

Curso de Posgrado

Iniciación a Arduino con aplicación a biología y las ciencias ambientales

1^a edición

Docente responsable: Dra. Lucia Ziegler (Dpto. de Ecología y Gestión Ambiental. CURE, Udelar)

Docente principal:

Dr. José E. Crespo. IEGEBA (CONICET) - FCEN-UBA, Departamento de Ecología, Genética y Evolución. Laboratorio de Entomología Experimental.

Curso intensivo. Modalidad presencial

Fecha tentativa: 9 al 13 de mayo. Horario: 9 a 13 hs y 14 a 18 hs

Clases teóricas (20 hs) y prácticas (talleres, 20 hs)

Evaluación final: Proyecto individual

Resumen

En la biología moderna, el avance de la investigación depende cada vez más de la capacidad para interactuar y medir el entorno con precisión. Para los estudiantes de posgrado, esto significa ir más allá de los datos cualitativos y poder cuantificar las variables ambientales —como la temperatura, la humedad, la luz o el pH del suelo— con un nivel de detalle que impacte directamente en sus estudios sobre organismos. Un curso de introducción a Arduino es una herramienta transversal que permite a los biólogos diseñar sus propios sistemas de monitoreo a la medida. Con Arduino, se puede construir una estación meteorológica de bajo costo para un experimento de campo, un sistema de control de iluminación para estudios de fototropismo, o un sensor de humedad para investigar el crecimiento de plantas. Esta habilidad, que cierra la brecha entre la biología y la tecnología, empodera al estudiante, permitiéndole generar datos únicos y de alta resolución. Por lo tanto, la siguiente propuesta surge como medio para acercar a los estudiantes de posgrado al mundo de los microcontroladores como Arduino de modo de generar independencia,

automatización y la capacidad de tomar datos de sus propias investigaciones de una manera sencilla, práctica y económica.

Programa:

1. Introducción a la Prototipación Abierta: Exploración del concepto de hardware y software de código abierto. Por qué plataformas como Arduino son esenciales para la investigación académica y la creación de herramientas a medida.
2. Anatomía de una Placa Arduino: Componentes clave (microcontrolador, pines digitales y analógicos, regulador de voltaje). Tipos de placas y cómo elegir la adecuada para un proyecto biológico.
3. Fundamentos de Electrónica para Biólogos: Conceptos básicos de voltaje, corriente, resistencia y circuitos. Uso práctico de la protoboard, LEDs y resistencias para un primer "hola mundo" de hardware.
4. La Lógica de Programación en Arduino IDE: Entorno de desarrollo, el lenguaje de programación y la estructura de un sketch (setup() y loop()). Funciones de entrada y salida digital y analógica (digitalRead(), analogWrite(), etc.).
5. Sensores Ambientales: Capturando la Realidad: Conexión y calibración de sensores para medir variables ecológicas clave: temperatura, humedad relativa, luminosidad, presión atmosférica y humedad del suelo.
6. Adquisición y Gestión de Datos: Del sensor al dato. Cómo leer los valores de los sensores, imprimir información en el Monitor Serie y guardar datos en tarjetas SD o módulos de memoria para análisis posterior.
7. Actuadores: Manipulando el Entorno: Control de dispositivos externos para automatizar experimentos: relés (para bombas o electroválvulas), servomotores (para posicionamiento preciso) y módulos de iluminación LED.
8. Comunicación Inalámbrica en el Campo: Módulos de comunicación (Bluetooth, Wi-Fi, LoRa) para la transmisión de datos a distancia. Diseño de sistemas de monitoreo remoto para la recolección de datos en ambientes naturales.

9. Proyectos Prácticos Integrales: Diseño y construcción de una estación meteorológica portátil de bajo costo y un sistema de riego automatizado para experimentos de control ambiental.

10.TP de Fisiología y Comportamiento: Medición del comportamiento de un organismo en respuesta a una variable ambiental controlada (ej. fototropismo con un servomotor y un sensor de luz) y registro automático de los datos.

11.Análisis y Visualización de Datos: Exportación de datos desde Arduino. Integración con software de análisis estadístico (R, Python). Presentación de los resultados de los experimentos a través de gráficos y visualizaciones.

12.Discusión Crítica de Proyectos: Presentación y discusión de estudios de caso y artículos científicos que utilizan el prototipado con Arduino en biología y ecología. Seminarios de los participantes sobre sus ideas de proyectos doctorales.

13.Solución de Problemas y Mantenimiento: Diagnóstico de errores comunes, resolución de problemas de hardware y software. Mantenimiento y optimización de dispositivos para proyectos a largo plazo.

14.Evaluación: Presentación de un proyecto individual (mini-prototipo funcional) que demuestre la comprensión y aplicación de los conceptos del curso.

Posibles ejemplos prácticos (trabajo en formato taller)

A continuación se presentan tres ejemplos de proyectos prácticos que pueden ser la base para sesiones de taller. Estos ejercicios están diseñados para ilustrar los conceptos teóricos y aplicarlos en contextos relevantes para la investigación. Podrían variar en cierto grado dependiendo del perfil e intereses particulares de los estudiantes inscriptos.

Ejemplo 1: Adquisición de datos de temperatura en tiempo real

Objetivo: Medir y registrar la temperatura de un entorno y mostrarla en un monitor serial.

Componentes: Placa Arduino Uno, sensor de temperatura (ej. LM35 o DHT11), protoboard y cables.

Relevancia para la Investigación: Este tipo de proyecto es la base para el monitoreo ambiental, el seguimiento de la temperatura en un experimento biológico. Se puede expandir para guardar los datos en una tarjeta SD o enviarlos a una computadora para su análisis.

Ejemplo 2: Control de un servomotor

Objetivo: Usar un potenciómetro para controlar el ángulo de un servomotor.

Componentes: Placa Arduino Uno, servomotor, potenciómetro, protoboard y cables.

Relevancia para la Investigación: Control de la apertura y cierre de válvulas en sistemas de fluidos, o el posicionamiento de una cámara en un experimento de visión por computadora.

Ejemplo 3: Sistema de control de iluminación

Objetivo: Controlar el brillo de un LED usando un potenciómetro, simulando un sistema de control de luz para un experimento de laboratorio.

Componentes: Placa Arduino Uno, LED, potenciómetro, resistor, protoboard y cables.

Relevancia para la Investigación: Similar al control de un láser o una fuente de luz para experimentos de biología donde la intensidad de la luz debe ser modulada con precisión.

Bibliografía:

- Greenspan, S.E., Morris, W., Warburton, R., Edwards, L., Duffy, R., Pike, D.A., Schwarzkopf, L. and Alford, R.A. (2016). Low-cost fluctuating-temperature chamber for experimental ecology. *Methods in Ecology and Evolution*, 7: 1567-1574. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12619>.
- Galembeck, E., Candido, J.P., Macedo, A.P.P. and Bortolato, C.A. (2019). Enhancing Biochemistry Lab with Arduino. *The FASEB Journal*, 33: lb347-lb347. https://doi.org/10.1096/fasebj.2019.33.1_supplement.lb347.
- Fahlbusch, J.A., and Harrington, K.J. (2019). A low-cost, open-source inertial movement GPS logger for eco-physiology applications. *Journal of Experimental Biology*; 222 (23): jeb211136. <https://doi.org/10.1242/jeb.211136>.
- Proppe, D.S., Pandit, M.M., Bridge, E.S., Jasperse, P. and Holwerda, C (2020). Semi-portable solar power to facilitate continuous operation of technology in the field. *Methods in Ecology and Evolution*; 00:1-7. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13456>.