Nombre de la materia:	Programación en Tiempo Real
Clave:	CI0010-T
No. de horas/semana:	3
Total de horas:	48
No. de créditos:	6
Prerrequisitos:	Programación de Computadoras (CI0000-T), Estructuras de Datos (CI7100-T)

Objetivo general: Que el estudiante identifique qué es un sistema de tiempo real, así como las restricciones que la programación de estos sistemas conlleva. Que conozca una plataforma de programación en tiempo real y la práctica en un sistema operativo de tiempo real.

Objetivos específicos: Esta materia tiene aportaciones en el perfil del Ingeniero en Computación mediante el desarrollo de las siguientes competencias: Competencias disciplinares - Identifica por sus características a los sistemas de tiempo real. - Analiza las capacidades de los sistemas de tiempo real en aplicaciones como: multimedia, realidad aumentada, internet de las cosas (IoT), automatización y control, entre otras. - Resuelve problemas usando metodología determinista y con restricción de tiempo. - Aplica la metodología adecuada para realizar planificación basada en prioridades. - Propone soluciones a problemas utilizando programación concurrente. - Distingue los sistemas operativos de tiempo real de los sistemas operativos convencionales. - Diseña y construye prototipos simples para la resolución de problemas. - Argumenta la solución obtenida para un problema y la expresa de forma verbal, de manera precisa, coherente y creativa. - Argumenta la solución obtenida para un problema y la expresa de forma escrita, mediante la producción de textos con base en el lenguaje científico. - Identifica y relaciona las aplicaciones de los sistemas de tiempo real para resolver problemas que tengan impacto de transformación social y sostenibilidad. Competencias genéricas - Participa en la solución analítica y práctica de problemas relacionados con su área de especialidad. - Identifica, ordena e interpreta las ideas, datos y conceptos explícitos e implícitos en un texto. - Utiliza las tecnologías de la información y comunicación para producir diversos materiales de estudio y productos, e incrementar sus posibilidades de formación. - Aplica una disciplina de autoaprendizaje que le permite buscar soluciones a los problemas que se le presentan. - Plantea la solución de problemas usando las herramientas de trabajo disponibles. - Participa de manera efectiva en trabajos colaborativos diversos.

Contribución a los atributos de egreso y su nivel de aportación

- **AE1.** Aplicar los conocimientos de ingeniería adquiridos durante sus estudios para elaborar proyectos de ingeniería que resuelvan problemas específicos. **(Medio)**
- **AE2.** Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería mediante un pensamiento crítico y asertivo, basados en los principios de ciencias básicas e ingeniería. **(Medio)**
- **AE3.** Presentar y defender su trabajo en diversos foros, tanto académicos como profesionales. **(Inicial)**
- **AE4.** Intercambiar su conocimiento y puntos de vista con profesionales del área e integrarse en equipos de trabajo multidisciplinarios. **(Medio)**

Programa sintético

1. Introducción a los sistemas en tiempo real. ..... 4 hrs.
2. Recursos en sistemas de tiempo real. ..... 12 hrs.

3. Examen Parcial 1 ..... 1 hrs.
4. Sincronización y comunicación ..... 12 hrs.
5. Planificación ..... 6 hrs.
6. Examen Parcial 2 ..... 2 hrs.
7. Sistemas Operativos en Tiempo Real ..... 4 hrs.
8. Aplicaciones y prácticas de programación. ..... 7 hrs.
9. Proyecto Final (Examen final) ..... 1 hrs.

Total: 49 hrs.

Programa desarrollado

1. Introducción a los sistemas en tiempo real. ..... 4 hrs.
   - 1.1 Qué es un sistema en tiempo real.
   - 1.2 Ejemplos de sistemas en tiempo real.
   - 1.3 Clasificación de sistemas en tiempo real.
   - 1.4 Restricciones de la programación en tiempo real.
   - 1.5 Actividad 1
2. Recursos en sistemas de tiempo real. ..... 12 hrs.
   - 2.1 Identificación y gestión de recursos. Bloqueos y latencias
   - 2.2 Modelo de Tarea simple
   - 2.3 Tiempo. Funciones para manejo de tiempo
   - 2.4 Acciones atómicas
   - 2.5 Programación concurrente
   - 2.6 Actividad 2
   - 2.7 Actividad 3
3. Examen Parcial 1 ..... 1 hrs.
4. Sincronización y comunicación ..... 12 hrs.
   - 4.1 Variables compartidas.
   - 4.2 Regiones críticas
   - 4.3 Exclusión mutua
   - 4.4 Paso de mensajes
   - 4.5 Actividad 4
   - 4.6 Actividad 5
5. Planificación ..... 6 hrs.
   - 5.1 Planificación basada en prioridades. Modelo de tarea simple. Planificación estática y dinámica. Algoritmo monotónico de frecuencia. Herencia de prioridad
   - 5.2 Planificación basada en tiempos de respuesta. Test de planificabilidad basada en utilización. Análisis de tiempo de respuesta. Ejecución en el peor caso.
   - 5.3 Actividad 6
6. Examen Parcial 2 ..... 2 hrs.

7. Sistemas Operativos en Tiempo Real ..... 4 hrs.
   - 7.1 Diferencias entre sistemas operativos en tiempo real y convencionales 1 Estrategias en Linux para ejecución en tiempo real.
   - 7.2 RT Linux
   - 7.3 Actividad 7
8. Aplicaciones y prácticas de programación. ..... 7 hrs.
   - 8.1 Lenguajes para tiempo real (C y C++ con POSIX. JavaRT, C#, ADA)
   - 8.2 Temporizadores y señales
   - 8.3 Interrupciones
   - 8.4 Semáforos
   - 8.5 Programación de tareas periódicas
   - 8.6 Comunicación entre procesos
   - 8.7 Aplicación para RTLinux
9. Proyecto Final (Examen final) ..... 1 hrs.

Bibliografía básica:

- Burns, A.; Wellings, A., Sistemas de Tiempo Real y Lenguajes de Programación, Universidad de York, Addison Wesley, 2003.
- Abbott, D., Linux for Embedded and Real-time Applications, Second Edition, Prentice Hall, 2006.

Bibliografía complementaria:

- Buttazzo, G.; Hard Real-Time Computing Systems, Kluwer, 1997.
- Gallmeister, B. O., POSIX 4: Programming for the Real World. O'Reilly & Associates Inc. 2000.

Manuales en línea para Arduino y Raspberry Pi:
https://www.arduino.cc/
https://www.raspberrypi.org/

Otros enlaces complementarios:
https://wiki.linuxfoundation.org/realtime/start
http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html
https://developer.xamarin.com/guides/
https://developer.android.com/studio/index.html?hl=es-419
https://www.osadl.org/Single-View.111+M5c03315dc57.0.html

Metodologías de enseñanza-aprendizaje:

- Revisión de conceptos, análisis y solución de problemas en clase (X)
- Lectura de material fuera de clase (X)
- Ejercicios fuera de clase (tareas) (X)
- Investigación documental (X)

- Elaboración de reportes técnicos o proyectos (X)

Metodologías de evaluación:

- Tareas (X)
- Elaboracion de reportes técnicos o proyectos (X)
- Exámenes de academia o departamentales (X)

Revisores:

Programa propuesto por M.I. Rosalía Mora Juárez

Notas: *Los proyectos quedaron con una hora, por requerimientos del sistema que no permite poner cero horas. Esto incrementa el número de horas de 48 a 49.*