto y valoraban su interés.

Respecto al primer objetivo el objetivo se planteaba de la siguiente manera. Cada vez que se explicaba en clase un módulo del microcontrolador PIC, se describía una función de Arduino que podría hacer uso de ese módulo y se pedía que en casa se planteasen como se haría en el microcontrolador PIC. Ninguno de los alumnos matriculados, los tres acudían a clase, se lo planteo nunca en casa. La explicación de como se había implementado la función se hacía después en clase, pero sin el esfuerzo previo de los alumnos no se considera cumplido el objetivo. Los alumnos se convierten en meros receptores de información y entran al reto. El primer objetivo se considera no cumplido. Lo mismo ocurre con el segundo objetivo, mejorar el interés de los alumnos por la asignatura. La actitud de los alumnos fue completamente pasiva, tanto en las clases de teoría como en las prácticas de laboratorio. Los dos primeros objetivos se consideran no cumplidos.

Por otro lado, de los tres alumnos matriculados solamente uno respondió a la encuesta. Considera que la actividad es interesante pero que necesitaría mas tiempo de practicas para implementarla. Este alumno estaba familiarizado con la plataforma Arduino. Por tanto podemos cifrar el porcentaje de consecución de los objetivos en un 10%.

De los dos alumnos de la convocatoria anterior ambos consideran interesante la actividad y que les habría ayudado a comprender mejor la asignatura. Aunque son conscientes que sin experiencia previa seria difícil. En asignaturas posteriores del Master se hace uso de la plataforma Arduino también. Uno de ellos considera que tener el código fuente le hubiera ayudado y el otro considera que le hubiera sido mas interesante programarlo por el mismo.

El tercer objetivo se ha cumplido. La librería se ha compartido con profesores de asignaturas similares. La han considerado interesante, aunque la aplicación a sus asignaturas resulta más complicada. No obstante, se ha planteado la aplicación de una metodología similar en otra asignatura.

Personalmente no estoy satisfecho con estos resultados. Creo que el enfoque es interesante, pero requiere de una participación de los alumnos que es complicado conseguir. Curiosamente los alumnos de convocatorias pasadas la consideran mas interesante que los de esta.

### 1.2 Objetivos de la convocatoria a los que se dirigía el proyecto conseguidos. Indicar valoración del grado de consecución.

Respecto a los objetivos de la convocatoria. El reto relacionado con el tercer objetivo se considera cumplido en un 100%. Los otros dos se alineaban en el reto "Innovación docente en el ámbito de la tutoría y la orientación de los y las estudiantes hacia su futuro laboral". LA solución de problemas y la respuesta a retos es una competencia básica del ingeniero y dada la falta de colaboración de los estudiantes se considera no cumplido. Como mucho en un 10%.

## 2 Contribución del proyecto al plan estratégico de la Universidad y repercusiones en la docencia. Para la elaboración de este apartado describir el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos del punto 5 de la solicitud del proyecto.

### 2.1 Alineamiento del Proyecto de Innovación Docente con el Plan Estratégico 2018-2022 de la Universidad de Oviedo en materia docente.

El alineamiento con el Plan Estratégico se encuentra en la tabla debajo. Personalmente creo que la actividad fomenta las capacidades transversales. No obstante ya que los alumnos no participan en ella ese objetivo no se considera cumplido.

FAE	% Adecuación	% Cumplimiento
<b>FAE 5: Puesta en marcha de un programa de actualización en métodos educativos.</b>		
Extender nuevas técnicas docentes en los estudios de grado y máster de la Universidad.	30	100
<b>FAE 6: Puesta en marcha de un programa de herramientas digitales para la enseñanza.</b>		
Aumentar los procesos formativos online en la enseñanza presencial.	2	100
Potenciar la oferta formativa a distancia.	2	100
Mejorar la calidad de las actividades formativas online.	2	100
<b>FAE 7: Puesta en marcha de un programa para la financiación de proyectos de innovación docente.</b>		
Mejorar los resultados académicos de los estudiantes.	2	10

Incrementar la motivación del profesorado.	4	100
Aumentar el número de experiencias innovadoras formativas.	9	100
<b>FAE 11: Implantación de herramientas de control del plagio.</b>		
Asegurar la seguridad en la originalidad de los trabajos, documentos, etc.	0	0
Disuadir del plagio.	2	0
Vigilar la propiedad intelectual del personal investigador de la Universidad.	0	0
<b>FAE 14: Programa de formación transversal para el estudiantado.</b>		
Mejorar las competencias transversales y extracurriculares del estudiantado.	25	10
<b>FAE 15: Puesta en marcha de un observatorio de innovación docente y la orientación vocacional en colaboración con el gobierno del principado de Asturias.</b>		
Incrementar la colaboración entre todos los agentes del sistema educativo.	0	0
Identificar necesidades de formación, carencias y problemas que pueden conducir al fracaso de los alumnos.	7	80
Reducir el fracaso escolar	3	20
<b>FAE 19: Mejora de la atención a los colectivos con necesidades específicas.</b>		
Desarrollar medidas de equiparación e igualdad de oportunidades.	2	20
Reducir la tasa de abandono universitario.	3	20
<b>FAE 31: Puesta en marcha de un plan de formación en abierto a través de internet.</b>		
Intensificar las acciones formativas llevadas a cabo en Internet.	2	100
Conseguir una utilización amplia de contenidos de calidad creados en la Universidad de Oviedo.	5	100

Respecto a los apartados IT del plan estratégico, este proyecto no se alinea con ellos y por tanto no se consideran cumplidos.

## 2.2 Grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto (en la docencia específica y en el entorno docente)

Debido a la ausencia de interés de los alumnos el proyecto no ha tenido la repercusión esperada. El bajo número de alumnos lo dificulta también. Si todos hubieran mostrado interés los porcentajes serían más significativos. La falta de motivación es algo que el docente debería haber preparado mejor, tal vez ofreciendo una recompensa en forma de puntos sobre el examen o algo similar. No obstante, el objetivo es que los alumnos se motiven por el mero hecho de aprender como hacer algo, y en cierta medida hacer ingeniería inversa. Esta es una cualidad muy apreciada entre los ingenieros y empleadores futuros, ya que permite al estudiante solventar retos más allá de la resolución de ejercicios académicos. Y esa debería ser motivación suficiente. Además la oferta de puntos sobre el examen en cierta medida desvirtuaría el objetivo del proyecto.

### **3 Memoria del Proyecto**

#### **3.1 Marco Teórico del Proyecto**

#### **3.2 Metodología utilizada**

*3.2.1 Plan de Trabajo desarrollado*

*3.2.2 Descripción de la Metodología*

#### **3.3 Resultados alcanzados**

*3.3.1 Valoración de indicadores detallando los instrumentos utilizados para recoger la información, se valora la inclusión de tablas o figuras que faciliten la comprensión de lo expuesto. Al menos un indicador se vinculará con el grado de satisfacción del alumnado que participe en el proyecto.*

Los indicadores se resumen en una satisfacción del alumnado con la actividad y en la mejora del conocimiento que fue evaluada mediante la calidad del examen y de los trabajos de prácticas. Pese a que todos los alumnos aprobaron la asignatura la calidad de los trabajos presentados y de las respuestas al examen es baja. La satisfacción del alumnado se evalúa mediante encuesta y solamente uno ha contestado.

Se adjunta la encuesta respondida.

¿Tenias Experiencia previa trabajando con Arduinos antes de cursar la asignatura?	Describe lo que sabias.	¿Has podido evaluar el código propuesto?	¿Has comprendido o su funcionamiento?	Razona tu respuesta. Que es lo que no has entendido. Que es lo que más te ha costado. Te ayudan los comentarios del código.	¿Has intentado o implementar el código por ti mismo?	Razona tu respuesta. ¿Que crees que necesitarías para haberlo logrado?	¿Consideras que el ejemplo de este código te ayuda a comprender la asignatura?	Razona tu respuesta. ¿Te ha ayudado a entender los conceptos de librería, función, etc...?
Si	Lo básico...conexiones de entrada y salida...pines analógicos y digitales y algunas páginas de internet con tutoriales de ejercicios sencillos donde te podías descargar el código para hacer pruebas	No	Si	Creo que ayudaría poder tener la posibilidad de probar los códigos en un entorno de simulación para hacer pruebas en casa	Si	Más práctica con ejemplos más sencillos para ir asimilando las mecánicas de interrupción y temporización	Si	Si sirve para entender lo que hace, pero con poca experiencia es difícil reproducirlo sin tener delante algún ejemplo similar

La encuesta realizada a los alumnos de la convocatoria 2018/2019 se adjunta también.



¿Tienes Experiencia previa a trabajar con Arduinos antes de cursar la asignatura?	Describe lo que sabías.	¿Has trabajado con Arduinos después de la asignatura?	Describe para lo que los has usado. ¿Ha sido dentro de otra asignatura? ¿Cual?	¿Has relacionado los Arduinos con los microcontroladores PIC de la asignatura?	¿Has podido evaluar el código propuesto?	¿Has comprendido su funcionamiento? Uno de los módulos no lo habíamos visto	Razona tu respuesta. Que es lo que no has entendido. Que es lo que mas te ha costado. Te ayudan los comentarios del código.	¿Habrias sido capaz con los conocimientos de la asignatura de implementar funciones similares en los PIC?	Razona tu respuesta	¿Crees que haber tenido el código disponible cuando hubiera sido interesante cuando cursaste la asignatura?	Razona tu respuesta.
Si	Conocimientos básicos, estructura de los programas, funcionamiento de los pines de entrada y salida, comunicación en serie	Yes	Si, en una asignatura del segundo curso del itinerario de mecánica en el máster, Sistemas Electrónicos e Instrumentación Industrial. Trabajamos con una placa con un módulo WiFi que trabaja con arduino.	Yes	No	Si	Creo que se entienden bastante bien, y los comentarios son suficientes.	Si	Si, además creo que el entorno de arduino es más permisivo para programar este tipo de aspectos.	Si	Si, cuanto más material disponible mejor para contrastar lo que sabes.

No		Yes	Contacto con entorno Arduino en la asignatura de Sistemas Electrónicos e Instrumentación Industrial (Máster en Ingeniería Industrial). Usado para medir tensión en los bornes de una batería y para medir la temperatura y luego enviar esos datos a un servidor remoto.	Yes	Si	Si	Para alguien que llegue sin haber tenido contacto con entornos similares, creo que habría cierta dificultad en relacionar el código principal y las librerías. En este sentido creo que los comentarios deberían tener más detalle. Por ejemplo, colocar un encabezado que explique lo que se va a hacer en el código. Luego cuando se llame a funciones de librerías, decir que vienen de esa librería, y así uno si no sabe para qué sirve puede ir a esa librería y ver qué hace esa determinada función.	Si	Sí. De hecho sabiendo programar funciones uno se puede configurar su propia librería y ya la puede utilizar en el archivo principal.	No	No, al menos no de primeras. Desde mi punto de vista y de mi experiencia, es conveniente "pelearse" - perdón por el término, pero es que es muy adecuado para este contexto- con la programación del micro. Es bueno probar, comprobar y fallar. Cuando al final se encuentra una solución, es cuando se puede comparar con el código de referencia para ver si existe otra forma de resolver un problema, cómo optimizar líneas de código...
----	--	-----	--	-----	----	----	--	----	--	----	---

Es de destacar la respuesta del segundo alumno, el que recomienda “pegarse” con el código. Este es el tipo de enfoque que se buscaba. Ofrecer a los alumnos un problema próximo a su experiencia y que fueran capaces de implementarlo con las herramientas que se les proporcionan en la asignatura. Lamentablemente no ha sido posible con los alumnos matriculados este año.

**Tabla resumen (a incluir obligatoriamente)**

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
1	Satisfacción del alumnado	Encuesta	100
2	Mejora del conocimiento	Calidad del examen y practicas	0
3			
4			

Tabla con formato

**3.3.2 Observaciones más importantes sobre la experiencia relacionando los resultados con los objetivos del proyecto evitando afirmaciones que no estén fundamentadas en lo realizado, redundancias o reiteraciones.**

Como docente considero que la experiencia hubiera sido interesante si los alumnos hubieran participado. Yo al menos disfrute preparando el material, que incluye la programación de las librerías. El profesor de las prácticas de laboratorio (no incluido en el proyecto ya que en el momento de la solicitud la docencia no estaba asignada), coincide en el interés de la actividad y en la falta de motivación de los estudiantes. De hecho desde el primer día de clase se les pidió que descargaran el entorno de simulación, el cual es necesario para las practicas y el trabajo que hay que realizar. Una semana antes de que finalizara el plazo uno de los estudiantes le pregunto al profesor que programa tenía que instalar.

La evaluación se ha realizado mediante encuesta. La participación en la misma ha sido mínima y por tanto los resultados no son representativos.

Pese a los malos resultados del proyecto, las lecciones aprendidas del mismo se incorporarán a la planificación de la asignatura para el curso 2020/2021. Se buscará favorecer la interactividad de los estudiantes de alguna manera. Posiblemente mediante entornos de simulación para que puedan ver cómo funcionan los Arduinos y luego sean ellos mismos capaces de realizar la programación en los microcontroladores PIC.

**3.3.3 Información online, publicaciones o materiales en abierto derivados de los resultados del proyecto** *(se valorará especialmente que se proporcionen los enlaces a los mismos)*

Dada la escasa participación de los alumnos no se ha realizado ninguna publicación sobre el proyecto. La librería de código esta disponible en el campus virtual y en el repositorio personal en GitLab del responsable. Pudiéndose hacer publico en cualquier momento.

- 3.4 Conclusiones, discusión y valoración global del proyecto.** Se destacarán los puntos fuertes y débiles del proyecto contrastándolas con los resultados de otros estudios referenciados en el apartado 3.1 sin reiterar los datos ya comentados en otros apartados.

## **4 Bibliografía**