

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Computadores

**Programa de Licenciatura en Ingeniería en
Computadores**

Curso: CE-4301 Arquitectura de Computadores I



Especificación Proyecto Grupal #2

Profesor:

Dr.-Ing. Jeferson González Gómez

Fecha de entrega: 19 de noviembre de 2025

Proyecto Grupal #2: Robot basado en microcontrolador

Grupo: 4 estudiantes

1. Objetivo

Mediante el desarrollo de este proyecto, cada grupo de trabajo deberá diseñar e implementar un robot basado en microcontrolador para solventar una aplicación específica que involucre la interacción con diferentes dispositivos externos (sensores y actuadores). Dicha aplicación debe ser propuesta por cada grupo, y deberá responder a una necesidad u oportunidad real, de forma que exista una justificación en la misma.

2. Descripción General

El auge de las tecnologías móviles, ha influenciado el desarrollo de arquitecturas de computadores alternativas más eficientes en términos de recursos y consumo de energía. Un microcontrolador es un SoC diseñado para ser utilizado en aplicaciones de propósito específico, por lo tanto sus recursos computacionales son limitados y su consumo energético es bajo, pero ofrece una serie de periféricos que le permiten comunicarse con sensores y otros dispositivos físicos.

Durante el desarrollo de este proyecto, los estudiantes diseñarán un robot incluyendo el sistema embebido que lo controle. Dicho sistema deberá estar basado en un microcontrolador y deberá interactuar con sensores, máquinas eléctricas y una aplicación en un dispositivo móvil.

Cada grupo de trabajo deberá decidir el objetivo del robot y deberá contar con una justificación dentro de un contexto nacional o internacional. Además, los estudiantes deberán realizar un análisis económico de sus propuestas y planificar, por medio de un cronograma las actividades necesarias para culminar el proyecto. En el desarrollo de este proyecto se reforzarán atributos habilidades como el trabajo en equipo, investigación, economía, administración de proyectos, diseño de hardware y software, uso de herramientas de ingeniería, evaluación de resultados, entre otros.

3. Especificación

En este proyecto, cada grupo deberá diseñar e implementar un robot para solventar una aplicación específica. Dicha aplicación debe ser propuesta por cada grupo, y deberá responder a una necesidad u oportunidad real, de forma que exista una justificación en la misma. El dispositivo diseñado deberá implementar los siguientes requisitos:

- Programación basada en microcontrolador: No se permite el uso de tarjetas de desarrollo como Arduino, Raspberry Pi o similar. La selección del microcontrolador a utilizar deberá justificarse adecuadamente.
- Sensado y gestión de E/S: Uso de al menos dos tipos de sensores diferentes, que deberá atender con alguna estrategia definida (interrupción, sondeo, etc). Al menos uno de los sensores deberá utilizar un protocolo de comunicación digital (p.e. I2C, SPI, UART) con el microcontrolador. Se deberá implementar y justificar la estrategia de gestión de E/S

utilizada, incluyendo el manejo de prioridades, latencias y sincronización entre dispositivos.

- Movimiento: El robot diseñado debe movilizarse o contener partes móviles en su estructura.
- Comunicación y protocolos: El sistema debe ser capaz de comunicarse con el teléfono móvil/computador portátil para envío de órdenes o monitorización de variables o mensajes importantes, utilizando al menos dos protocolos de comunicación diferentes (p.e., Bluetooth/WiFi para comunicación inalámbrica y I2C/SPI/UART para sensores). Se deberá documentar y justificar la elección de cada protocolo, incluyendo análisis de ancho de banda, latencia, confiabilidad y consumo energético.
- Gestión de memoria y almacenamiento: El sistema debe implementar una estrategia eficiente de gestión de memoria que incluya manejo de buffers para comunicación, almacenamiento de datos de sensores en memoria (p.e., EEPROM/Flash), y optimización del uso de RAM limitada del microcontrolador. Se deberá documentar la organización de memoria utilizada y justificar las decisiones de almacenamiento.
- Aplicación web o móvil: Cada grupo debe diseñar una aplicación web o móvil para la comunicación con el robot diseñado.
- Circuito impreso o tarjeta perforada: Todo circuito que forme parte del dispositivo debe implementarse en una tarjeta perforada o circuito impreso (PCB). La estética será un punto a evaluar en el rubro de funcionamiento.
- El trabajo se realiza en grupos de 4 personas.

4. Propuesta de Proyecto y Planificación Ágil

Cada grupo debe desarrollar una propuesta de proyecto siguiendo una metodología ágil moderna que incluya:

4.1. Exploración de Alternativas

Cada grupo debe presentar **al menos dos opciones diferentes** de proyecto, cada una con:

- **Pitch del proyecto** (1-2 párrafos): Descripción concisa del problema a resolver y la solución propuesta.
- **Análisis de viabilidad técnica**: Evaluación de complejidad, recursos necesarios y riesgos técnicos.
- **Estimación de esfuerzo**: Análisis comparativo de tiempo y recursos requeridos.
- **Valor diferencial**: Qué hace única cada propuesta y su potencial impacto.

4.2. Propuesta Seleccionada (Metodología Ágil)

Una vez seleccionada la mejor opción, desarrollar:

- **Product Backlog:** Lista priorizada de funcionalidades/características del robot con criterios de aceptación claros.
- **Arquitectura de referencia:** Diagramas de bloques de hardware y software con justificación de decisiones de diseño.
- **Definition of Done:** Criterios específicos que define cuándo cada funcionalidad está completamente implementada.
- **Sprint Planning:** División del trabajo en sprints de 1-2 semanas con objetivos específicos y entregables.
- **Risk Assessment:** Identificación de riesgos técnicos y planes de mitigación.
- **Bill of Materials (BOM):** Lista detallada de componentes con análisis de costos y disponibilidad.

4.3. Gestión del Proyecto

- **Kanban/Issue Board:** Tablero digital (GitHub Projects, Trello, etc.) para tracking de tareas.
- **Roles y responsabilidades:** Asignación clara de responsabilidades por área (hardware, software embebido, aplicación móvil/web).
- **Retrospectivas planificadas:** Momentos definidos para evaluar progreso y ajustar la planificación.

5. Evaluación del proyecto

La evaluación del proyecto se da bajos los siguientes rubros contra rúbrica correspondiente:

- Propuesta y planificación ágil (15 %): La propuesta debe presentarse en una sesión de **pitch presencial** de 10 minutos por grupo, seguida de 5 minutos de Q&A, a llevarse a cabo en clase. Se evaluará:
 1. **Exploración de alternativas** (5 %): Calidad y viabilidad de las dos opciones presentadas, análisis comparativo y justificación de la selección.
 2. **Planificación ágil** (5 %): Product backlog bien estructurado, sprint planning realista, definition of done clara, y gestión de riesgos identificada.
 3. **Gestión de proyecto** (5 %): Evidencia de uso efectivo de herramientas de gestión ágil (Kanban/Issue board actualizado, roles claros, retrospectivas documentadas).

- Presentación proyecto funcional (60 %): La defensa se realizará de **forma presencial** en un horario a definir (preferiblemente en horas de clase). La defensa se debe realizar en un espacio de 30 minutos, aproximadamente. Deberá mostrarse el sistema en funcionamiento, demostrando todas las funcionalidades implementadas del robot, incluyendo sensado, movimiento, comunicación y aplicación móvil/web.

Los entregables adicionales que se revisarán **durante** la defensa son los siguientes:

1. Hardware del robot:
 - a) Robot funcional con todos los componentes implementados según especificaciones.
 - b) Demostración de sensado con al menos dos tipos de sensores diferentes.
 - c) Funcionalidad de movimiento o partes móviles.
 - d) Circuito impreso o tarjeta perforada implementada correctamente.
2. Software embebido:
 - a) Código fuente del microcontrolador documentado y funcionando.
 - b) Estrategias de manejo de sensores y gestión de E/S (interrupciones, sondeo, prioridades).
 - c) Implementación y justificación de protocolos de comunicación digital.
 - d) Gestión de memoria y estrategias de almacenamiento implementadas.
3. Comunicación y aplicación:
 - a) Comunicación Bluetooth o WiFi funcional.
 - b) Aplicación web o móvil operativa para control/monitoreo.
 - c) Demostración de intercambio de datos robot-aplicación.
4. Validación del sistema:
 - a) Demostración de funcionamiento en el contexto de aplicación propuesto.
 - b) Justificación de selección del microcontrolador.
 - c) Análisis de cumplimiento de objetivos planteados.
- Repositorio y documentación de diseño (25 %): La documentación del diseño deberá contener las siguientes secciones:
 - Gestión de repositorio (10 %):
 - Uso adecuado de Git con flujo de trabajo profesional: El proyecto debe mantener un repositorio Git con historial de commits descriptivos, uso de ramas de desarrollo (dev branches) para nuevas funcionalidades. Se evaluará la calidad de los mensajes de commit, la organización de branches, y el uso de pull requests o merge requests. (5 %)
 - README completo y claro: El repositorio debe incluir un archivo README detallado que explique el propósito del proyecto, instrucciones de compilación y ejecución, dependencias necesarias, lista de materiales (BOM), diagramas del circuito, y cualquier otra información relevante para entender y replicar el proyecto, así como ejemplos de uso y demostraciones. (2 %)

- Gestión de issues y milestones: Demostrar el uso de issues para tracking de funcionalidades, bugs y mejoras, organizados en milestones que reflejen el progreso del proyecto. (3 %)
- Documentación de diseño (15 %): La documentación del diseño deberá ser agregada al repositorio, en un directorio *docs*. La documentación deberá presentarse en formato markdown (.md), y deberá contener las siguientes secciones:
 1. Diseño de hardware (5 %): Descripción detallada del diseño del robot, incluyendo selección y justificación del microcontrolador, diagramas de conexión, especificaciones de sensores y actuadores, diseño del PCB/tarjeta perforada. Incluir análisis de consumo energético y consideraciones de diseño mecánico.
 2. Arquitectura de software embebido (5 %): Descripción de la arquitectura del software embebido, incluyendo diagramas de flujo del programa principal, estrategias de gestión de E/S (manejo de interrupciones, prioridades, sincronización), protocolos de comunicación implementados con análisis comparativo, y organización de memoria utilizada.
 3. Aplicación de usuario y comunicación (5 %): Descripción de la aplicación web/móvil desarrollada, incluyendo arquitectura de la aplicación, interfaces de usuario, protocolos de comunicación robot-aplicación, y funcionalidades implementadas para control y monitoreo.