

## CARTA DESCRIPTIVA (FORMATO MODELO EDUCATIVO UACJ VISIÓN 2020)

<b>I. Identificadores de la asignatura</b>			
<b>Instituto:</b>	IIT	<b>Modalidad:</b>	Presencial
<b>Departamento:</b>	Ingeniería Eléctrica y Computación	<b>Créditos:</b>	8
<b>Materia:</b>	Sistemas con microprocesador	<b>Carácter:</b>	Optativa
<b>Programa:</b>	Ingeniería en Sistemas Digitales y Comunicaciones	<b>Tipo:</b>	Curso
<b>Clave:</b>	IEC 330796		
<b>Nivel:</b>	Intermedio		
<b>Horas:</b>	80 Totales	<b>Teoría:</b> 50%	<b>Práctica:</b> 50%

<b>II. Ubicación</b>	
<b>Antecedentes:</b> Sistemas Digitales II	<b>Clave:</b> IEC 330596
<b>Consecuente:</b> Sistemas Embebidos	IEC 330696

<b>III. Antecedentes</b>
<b>Conocimientos:</b> Lenguaje C, Circuitos Digitales, Circuitos de potencia/análogos y Compresión del Ingles.
<b>Habilidades:</b> Habilidad diseñar programas, aterrizar aplicaciones reales.
<b>Actitudes y valores:</b> Puntualidad, trabajo en equipo, honestidad, creatividad, compromiso con la materia, autodidacta.

<b>IV. Propósitos Generales</b>
Los propósitos fundamentales del curso son:  El objetivo de este curso es el proveer una solida base conceptual y funcional sobre los distintos módulos con los que cuenta un microcontrolador de última generación como: arquitectura interna, dispositivos I/O, módulos timers-contadores, módulos de bajo consumo de

energía, PWMs, interfaces Seriales, ADC-DACs y comunicación inalámbrica. El alumno utilizara un lenguaje de programación (preferentemente lenguaje C) y un compilador-Debugger (KEIL) para el desarrollo de aplicaciones (software-hardware) en los cuales se involucre el uso de los módulos internos del microcontrolador. Finalmente, el alumno aprenderá y utilizara técnicas de programación (software) y diseño de interfaces (hardware) las cuales le permitirán desarrollar proyectos eficientes y de alta calidad funcional.

## V. Compromisos formativos

**Intelectual:** El alumno podrá entender, analizar, describir y desarrollar aplicaciones que involucren microcontroladores. Así como también el alumno podrá dar soluciones o en su defecto hacer más eficientes sistemas electrónicos ya establecidos. El estudiante tendrá la habilidad de comunicar de manera oral y escrita sus logros en el área de diseño con microcontroladores.

**Humano:** El estudiante deberá tener compromiso, integridad y honestidad en cualquier proyecto, practica o equipo de trabajo en el que esté involucrado. Estas actitudes y valores le permitirán tener un desempeño eficiente e integro en cualquier negocio, industria u organización pública o privada en donde a futuro prestara sus servicios profesionales.

**Social:** El estudiante deberá respetar las leyes y normas establecidas por la UACJ y la sociedad y de manera particular aquellas relacionadas con el ejercicio de su profesión. El estudiante deberá actuar bajo los principios éticos de su profesión, así como también deberá mostrar interés por contribuir a la conservación del medio ambiente.

**Profesional:** El estudiante deberá ir incorporando a su formación profesional los conocimientos y habilidades adquiridos durante el transcurso del curso *diseño con microcontroladores*.

## VI. Condiciones de operación

**Espacio:** Aula Tradicional

**Laboratorio:** Digitales o Control o  
Cómputo

**Mobiliario:** Mesa y sillas

**Población:** 20-30

**Material de uso frecuente:**

- A) Programador Universal de microcontroladores
- B) Cañón y computadora portátil

Condiciones especiales:

No aplica

<b>VII. Contenidos y tiempos estimados</b>		
Temas	Contenidos	Actividades
<b>Introducción al Curso.</b> <b>(2 hrs)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Encuadre del curso.</li><li>- Importancia de los sistemas electrónicos programables.</li><li>- Vista general de un sistema con microcontrolador (Definiciones y conceptos).</li><li>- Usos y aplicaciones.</li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El docente presenta el contenido del curso y políticas de evaluación,</li><li>2. El docente presenta una clase introductoria de los sistemas basados en microcontroladores.</li></ol>
<b>Unidad I</b> <b>Introducción al microcontrolador.</b> <b>(5 hrs)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Vista General del microcontrolador.<ul style="list-style-type: none"><li>• Descripción de los pines.</li><li>• Voltajes y frecuencias de operación.</li><li>• Módulos internos.</li><li>• Organización de la Memoria.</li><li>• Sistema de Reset.</li></ul></li><li>- Registros de control del microcontrolador SFR (Special function Register).<ul style="list-style-type: none"><li>• Localización dentro de la RAM.</li><li>• direccionamiento.</li><li>• Usos y aplicaciones.</li></ul></li><li>- Modos de bajo consumo de potencia.<ul style="list-style-type: none"><li>• Modo IDLE.</li><li>• Modo Power-Down.</li></ul></li><li>- Reloj del sistema.<ul style="list-style-type: none"><li>• Cristal oscilador.</li><li>• Fuente de reloj externa.</li><li>• Oscilador interno RC.</li><li>• Sistema de reloj de salida.</li><li>• Sistema divisor de frecuencia (prescaler).</li></ul></li><li>- Hardware externo.<ul style="list-style-type: none"><li>• fuente de voltaje.</li><li>• Cristal.</li><li>• Interface de Reset.</li></ul></li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li><li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos donde el estudiante deberá analizar y resolver cada uno de ellos.</li><li>3. El docente propone un test teórico para la evaluación de la unidad.</li></ol>
<b>Unidad II</b> <b>El lenguaje C y el Ambiente de</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Introducción al lenguaje C.<ul style="list-style-type: none"><li>• Instrucciones nativas.</li><li>• Estructura de programación.</li></ul></li></ul>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. El docente expone cada uno de</li></ol>

<p><b>desarrollo KEIL.</b> <b>(10 hrs)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo de registros a nivel de bits.</li> <li>• Desarrollo de programas.</li> </ul> <p>- Descripción y uso del ambiente de desarrollo KEIL.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compilador: ventajas y desventajas vs ensamblador.</li> <li>• Instrucciones no nativas de C agregadas por el software KEIL (sfr, sbit y bit).</li> </ul> <p>- Generación y configuración de proyectos en el ambiente KEIL.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección del microcontrolador y su frecuencia de operación.</li> <li>• Proceso de compilación (Detección y corrección de errores).</li> <li>• Generación del código objeto (*.ihx).</li> <li>• Proceso de Debugueo-Simulación.</li> </ul> <p>- Cargado del código objeto en la ROM del microcontrolador.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción y uso del grabador de memorias.</li> </ul>	<p>los temas de la unidad.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone un test para la evaluación de la unidad.</li> </ol>
<p><b>Unidad III</b> <b>Arquitectura y manejo de los puertos básicos de entrada y salida digital.</b> <b>(5 hrs)</b></p>	<p>- Configuración y Hardware de los puertos de entrada y salida digital.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción general.</li> <li>• Salida Quasi-Bidireccional.</li> <li>• Únicamente entrada.</li> <li>• Salida Open-Drain.</li> <li>• Salida Push-Pull.</li> <li>• registros involucrados.</li> </ul> <p>-Puertos I/O digitales.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone una práctica para la evaluación de la unidad.</li> <li>5. El estudiante deberá resolver la práctica así como también generar un reporte de investigación.</li> </ol>

<p><b>Unidad IV.</b> <b>Manejo de Interrupciones.</b> <b>(10 hrs)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interrupciones. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción General.</li> <li>• Fuentes de interrupción.</li> <li>• Prioridad de las interrupciones.</li> <li>• Tiempo de respuesta.</li> <li>• Registros involucrados.</li> </ul> </li> <li>- Interrupciones externas INTO e INT1. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul> </li> <li>- Interrupciones Externas de propósito general GPI. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul> </li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone dos prácticas para la evaluación de la unidad.</li> <li>5. El estudiante deberá resolver las prácticas así como también generar un reporte de investigación por cada práctica concluida.</li> </ol>
<p><b>Unidad V.</b> <b>Manejo de Timers y Contadores.</b> <b>(10 hrs)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Timer 0 y Timer 1. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción general.</li> <li>• Modos de operación. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modo 0: Timer/contador con anchura variable.</li> <li>2. Modo 1: Timer/Contador de 16 bits con recarga automática.</li> <li>3. Modo 2: Timer/Contador de 8 bits con recarga automática.</li> <li>4. Modo 3: Timer de 8 bits dividido.</li> </ol> </li> <li>• Registros involucrados.</li> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul> </li> <li>- Timer 2. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción general.</li> <li>• Modos de operación. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modo Captura.</li> <li>2. Modo recarga automática.</li> <li>3. Contador ascendente/descendente.</li> <li>4. Contador de pendiente dual.</li> </ol> </li> </ul> </li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone dos prácticas para la evaluación de la unidad.</li> <li>5. El estudiante deberá resolver las prácticas así como también generar un reporte de investigación por cada practica concluida.</li> </ol>

	<p>5. Generador del Baud Rate.</p> <p>6. Generador de frecuencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registros involucrados.</li> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul>	
<p><b>Unidad VI.</b></p> <p><b>Salidas Moduladas en Ancho de Pulso (PWM).</b></p> <p><b>(5 hrs)</b></p>	<p>- PWM 0 y PWM 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción general.</li> <li>• Modos de operación: <ul style="list-style-type: none"> <li>7. Modo 0: PWM de 8 bits con prescalador logarítmico de 8 bits.</li> <li>8. Modo 1: PWM de 8 bits con prescalador lineal de 8 bits.</li> <li>9. Modo 2: Generador de frecuencia de 8 bits.</li> <li>10. Modo 3: PWM de 8 bits dividido.</li> </ul> </li> <li>• Registros involucrados.</li> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone una práctica para la evaluación de la unidad.</li> <li>5. El estudiante deberá resolver la práctica así como también generar un reporte de investigación.</li> </ol>

<p><b>Unidad VII.</b></p> <p><b>Arreglos de Captura y Comparación (CCA).</b></p> <p><b>(5 hrs)</b></p>	<p>- CCA.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción general.</li> <li>• Modos de operación: <ul style="list-style-type: none"> <li>11. Captura y comparación de 16 bits.</li> <li>12. Captura de eventos internos/externos.</li> <li>13. PWM simétrico y asimétrico.</li> <li>14. PWM multifases.</li> </ul> </li> <li>• Registros involucrados.</li> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone una práctica para la evaluación de la unidad.</li> <li>5. El estudiante deberá resolver la práctica así como también generar un reporte de investigación.</li> </ol>
<p><b>Unidad VIII.</b></p> <p><b>Comparadores Analógicos Duales (CAD).</b></p> <p><b>(5 hrs)</b></p>	<p>- CAD.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción general.</li> <li>• Modos de operación.</li> <li>• Registros involucrados.</li> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone una práctica para la evaluación de la unidad.</li> <li>5. El estudiante deberá resolver la práctica así como también generar un reporte de investigación.</li> </ol>
<p><b>Unidad IX.</b></p> <p><b>Convertidor Analógico-Digital (ADC)/Digital-Analógico (DAC).</b></p> <p><b>(5 hrs)</b></p>	<p>- ADC/DAC.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales de operación.</li> <li>• resolución y tiempos de conversión.</li> <li>• Canales diferenciales vs canales simples.</li> <li>• Selección del reloj y consideraciones del ruido.</li> <li>• Operación del ADC.</li> <li>• Operación del DAC.</li> <li>• Registros involucrados.</li> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone una práctica para la evaluación de la unidad.</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Practica.</li> </ul>	<p>5. El estudiante deberá resolver la práctica así como también generar un reporte de investigación.</p>
<p><b>Unidad X.</b> <b>Interface Serial (UART).</b> <b>(5 hrs)</b></p>	<p>- UART.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales de operación.</li> <li>• Timer 1 como generador del Baud Rate.</li> <li>• Timer 2 como generador del Baud Rate.</li> <li>• Modos de operación 0,1, 2 y 3.</li> <li>• Registros involucrados.</li> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone una práctica para la evaluación de la unidad.</li> <li>5. El estudiante deberá resolver la práctica así como también generar un reporte de investigación.</li> </ol>
<p><b>Unidad XI.</b> <b>Two Wire Serial Interface (TWSI o I<sup>2</sup>C).</b> <b>(5 hrs)</b></p>	<p>- I2C.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales de operación.</li> <li>• Configuración del bus I2C.</li> <li>• Transferencia de bits.</li> <li>• Transmisión de datos</li> <li>• Recepción de datos.</li> <li>• Modos de transmisión.</li> <li>• Transmisor esclavo</li> <li>• Receptor esclavo</li> <li>• Transmisor maestro</li> <li>• Receptor maestro.</li> <li>• Sistemas Multi-Maestros.</li> <li>• Registros involucrados.</li> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone una práctica para la evaluación de la unidad.</li> <li>5. El estudiante deberá resolver la práctica así como también generar un reporte de investigación.</li> </ol>
<p><b>Unidad XII.</b> <b>Serial Peripheral</b></p>	<p>- SPI.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales de operación.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> </ol>

<b>Interface (SPI).</b>  <b>(3 hrs)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración del bus SPI.</li> <li>• Operación Maestro</li> <li>• Operación Esclavo.</li> <li>• Configuración de los Pines.</li> <li>• Reloj Serial.</li> <li>• Registros involucrados.</li> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone una práctica para la evaluación de la unidad.</li> <li>5. El estudiante deberá resolver la práctica así como también generar un reporte de investigación.</li> </ol>
<b>Unidad XIII.</b>  <b>Comunicación Inalámbrica.</b>  <b>(5 hrs)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocolo ZigBee <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción.</li> <li>• Topología de red</li> <li>• Direccionamiento básico.</li> <li>• Personal Area Network (PAN).</li> <li>• Canales.</li> <li>• Ejemplos.</li> </ul> </li> <li>- Módulos XBee <ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuración</li> <li>• Conectividad desde Windows</li> <li>• Direccionamiento.</li> <li>• Ruteo.</li> <li>• Transmisión Bidireccional inalámbrica (peer-to-peer).</li> <li>• Registros involucrados.</li> <li>• Ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Practica.</li> </ul> </li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El docente expone cada uno de los temas de la unidad.</li> <li>2. El docente propone ejercicios y problemas de los temas propuestos.</li> <li>3. El estudiante deberá participar y resolver los ejercicios y problemas propuestos por el docente.</li> <li>4. El docente propone una práctica para la evaluación de la unidad.</li> <li>5. El estudiante deberá resolver la práctica así como también generar un reporte de investigación.</li> </ol>

### VIII. Metodología y estrategias didácticas

#### Metodología Institucional:

a) Elaboración de ensayos, monografías e investigaciones (según el nivel) consultando fuentes bibliográficas, hemerográficas e internet.

b) Elaboración de reportes de lectura de artículos actuales y relevantes a la materia en lengua inglesa.

#### Estrategias del Modelo UACJ Visión 2020 recomendadas para el curso:

1. aproximación empírica a la realidad
2. búsqueda, organización y recuperación de información

3. comunicación horizontal
4. descubrimiento
5. ejecución-ejercitación
6. elección, decisión
7. evaluación
8. experimentación
9. extrapolación y transferencia
10. internalización
11. investigación
12. meta cognitivas
13. planeación, previsión y anticipación
14. problematización
15. proceso de pensamiento lógico y crítico
16. procesos de pensamiento creativo divergente y lateral
17. procesamiento, apropiación-construcción
18. significación generalización
19. trabajo colaborativo

#### IX. Criterios de evaluación y acreditación

Exámenes parciales:	30 %
Práctica y reportes:	40 %
Proyecto:	30 %
Otros:	

#### X. Bibliografía

A) Bibliografía Obligatoria  
**ATMEL AT89LP6440 datasheet.**

B) Bibliografía en lengua inglesa

Barnett Cox and O'Cull, "**Embedded C Programming and the Atmel AVR**", First Edition, THOMSON, 2007.

Robert Faludi, "**Building Wireless Sensor Networks**", First Edition, O'REILLY, 2011

Stuart R. Ball, "**Analog interfacing to Embedded Microprocessor Systems**", First Edition, ELSEVIER, 2004.

Michael J. Pont, "**Embedded C**", First Edition, ADISON WESLEY, 2002.

C) Bibliografía complementaria y de apoyo

[Http://www.keil.com/](http://www.keil.com/)

<http://www.atmel.com/>

#### **X. Perfil deseable del docente**

Que trabaje en el campo de la electrónica preferentemente en el área de diseño y uso de sistemas con microcontroladores. Ingles 100%.

#### **XI. Institucionalización**

**Responsable del Departamento:** Mtro. Jesús Armando Gándara

**Coordinador/a del Programa:** Mtro. David García Chaparro

**Fecha de elaboración:** Diciembre 2001

**Elaboró:**

**Fecha de rediseño:** Octubre 2013

**Rediseño:** Dr. Juan de Dios Cota Ruiz