PLANEACIÓN DIDÁCTICA

MANUAL DE PRÁCTICAS DE MICROCONTROLADORES

Área: Electrónica

Práctica N. 6 Modulación por Ancho de Pulso (PWM)

Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE110618

PARTE GENERAL	
NOMBRE DEL PROFESOR	M. en I. Arcelia Bernal Díaz Facultad de Estudios Superiores Aragón
SUBSISTEMA Y NIVEL ACADÉMICO	Presencial/ Curricular Licenciatura en Ingeniería en Computación Licenciatura: Ingeniería Eléctrica Electrónica
ASIGNATURA / SEMESTRE O AÑO	(Ingeniería en Computación) Microprocesadores y Microcontroladores Octavo semestre Días: martes y jueves 2 horas por sesión 4 horas a la semana --- (Ingeniería Eléctrica Electrónica) Microprocesadores y Microcontroladores Séptimo semestre 4 horas a la semana 2 horas de práctica
UNIDAD TEMÁTICA Y CONTENIDOS	(Ingeniería en Computación) Programación con Microcontroladores 2.1 Organización de la memoria. 2.2 Vectores de interrupción. 2.3 Registros. 2.4 Periféricos básicos. 2.5 Software de programación. 2.6 Programación Elemental. Unidad 3 Aplicaciones con Microcontroladores 3.1 Rutinas de retardo. 3.2 Teclado. 3.3 Pantalla.

	3.4 Conexión serie. 3.5 Control de Temperatura. 3.6 Control de velocidad por posición. 3.7 Terminal remota. 3.8 Interfaces básicas de software con lenguaje de alto nivel.
	(Ingeniería Eléctrica Electrónica) Unidad IV "PROGRAMACIÓN CON LENGUAJE ENSAMBLADOR" **Objetivo**: Programar el microprocesador o microcontrolador usando su conjunto de instrucciones para el desarrollo de programas de aplicación. **Contenido**: IV.1 Herramientas de diseño y documentación. IV.2 Direccionamiento de Memorias y E/S. IV.2.1 Registros. IV.2.2 Modos de direccionamiento. IV.2.4 Control de dispositivos de entrada/salida. IV.3 Operaciones con registros. IV.3.1 Operaciones aritméticas. IV.3.2 Operaciones lógicas. IV.4 Control de flujo de programa. IV.4.1 Salto incondicionado. IV.4.2 Salto condicionado. IV.4.3 Subrutinas. IV.4.4 Banderas. IV.5 Conteo y Lazos de tiempo. IV.5.1 Base de tiempo. IV.5.2 Contadores. IV.5.3 Implementación de subrutinas de tiempo. IV.5.4 Conceptos Avanzados. IV.6 Configuración del convertidor A/D, D/A. IV.6.1 Modos de operación. IV.6.2 Aplicaciones.

	IV.6.3 Otros dispositivos. Unidad V "COMUNICACIÓN CON OTROS DISPOSITIVOS" Objetivo: Aprender las técnicas de acceso al medio a ambiente a través de las entradas y salidas. Contenido: V.1 Conceptos básicos de entrada/salida. V.1.1 Uso de líneas programadas Entrada/Salida para el control de dispositivos. V.1.2 Interfases de comunicación. V.1.3 Protocolos. V.2 Puertos paralelos de entrada/salida. V.2.1 Programación de puertos paralelos de entrada /salida. V.3 Puertos serie de entrada/salida. V.3.1 Programación de puertos serie de entrada/salida asíncrona. V.3.2 Programación de puertos serie de entrada/salida síncrona. Unidad VI "INTERRUPCIONES Y RESETS" Objetivo: Aprender las diferencias entre interrupciones y reset, así como la programación de estos y sus aplicaciones. Contenido: VI.1 Conceptos fundamentales de las interrupciones. VI.1.1 Concepto de interrupción. VI.1.2 Interrupciones enmascaradas y no enmascaradas. VI.1.3 Prioridad de interrupciones. VI.1.4 Servicio a las interrupciones. VI.1.5 Vectores de interrupción. VI.1.6 Programación de interrupciones. VI.2 Resets. VI.2.1 Excepciones y resets. VI.2.2 Vectores de reset.
OBJETIVOS DE LA UNIDAD	El alumno simulará y programará los microcontroladores para comprobar las diferentes

<table>
<tr><td></td><td>configuraciones y así conocer las diferentes aplicaciones en proyectos reales.

Nota: En el temario original no existe objetivo de la unidad, sin embargo, el objetivo expuesto es redactado para el documento actual.</td></tr>
<tr><td>DURACIÓN</td><td>3 horas = 1.5 sesiones (por programa en este caso se abordará “Modulación por Ancho de Pulso (PWM)”)
Una sesión = 2 horas.

<table>
<tr><th>Actividad</th><th>Sesiones</th><th>Horas</th></tr>
<tr><td>Introducción de la unidad 2</td><td>1</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Control de puertos de entrada y salida</td><td>1.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Operaciones con registros</td><td>1.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Saltos y Subrutinas con un microcontrolador</td><td>1.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Conteo y lazos de tiempo en un microcontrolador</td><td>1.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Programación del Convertidor Analógico Digital de un Microcontrolador</td><td>1.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Modulación por Ancho de Pulso (PWM)</td><td>1.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Interrupciones de un Microcontrolador</td><td>1.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Manejo de Tablas en un Microcontrolador</td><td>1.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Control de Motores de DC (PWM) y CAD, Programados en Lenguaje C</td><td>1.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Comunicación Serial utilizando un Microcontrolador</td><td>1.5</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Evaluación escrita</td><td>10</td><td>20</td></tr>
<tr><td>TOTALES</td><td>26</td><td>52</td></tr>
</table>
Nota: El texto subrayado en amarillo indica los temas que se abordan en las prácticas.
En cuanto a los temarios
Ingeniería en Computación contempla 62 horas para impartir las unidades 2 y 3.
Ingeniería Eléctrica Electrónica contempla 56 horas para impartir las unidades 4, 5 y 6.
Por lo tanto en ambas carreras es factible realizar las prácticas propuestas, ya que se</td></tr>
</table>

	destinan 52 horas.
Población	Alumnos de octavo/séptimo (Ingeniería en computación/Ingeniería Eléctrica Electrónica) semestre alumnos aproximados 25.
Bibliografía	1.- ANGULO J. (2000). Microcontroladores PIC. España: Paraninfo. 2. Arcelia Bernal, Ignacio Mendoza. (8 junio 2011). Programación y Simulación de un Proyecto. Programar un Microcontrolador con PICKT2. 13 de abril 2017, de UNAM FES Aragón Sitio web: https://www.youtube.com/watch?v=fp7GPf4Ru6A 3.- Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86029 4.- Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Video Código. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), UNAM FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86105 5.- Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Video Simulación de Alambrado. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), UNAM FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86115 6.- DRISCOLL V. (1999). Data Acquisition and Process Control with the M68HC11 Microntroller. USA. Prentice Hall. 7.- GONZALEZ J. (1992). Introducción a los Microcontroladores. España: McGraw-Hill. 8.- JEREMY B. (2002). TCP/IP Leon web servers for embedded systems. USA: CMB Books 9.- MYKE P. (2001). Programming and Customizing the PIC Microcontroller. McGraw-Hill, México. 10.- PALACIOS E. (2006). Microcontrolador PIC16F84, Desarrollo de proyectos México: Alfaomega Ra-Ma. 11.- TAFANERA A. (2000). Teoría y diseño con Microcontroladores PIC. México: Autores Editores

	12.- TORRES P. (1994). Microprocesadores y Microcontroladores Aplicados a la Industria Madrid: Paraninfo. 13.- Microchip (2010). Simulador MPLAB http://www.microchip.com 14.- Microchip (2010). Manual Microchip Data sheet PIC16F882/883/884/886/887 http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291D.pdf

Actividad 1. Actividad de inicio
(Esta actividad se realiza para empezar a trabajar una unidad temática)

Título de la actividad	**Reconocimiento de los diferentes terminales del microcontrolador, así como el uso del manual proporcionado por el fabricante.**
Objetivo de aprendizaje	Que el alumno obtenga conocimientos sobre el control de flujo de un programa en el cual logre observar el funcionamiento y la implementación de la modulación por ancho de pulso.
Recursos	Cañón, computadoras, Internet, Tablet, Celulares (es necesario contar con un dispositivo que soporte archivos PDF). Manual PIC16F882/883/884/886/887 microchip (es necesario que cada alumno cuente con el manual de forma electrónica, para una consulta óptima, ya que el manual contiene 500 páginas como mínimo). Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86029 Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Video Código. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), UNAM FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86105 Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Video Simulación de Alambrado. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), UNAM FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86115 Microchip (2010). Simulador MPLAB http://www.microchip.com (El alumno deberá tener contacto con el software de proveedor del microcontrolador a utilizar). Microchip (2010). Manual Microchip Data sheet PIC16F882/883/884/886/887 http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291D.pdf (Manual del microcontrolador que se trabaja en clase).
Descripción de las actividades	
Tareas en el	*Trabajo previo a la clase 1 (para profesor y alumnos, si aplica).*

ORDEN EN QUE SE REALIZAN	**Solo para el profesor:** Explicar el concepto de PWM (Modulación por Ancho de Pulso) y aplicaciones (30 min) Preparación de material de los posibles problemas de las diferentes sistemas operativos y versiones de simuladores, ya que es válido que el alumno instale el simulador que más se adapte a las capacidades y velocidades de sus computadoras (2 horas). **Para el alumno y profesor:** Descarga del manual del microcontrolador en: computadora, celulares, tablet o algún dispositivo que pueda almacenar aproximadamente 4MB. (5 min). El alumno debe traer instalado en sus computadoras el software para simular y programar un microcontrolador (MPLAB, CCS y PROTEUS) (2 horas por las configuraciones de los diferentes sistemas operativos de las computadoras). Para esta actividad es necesario hacer énfasis que PROTEUS es un software que sólo trabaja en sistemas operativos Windows. *Nota: como ya se vieron programas durante el semestre, en esta actividad es seguro que los alumnos cuenten con manual y software necesario.* *Trabajo durante la clase 1 (para profesor y alumnos)* Duración de la actividad (1 hora). Por parte del profesor se explica que es el PWM por medio de una presentación; además con el manual del fabricante se buscan los registros de configuración del dispositivo. El profesor comparte la práctica correspondiente que contenga la teoría vista en clase e involucre la configuración de los registros requerido Anexo 1.6 Práctica 6 Modulación por Ancho de Pulso (PWM)
EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DEL ALUMNO	El alumno conocerá los registros que son configurados para el uso del PWM, así como la configuración de los puertos, los listará y los tendrá presente para el reporte final.
FORMA DE EVALUACIÓN	Se pedirá al alumno que con sus propias palabras explique qué es un PWM y escriba los registros que deben ser configurados (la evaluación se realizará en la rúbrica Anexo 4 Rúbrica https://drive.google.com/file/d/14pQI3HuFjTM1vpfVOVjqTX5XJrgXjrWS/view?usp=shar

	ing)

Actividad 2. Actividad de desarrollo
(Esta actividad se realiza para trabajar a lo largo de una unidad temática)

Título de la actividad	**Análisis de código y simulación de la aplicación**
Objetivo de aprendizaje	El alumno analizará código de un microcontrolador y lo simulará para comprobar el funcionamiento físico del mismo.
Recursos	Cañón y computadoras. Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86029 Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Video Código. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), UNAM FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86105 Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Video Simulación de Alambrado. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), UNAM FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86115
Descripción de las actividades	
Tareas en el orden en que se realizan	*Trabajo previo a la clase 1 (para profesor y alumnos, si aplica).* Para el profesor selecciona un programa para analizar en clase. (1 hora). Para el alumno, trae instalado el software para la simulación y programación del microcontrolador. (1 hora). *Trabajo durante la clase 1 (para profesor y alumnos)* Duración de la actividad (1 hora). Profesor: se analiza el programa en clase Anexo 2.6 Video Código 6, se explica línea por línea para entender claramente la configuración del microcontrolador.

	Alumno: El alumno compila y simula el programa en clase, es recomendable que el alumno consulte el Anexo 1.6 Práctica 6 Modulación por Ancho de Pulso (PWM) para una clara comprensión de la práctica y el Anexo 3.6 Video Simulación 6 para tener un ejemplo de las salidas del sistema. Trabajo extra clase para el alumno *(3 horas por lo que implica la compra del material)* Se le pide al alumno que adquiera el material para la próxima clase: periférico, microcontrolador (armado), programador y computadora (en caso de no contar con computadora se pide que cuente con el material anterior y se le presta una computadora en clase), se pide que el material se compre en equipos de 3 personas si existirá un alumno que quiera trabajar sólo es permitido. Se sugiere consultar el Anexo 3.6 Video Simulación 6 en consideraciones del alambrado para una compra óptima de sus dispositivos.
Evidencias de aprendizaje del alumno	Uso de simuladores (parte esencial en el mercado laboral de un ingeniero), el alumno tomará capturas de pantallas para después incorporarlas en su reporte final.
Forma de Evaluación	Revisión de la simulación del circuito (los porcentajes están expresados en la rúbrica del Anexo 4 Rúbrica https://drive.google.com/file/d/14pQI3HuFjTM1vpfVOVjqTX5XJrgXjrWS/view?usp=sharing)

Actividad 3. Actividad de cierre
(Esta actividad se realiza para concluir el trabajo de una unidad temática)

Título de la actividad	**Revisar el funcionamiento físico del dispositivo.**
Objetivo de aprendizaje	El alumno programará el microcontrolador para comprobar el funcionamiento físico y de los periféricos.
Recursos	Programa, computadoras, periféricos y programadores. Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86029 Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Video Código. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), UNAM FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86105 Arcelia Bernal. (marzo 2019). Práctica 06. Video Simulación de Alambrado. Modulación por Ancho de Pulso (PWM), UNAM FES Aragón UNAM Sitio web: https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86115
Descripción de las actividades	
Tareas en el orden en que se realizan	*Trabajo previo a la clase 2 (para profesor y alumnos, si aplica).* Para el profesor, analiza los problemas más frecuentes en la implementación física del circuito. (30 min). El alumno realizó un repaso del programa de la clase anterior, así como traerá en su computadora el archivo *".hex"* para programar su microcontrolador. (30 min). *Trabajo durante la clase 2 (para profesor y alumnos)* Duración de la actividad (2 horas) segunda sesión. El profesor organizar grupos de trabajo de 3 personas, para programar su microcontrolador y probarlo. Los alumnos programan sus microcontroladores y prueban los periféricos, es posible que se puedan apoyar en el Anexo 3.6 Video Simulación 6 para revisar conexiones del circuito.

	Si existieran fallas el profesor analizará junto con los alumnos el alambrado para el análisis de fallas tanto de hardware y software. Trabajo extra clase para: Para el profesor, revisar si efectivamente el próximo programa está listo para ser revisado por los alumnos (30min).
Evidencias de aprendizaje del alumno	Los alumnos al entregar el reporte comentan el funcionamiento del circuito desde el principio de la elaboración hasta el final, las principales evidencias son las capturas de pantallas, fotos de simulación y fotos con osciloscopios reales para monitorear la señal.
Forma de Evaluación	Se revisa el circuito en funcionamiento; además se pide un reporte con los parámetros que indica el Anexo 4 Rúbrica https://drive.google.com/file/d/14pQI3HuFjTM1vpfVOVjqTX5XJrgXjrWS/view?usp=sharing . El porcentaje para de esta actividad estará contemplada en el porcentajes de tareas; además para la evaluación se contempla la rúbrica del Anexo 4 Rúbrica https://drive.google.com/file/d/14pQI3HuFjTM1vpfVOVjqTX5XJrgXjrWS/view?usp=sharing

Nota: El alumno puede fabricar un Banco de Pruebas siguiendo la práctica Anexo 5 Banco de Pruebas https://drive.google.com/file/d/1ZA_iZOQ1AGYPSxU9xLYdNUIbrmodZ7Xo/view?usp=sharing para facilitar la elaboración y mostrar el funcionamiento de cada práctica.

Agradecimientos

- **Trabajo realizado con el apoyo del Programa UNAM-DGAPA-PAPIME PE110618.**
- **Trabajo realizado con el apoyo de la Facultad de Estudios Superiores Aragón.**

Anexos.

Anexo 1.6 Práctica 6 Modulación por Ancho de Pulso (PWM)
https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86029

Anexo 2.6 Video Código 6

https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86105

Anexo 3.6 Video Simulación 6

https://www.rua.unam.mx/portal/recursos/ficha/86115

Anexo 4 Rúbrica
https://drive.google.com/file/d/14pQI3HuFjTM1vpfVOVjqTX5XJrgXjrWS/view?usp=sharing

Anexo 5 Banco de Pruebas
https://drive.google.com/file/d/1ZA_iZOQ1AGYPSxU9xLYdNUIbrmodZ7Xo/view?usp=sharing

