

Interrupciones Inteligentes: Control de Eventos en ESP32 con Arduino IDE

Ingeniería | Ingeniería mecatrónica | Aprendizaje Basado en Casos

Descripción

Este plan de clase está diseñado para que estudiantes de Ingeniería Mecatrónica adquieran competencias en el manejo de interrupciones externas y por timer en el microcontrolador ESP32 utilizando el entorno de desarrollo Arduino IDE. A través de la metodología de Aprendizaje Basado en Casos, los estudiantes aprenderán a configurar y programar interrupciones para capturar datos de fenómenos físicos en tiempo real, interpretar esa información y tomar decisiones automatizadas que generen respuestas específicas según los requerimientos del sistema.

El manejo adecuado de interrupciones es fundamental en sistemas embebidos para responder eficientemente a eventos externos y temporales sin perder información crítica. Este aprendizaje conecta con aplicaciones reales en robótica, automatización y sistemas inteligentes, donde la rapidez y precisión en la adquisición y procesamiento de datos son determinantes para el éxito del proyecto. La experiencia práctica y analítica que adquirirán les permitirá diseñar soluciones innovadoras y optimizadas para problemas complejos en su futura vida profesional.

Objetivos de Aprendizaje

- Configurar y programar interrupciones externas y por timer en ESP32 utilizando Arduino IDE.
- Analizar situaciones reales para identificar cuándo y cómo aplicar interrupciones para la adquisición de datos.
- Interpretar señales de interrupción para generar respuestas automáticas en sistemas embebidos.
- Diseñar soluciones funcionales que integren interrupciones para el control eficiente de eventos físicos.
- Evaluar la efectividad de la implementación de interrupciones en proyectos mecatrónicos.

Recursos Necesarios

- ESP32 (1 por grupo de 3-4 estudiantes)
- Computadora con Arduino IDE instalado (1 por estudiante o por pareja)
- Cables jumper y protoboard
- Botones pulsadores (para simulación de interrupciones externas)
- LEDs y resistencias
- Sensor de luz o sensor de temperatura (opcional para casos prácticos)
- Proyector o pantalla para presentaciones
- Material impreso con casos de estudio y guía de programación de interrupciones
- Conexión a internet para consulta en línea

Requisitos Previos

- Conocimientos básicos de programación en C/C++ en Arduino IDE.
- Conceptos fundamentales de microcontroladores y sistemas embebidos.
- Familiaridad con el uso básico del ESP32 y sus pines.
- Entendimiento previo de señales digitales y analógicas.
- Experiencia básica en montaje de circuitos con protoboard.

Actividades

Sesión 1: Introducción y Fundamentos de Interrupciones en ESP32

Fase de Inicio

Tiempo estimado:

15 minutos

Propósito de la sesión:

Conectar los conocimientos previos sobre programación y sistemas embebidos con la importancia y uso de interrupciones para la adquisición eficiente de datos en ESP32.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Presenta un caso corto donde un sistema de automatización falla por no responder a eventos externos a tiempo (ejemplo: un robot que no detecta un obstáculo porque no usa interrupciones).
- **Estudiantes:** En parejas, discuten las consecuencias de no usar interrupciones y responden la pregunta: ¿Por qué es importante que un sistema responda rápido a eventos externos?

Motivación y enganche:

- **Docente:** Muestra un video corto (2-3 minutos) donde un dron responde en tiempo real a obstáculos usando interrupciones, comentando la relevancia de estas para sistemas mecatrónicos avanzados.
- **Estudiantes:** Observan y anotan una pregunta o duda para discutir al final del video.

Contextualización:

- **Docente:** Explica cómo el manejo de interrupciones en ESP32 puede ser aplicado en sus futuros proyectos de control, automatización y robótica para mejorar la eficiencia y confiabilidad.
- **Estudiantes:** Relacionan la información con experiencias personales o proyectos en curso.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado:

95 minutos

Presentación del contenido:

El docente introduce el concepto de interrupciones, tipos (externas y por timer), y su manejo en ESP32 con ejemplos de código base. La explicación se apoya en un caso práctico de sensor que activa una alerta mediante interrupción externa y un temporizador que controla un evento periódico.

Actividad 1: Análisis de Caso - Diagnóstico de un Sistema con Interrupciones

- **Objetivo:** Analizar situaciones reales que requieren manejo de interrupciones.
- **Instrucciones:** El docente entrega un caso escrito donde un sistema debe monitorear un botón (interrupción externa) y un temporizador para encender un LED periódicamente. Los estudiantes, en grupos de 3-4, identifican cuáles son las interrupciones necesarias y sus configuraciones básicas.
- **Producto:** Mapa conceptual o esquema del sistema con identificación de interrupciones.
- **Tiempo:** 35 minutos
- **Rol del docente:** Facilita la discusión, formula preguntas guía (¿Qué pasa si no usamos interrupciones? ¿Cómo se diferencia una interrupción externa de una por timer?), y verifica comprensión.

Actividad 2: Programación Guiada - Configuración Básica de Interrupciones en ESP32

- **Objetivo:** Configurar y programar interrupciones externas y por timer en ESP32 con Arduino IDE.
- **Instrucciones:** El docente proporciona un código base con comentarios y guía paso a paso para que los estudiantes programen una interrupción externa que encienda un LED al pulsar un botón y una interrupción por timer que parpadee otro LED cada segundo. Trabajan en parejas.
- **Producto:** Código funcional en Arduino IDE y demostración práctica.
- **Tiempo:** 40 minutos
- **Rol del docente:** Asiste individualmente, resuelve dudas técnicas, y supervisa que todos ejecuten correctamente el código.

Actividad 3: Discusión y Resolución de Problemas

- **Objetivo:** Interpretar señales de interrupción y solucionar errores comunes.
- **Instrucciones:** El docente presenta problemas típicos (ejemplo: rebotes en el botón, conflicto de timers) y pide a los grupos que propongan soluciones o mejoras al código.
- **Producto:** Lista de soluciones y ajustes al código.
- **Tiempo:** 20 minutos
- **Rol del docente:** Modera la discusión, orienta con preguntas: ¿Cómo evitar rebotes? ¿Qué pasa si dos interrupciones ocurren simultáneamente?

Diferenciación:

- **Para estudiantes adelantados:** Se les ofrece un reto extra para implementar un segundo temporizador con distinto intervalo.
- **Para estudiantes con dificultades:** Se les proporciona una plantilla de código más sencilla y apoyo adicional en la configuración de hardware.

Transición:

El docente concluye esta sesión resaltando la importancia de dominar la configuración y resolución de problemas en interrupciones para el siguiente caso práctico que se abordará en la próxima sesión.

Fase de Cierre

Tiempo estimado:

10 minutos

Síntesis:

- **Docente:** Solicita a cada grupo que comparta en 3 ideas clave lo aprendido respecto al manejo de interrupciones.
- **Estudiantes:** Elaboran un breve resumen oral o escrito.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo las interrupciones mejoran la eficiencia de un sistema embebido?
- ¿Qué diferencias encontraste entre una interrupción externa y una por timer?
- ¿Qué dificultades enfrentaste y cómo las resolviste?

Retroalimentación:

Docente: Proporciona comentarios inmediatos sobre la participación y comprensión, destacando avances y áreas a reforzar.

Transferencia:

Se anticipa que en la siguiente sesión se profundizará en casos complejos que integran múltiples interrupciones y toma de decisiones automatizadas.

Sesión 2: Profundización en Interrupciones y Casos Prácticos

Fase de Inicio

Tiempo estimado:

10 minutos

Propósito de la sesión:

Revisar lo aprendido y preparar a los estudiantes para abordar casos que involucran múltiples interrupciones y toma de decisiones automáticas.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Pregunta abierta: “¿Qué aprendimos sobre interrupciones la sesión pasada y cómo lo aplicamos en un proyecto?”
- **Estudiantes:** Responden en plenaria y comentan su experiencia práctica.

Motivación y enganche:

- **Docente:** Expone un problema real de un sistema mecatrónico que debe responder a dos sensores simultáneamente y tomar decisiones.
- **Estudiantes:** Discuten posibles soluciones breves en grupos.

Contextualización:

- **Docente:** Conecta la temática con aplicaciones en robótica colaborativa y sistemas de control inteligente.
- **Estudiantes:** Relacionan con sus áreas de interés profesional.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado:

100 minutos

Presentación del contenido:

Se introduce el manejo avanzado de interrupciones múltiples, prioridades, y cómo combinar interrupciones externas con temporizadores para decisiones en tiempo real.

Actividad 1: Caso Integrador - Sistema de Alarma con Múltiples Interrupciones

- **Objetivo:** Diseñar y programar un sistema que responda a dos sensores externos y un temporizador para activar alarmas y LEDs.
- **Instrucciones:** En grupos, los estudiantes reciben un caso donde deben implementar un sistema que detecte presencia (sensor 1), activación manual (sensor 2) y evento temporizado para resetear el sistema.
- **Producto:** Código funcional y esquema de conexiones.
- **Tiempo:** 60 minutos
- **Rol del docente:** Orienta, sugiere mejoras, verifica que se respeten las prioridades de interrupciones y que el sistema responda correctamente.

Actividad 2: Prueba de Concepto y Diagnóstico

- **Objetivo:** Evaluar el funcionamiento del sistema y corregir fallos.

- **Instrucciones:** Cada grupo presenta su sistema, prueba el código y corrige errores según observaciones.
- **Producto:** Demostración práctica y reporte de ajustes realizados.
- **Tiempo:** 40 minutos
- **Rol del docente:** Facilita retroalimentación técnica, hace preguntas clave como: ¿Cómo se maneja la prioridad entre interrupciones? ¿Qué sucede si dos eventos ocurren a la vez?

Diferenciación:

- **Para estudiantes adelantados:** Se les propone mejorar la eficiencia usando interrupciones anidadas o gestión avanzada de timers.
- **Para estudiantes con dificultades:** Reciben apoyo en la depuración y pruebas del código.

Transición:

El docente introduce que en las próximas sesiones se trabajará en la integración de interrupciones con toma de decisiones y control automático más complejo.

Fase de Cierre

Tiempo estimado:

10 minutos

Síntesis:

- **Docente:** Pide a los grupos compartir una mejora que implementaron y un aprendizaje clave.
- **Estudiantes:** Expresan sus conclusiones.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo priorizaste las interrupciones en tu sistema?
- ¿Qué dificultades encontraste en la integración de múltiples interrupciones?
- ¿Cómo mejorarías el sistema para que sea más robusto?

Retroalimentación:

Docente: Reconoce avances, señala áreas de mejora y anticipa la complejidad de los próximos casos.

Transferencia:

Se invita a reflexionar sobre el impacto de la correcta gestión de interrupciones en sistemas mecatrónicos reales.

Sesión 3: Automatización y Toma de Decisiones con Interrupciones

Fase de Inicio

Tiempo estimado:

10 minutos

Propósito de la sesión:

Conectar el aprendizaje previo con la incorporación de lógica de decisión automatizada basada en interrupciones.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Presenta un esquema de sistema con interrupciones y pregunta: “¿Qué decisiones automáticas puede tomar este sistema?”
- **Estudiantes:** En grupos pequeños, proponen posibles respuestas.

Motivación y enganche:

- **Docente:** Muestra un ejemplo de control de riego automático que usa interrupciones para medir humedad y controlar válvulas.
- **Estudiantes:** Analizan y comentan la importancia de la rapidez en la respuesta.

Contextualización:

- **Docente:** Relaciona con aplicaciones mecatrónicas donde la toma de decisiones en tiempo real es crítica.
- **Estudiantes:** Reflexionan sobre posibles aplicaciones en su campo.

Fase de Desarrollo

Tiempo estimado:

100 minutos

Presentación del contenido:

Se introduce la integración de interrupciones con estructuras condicionales y variables globales para controlar estados del sistema.

Actividad 1: Caso Práctico - Control Automático con Interrupciones y Decisiones

- **Objetivo:** Diseñar un sistema que, basado en interrupciones, tome decisiones para activar salidas según condiciones específicas.
- **Instrucciones:** En grupos, los estudiantes implementan un sistema que detecte eventos de sensor y temporizador para controlar LEDs que simulan actuadores, con condiciones que eviten activaciones simultáneas conflictivas.
- **Producto:** Código comentado y funcional, con explicación de la lógica de decisión.
- **Tiempo:** 60 minutos
- **Rol del docente:** Observa, formula preguntas como: ¿Cómo gestionan el estado del sistema? ¿Cómo evitan conflictos entre interrupciones?

Actividad 2: Presentación y Evaluación Cruzada

- **Objetivo:** Comunicar y evaluar el diseño y funcionamiento de los sistemas desarrollados.
- **Instrucciones:** Cada grupo presenta su solución y recibe retroalimentación de otro grupo usando una lista de cotejo.
- **Producto:** Informe de retroalimentación y discusión grupal.
- **Tiempo:** 40 minutos
- **Rol del docente:** Facilita la evaluación y modera la discusión para consolidar aprendizajes.

Diferenciación:

- **Para estudiantes adelantados:** Se les propone implementar una interrupción adicional para controlar un tercer actuador.
- **Para estudiantes con dificultades:** Se ofrece apoyo en el diseño lógico y en la depuración del código.

Transición:

El docente prepara a los estudiantes para realizar un proyecto final integrador en la próxima sesión, aplicando todo lo aprendido.

Fase de Cierre

Tiempo estimado:

10 minutos

Síntesis:

- **Docente:** Solicita a los estudiantes escribir tres aprendizajes sobre la integración de interrupciones y decisiones.
- **Estudiantes:** Comparten sus respuestas.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo integraste la lógica de decisión con las interrupciones?
- ¿Qué estrategias usaste para evitar conflictos en las interrupciones?
- ¿Qué mejorarías en tu diseño para un sistema real?

Retroalimentación:

Docente: Proporciona observaciones específicas sobre la lógica y el código presentado.

Transferencia:

Se invita a los estudiantes a pensar en cómo aplicar estas técnicas en proyectos de mecatrónica avanzados.

Sesión 4: Proyecto Final y Evaluación Integral

Fase de Inicio

Tiempo estimado:

10 minutos

Propósito de la sesión:

Motivar y organizar la ejecución del proyecto integrador que consolidará el aprendizaje sobre interrupciones y control automatizado.

Activación de conocimientos previos:

- **Docente:** Presenta un esquema general del proyecto integrador y pregunta: “¿Qué aspectos clave deben considerar para un sistema robusto con interrupciones?”
- **Estudiantes:** En grupos, discuten y anotan puntos clave.

Motivación y enganche:

- **Docente:** Muestra ejemplos de proyectos reales que usan interrupciones en ESP32.
- **Estudiantes:** Se inspiran para aplicar sus conocimientos.

Contextualización:

- **Docente:** Explica la relevancia del proyecto para su formación profesional.
- **Estudiantes:** Se organizan para iniciar el trabajo.

Fase de Desarrollo**Tiempo estimado:**

100 minutos

Presentación del contenido:

Se explica brevemente los requisitos del proyecto final: integrar interrupciones externas y por timer para monitorear sensores y controlar actuadores con lógica de decisión automatizada.

Actividad: Desarrollo del Proyecto Final Integrador

- **Objetivo:** Aplicar todo lo aprendido para diseñar, programar y probar un sistema completo con interrupciones y control automático.
- **Instrucciones:** En grupos, los estudiantes desarrollan el proyecto, integrando sensores, actuadores, interrupciones y lógica de control. Deben documentar el código y preparar una presentación breve.
- **Producto:** Proyecto funcional, código documentado, esquema eléctrico y presentación.
- **Tiempo:** 100 minutos
- **Rol del docente:** Asiste, supervisa avances, resuelve dudas y orienta mejoras.

Diferenciación:

- **Para estudiantes adelantados:** Se les invita a incorporar comunicación serial para monitoreo en tiempo real.
- **Para estudiantes con dificultades:** Se ofrece apoyo técnico y simplificación de requisitos.

Fase de Cierre

Tiempo estimado:

10 minutos

Síntesis:

- **Docente:** Solicita a cada grupo compartir un aprendizaje clave y un desafío superado durante el proyecto.
- **Estudiantes:** Presentan y reflexionan en plenaria.

Reflexión metacognitiva:

- ¿Cómo integraste las interrupciones para tomar decisiones oportunas?
- ¿Qué mejoras implementarías en tu sistema para aplicaciones reales?
- ¿Qué habilidades nuevas adquiriste con este proyecto?

Retroalimentación:

Docente: Proporciona retroalimentación final, destacando fortalezas y recomendaciones para el futuro.

Transferencia:

Se invita a los estudiantes a aplicar estos conocimientos en proyectos personales y futuros desafíos profesionales.

Tarea o reto:

Como reto opcional, se propone diseñar un sistema que integre interrupciones con comunicación inalámbrica para un proyecto avanzado.

Evaluación

Tipo de evaluación:

- **Diagnóstica:** Al inicio de la primera sesión mediante la discusión y análisis del caso inicial para conocer conocimientos previos.
- **Formativa:** Durante las actividades prácticas y discusiones en todas las sesiones, con observación directa y retroalimentación continua.
- **Sumativa:** En la sesión 4 mediante la presentación y evaluación del proyecto final integrador.

Criterios de evaluación:

- Configuración correcta y funcional de interrupciones externas y por timer (Objetivo 1).
- Capacidad de análisis y diseño basado en casos reales (Objetivo 2).

- Interpretación adecuada de señales y generación de respuestas automáticas (Objetivo 3).
- Diseño y programación eficiente de sistemas integrados con interrupciones (Objetivo 4).
- Evaluación crítica y propuesta de mejoras (Objetivo 5).

Instrumentos sugeridos:

- Rúbrica para evaluación del proyecto final (código, documentación, presentación).
- Lista de cotejo durante actividades prácticas.
- Observación directa y registro anecdótico del desempeño en clase.
- Autoevaluación y coevaluación en presentaciones grupales.

Evidencias de aprendizaje:

- Códigos funcionales con interrupciones correctamente implementadas.
- Mapas conceptuales y esquemas de diseño de sistemas.
- Presentaciones y reportes de casos prácticos y proyecto final.
- Participación activa en discusiones y evaluaciones entre pares.