

**Universidad Autónoma de Nuevo León**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

**Adquisición de datos**

**Carpeta de Proyecto**

**M.C. Maestro: Antonio Cayetano Lozano García**

**Semestre: Ene – Jun 2022**

**Hora: LMV M3**

**Grupo: 001**

<b>Matrícula</b>	<b>Nombre</b>	<b>Carrera</b>
<b>1902373</b>	<b>Samuel Ernesto Torres Cosío</b>	<b>IMTC</b>
<b>1901410</b>	<b>Julio de Jesús Moreno Sánchez</b>	<b>IMTC</b>
<b>1894698</b>	<b>Christopher Russ Acuña Rodríguez</b>	<b>IMTC</b>
<b>1895481</b>	<b>Alfonso Emiliano Sandoval Juárez</b>	<b>IMTC</b>
<b>1820718</b>	<b>Cesar Alonso Cantú Espinosa</b>	<b>IMTC</b>
<b>1827011</b>	<b>Emilio González Rojas</b>	<b>IMTC</b>

**Lugar: Pedro de Alba SN, Niños Héroes, Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L.**

**Fecha: 27/05/2022**

# Índice

Índice	2
Tabla de Contenidos	2
Carta de presentación de la línea de investigación	3
Introducción	4
Antecedentes	4
Adquisición de datos	5
Software	8
Python	9
Arduino	10
Planteamiento del problema	10
Justificación	11
Pertinencia	11
Objetivo general	11
Objetivo particulares	11
Objetivos específicos	12
Alcance	12
Metodología	13
Infraestructura	13
Desglose financiero	14
Referencia	17

## Tabla de Contenidos

Ilustración 1: Variación del factor de amortiguamiento	8
Ilustración 2: Variación de la frecuencia natural no amortiguada	8
Ilustración 3: Proporción de uso de lenguajes (extradido de GitHub)	14
Ilustración 4: Tabla de materiales y precio	15
Ilustración 5: Diagrama Gantt (cronograma de actividades)	16

# Carta de presentación de la línea de investigación

Fecha: 27 de mayo de 2022

A quien corresponda:

Julio de Jesús Moreno Sánchez, estudiante de sexto semestre de ingeniería mecatrónica en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, UANL.

De mi consideración:

Saludos, tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarle y presentar a la vez a los estudiantes participantes de la línea de investigación de modelado matemático de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica:

Nombre	Matrícula	Carrera	Función en el proyecto
Samuel Ernesto Torres Cosío	1902373	IMTC	Facilitador
Julio de Jesús Moreno Sánchez	1901410	IMTC	Desarrollo de software
Christopher Russ Acuña Rodriguez	1894698	IMTC	Desarrollo de Hardware
Alfonso Emiliano Sandoval Juárez	1895481	IMTC	Documentación
Cesar Alonso Cantú Espinosa	1820718	IMTC	Documentación
Emilio Gonzalez Rojas	1827011	IMTC	Documentación

del proyecto de investigación titulado: "Modelado experimental de sistemas dinámicos Fase 1: adquisición de datos".

Sin más que decir, esperamos que sea de su agrado el contenido.

Atentamente,

---

Julio de Jesús Moreno Sánchez  
1901410

# Introducción

El modelado matemático es una herramienta ingenieril muy útil en diversos campos como algoritmos de supervisión, diseño, mecánica, economía, la cual “permite la representación de sistemas o fenómenos pero que además intenta aproximar fielmente el comportamiento de dicho sistema el cual es descrito por medio de ecuaciones matemáticas de distintas clases” (Rodriguez & Michael, 2018).

En contraste a la técnica anterior, se proponen las bases para construir un modelo dinámico a partir de mediciones entrada-salida (procedimiento experimental) mediante la técnica de Identificación de Sistemas; dicha técnica permite la construcción de modelos en menor tiempo comparado con el modelado matemático. Ya que el modelado se utiliza para determinar la estructura del sistema, mientras que la Identificación de Sistemas ajusta los coeficientes de la ecuación diferencial que lo describe.

Esta técnica al ser del estilo experimental requiere obligadamente de datos útiles y empíricos para llevarse a cabo, por lo que la adquisición de datos es en sí la etapa inicial que se debe implementar. Siendo ésta, la pauta que indica tanto el enfoque como objetivos y alcances del presente proyecto.

Es de este modo que la idea se basa en el desarrollo de un sistema de adquisición de datos de bajo costo, que tiene como antecedente un primer esfuerzo realizado en el año 2015. En donde el planteamiento y ejecución se realizó con la plataforma de Arduino en conjunción con LabVIEW, permitiendo este último la programación y configuración del dispositivo al igual que el procesamiento de la toma de mediciones del sistema.

Esta fase se orienta al desarrollo de programa y una plataforma de bajo costo de adquisición de datos, de sistemas conformados a base de OPAMPS y arreglos RC con los cuales estudiar y aprender técnicas de identificación de sistemas así como encarar posibles retos.

## Antecedentes

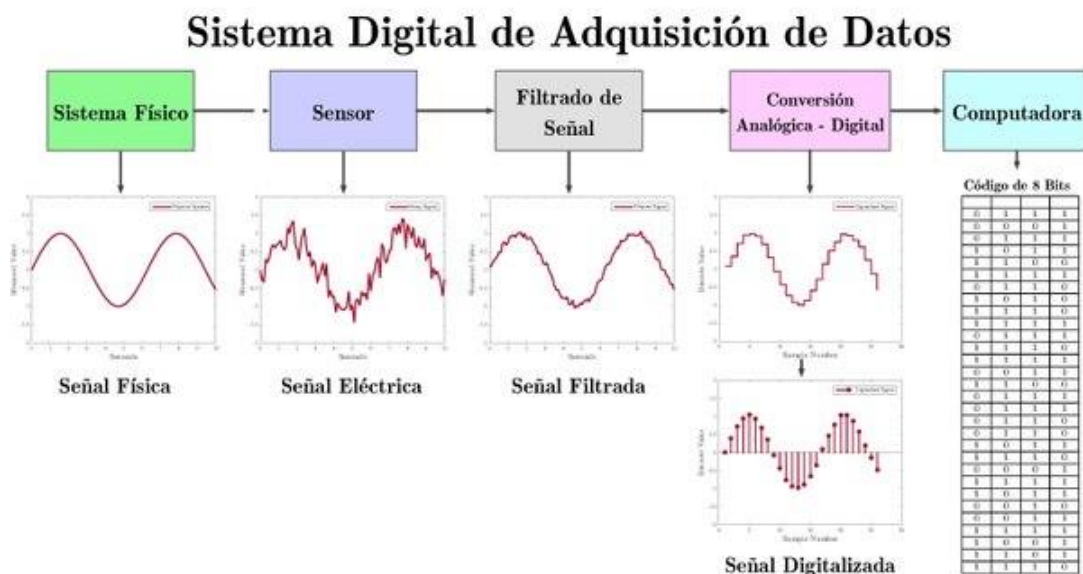
Anteriormente, se realizó un primer esfuerzo por comenzar este proyecto por parte de un alumno en el año 2015. La idea base era la misma, desarrollar un sistema de bajo costo para la adquisición de datos, a diferencia de que, debido a las herramientas comúnmente utilizadas por parte del alumnado en aquellos años eran distintas y más

ambiguas comparadas con las de ahora, ellos desarrollaron el proyecto con el uso directo de la placa de desarrollo Arduino como instrumento físico, y utilizando el software de LabVIEW para la programación e interpretación de datos del mismo.

A pesar de ser un tema primordial en el ámbito de la ingeniería de control, no existe ningún otro proyecto basado en el uso de componentes electrónicos para demostrar académicamente a un grupo de alumnos la relación entrada-salida de diferentes tipos de señales con entradas diferentes, sin embargo, existen proyectos interesados en la aplicación de la ingeniería de control para mantener la estabilidad en sistemas físicos, los cuales no serán anexados debido a la diferencia casi completa de objetivos en común.

## Adquisición de datos

La adquisición de datos o adquisición de señales consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otros dispositivos electrónicos (sistema digital). Consiste en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que puedan ser procesadas por una computadora o PAC. Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de adquisición de datos (DAQ).



La adquisición de datos se inicia con el fenómeno físico o la propiedad física de un objeto (objeto de la investigación) que se desea medir. Esta propiedad física o fenómeno podría ser el cambio de temperatura o la temperatura de una habitación, la intensidad o intensidad del cambio de una fuente de luz, la presión dentro de una

cámara, la fuerza aplicada a un objeto, o muchas otras cosas. Un eficaz sistema de adquisición de datos puede medir todos estas diferentes propiedades o fenómenos.

Un sensor es un dispositivo que convierte una propiedad física o fenómeno en una señal eléctrica correspondiente medible, tal como tensión, corriente, el cambio en los valores de resistencia o condensador, etc. La capacidad de un sistema de adquisición de datos para medir los distintos fenómenos depende de los transductores para convertir las señales de los fenómenos físicos mensurables en la adquisición de datos por hardware. El término transductores es sinónimo de sensores en sistemas de DAQ. Hay transductores específicos para diferentes aplicaciones, como la medición de la temperatura, la presión, o flujo de fluidos. DAQ también despliega diversas técnicas de acondicionamiento de Señales para modificar adecuadamente diferentes señales eléctricas en tensión, que luego pueden ser digitalizados usando CED. Las señales pueden ser digitales (también llamadas señales de la lógica) o analógicas en función del transductor utilizado.

El acondicionamiento de señales suele ser necesario si la señal desde el transductor no es adecuada para la DAQ hardware que se utiliza. La señal puede ser amplificada o desamplificada, o puede requerir de filtrado, o un cierre patronal, en el amplificador se incluye para realizar demodulación. Varios otros ejemplos de acondicionamiento de señales podría ser el puente de conclusión, la prestación actual de tensión o excitación al sensor, el aislamiento, linealización, etc. Este pretratamiento de la señal normalmente lo realiza un pequeño módulo acoplado al transductor.

DAQ hardware son por lo general las interfaces entre la señal y un PC. Podría ser en forma de módulos que pueden ser conectados a la computadora de los puertos (paralelo, serie, USB, etc....) o ranuras de las tarjetas conectadas a (PCI, ISA) en la placa madre. Por lo general, el espacio en la parte posterior de una tarjeta PCI es demasiado pequeño para todas las conexiones necesarias, de modo que una ruptura de caja externa es obligatoria. Las tarjetas DAQ a menudo contienen múltiples componentes (multiplexores, ADC, DAC, TTL-IO, temporizadores de alta velocidad, memoria RAM). Estos son accesibles a través de un bus por un microcontrolador, que puede ejecutar pequeños programas. El controlador es más flexible que una unidad lógica dura cableada, pero más barato que una CPU de modo que es correcto para bloquear con simples bucles de preguntas.

El software habitualmente viene con el hardware DAQ o de otros proveedores, y permite que el sistema operativo pueda reconocer el hardware DAQ y dar así a los

programas acceso a las señales de lectura por el hardware DAQ. Un buen driver ofrece un alto y bajo nivel de acceso.

## Identificación de Sistemas

En la ingeniería de control los sistemas de segundo orden tienen una relevancia importante, debido a que gracias a este tipo de sistemas, es posible analizar y proyectar lazos cerrados de control.

Los sistemas de segundo orden son todos aquellos que tienen dos polos y están representados típicamente por ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden. Considerando el caso de las ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden, con coeficientes constantes y condición inicial cero, tenemos:

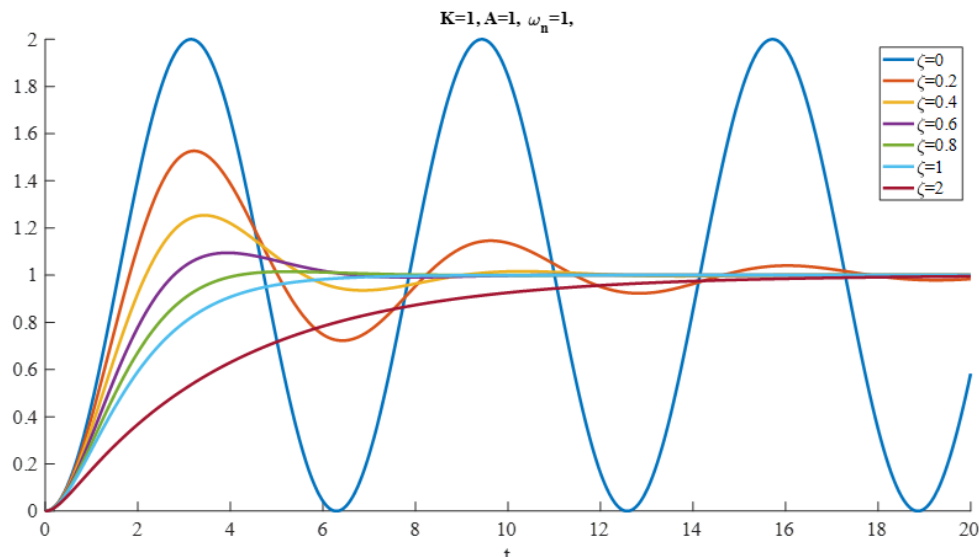
$$a_2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = b_0 u(t), \text{ con : } y(0) = 0; \left. \frac{dy(t)}{dt} \right|_{t=0} = 0$$

Tomando la fórmula general para los sistemas de segundo orden tenemos:

$$\frac{X(s)}{F(s)} = K \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

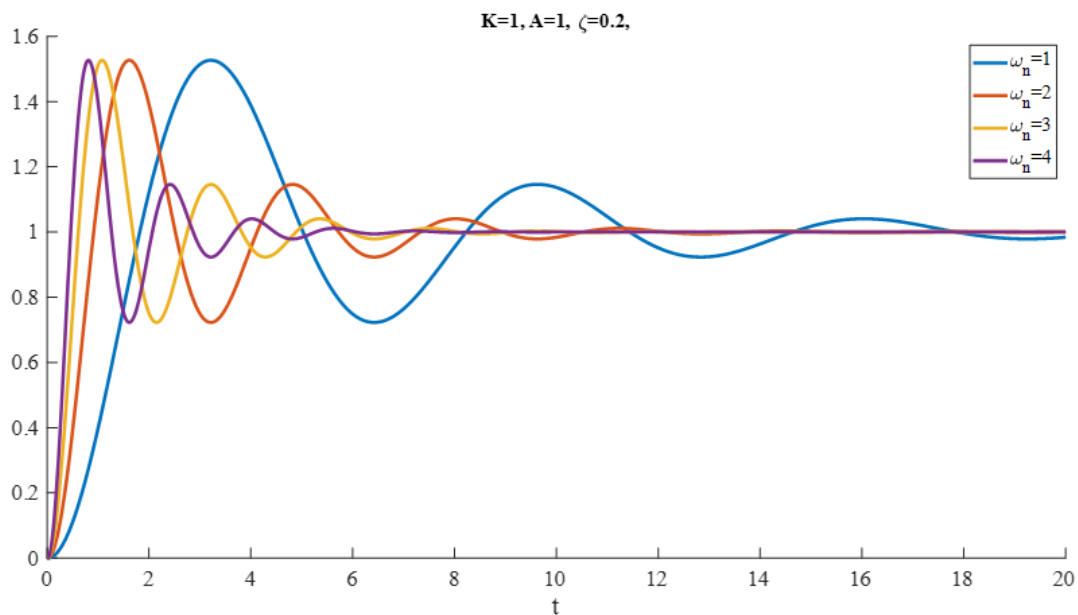
En este caso podemos entender que cuando tenemos un sistema de segundo orden existe la posibilidad de la existencia de un sistema amortiguado que nos indica la existencia de algún componente capaz de disipar la energía del sistema y viene dado por el factor de amortiguamiento  $\zeta$ . El comportamiento dinámico de un sistema de segundo orden puede ser entonces descrito en términos de dos parámetros  $\omega_n$  y  $\zeta$ . Dependiendo del valor que tome  $\zeta$  el sistema tendrá diversos comportamientos, los cuales vamos a tratar a continuación:

$\zeta=0$  Sistema Oscilatorio  
 $0<\zeta<1$  Sistema Subamortiguado  
 $\zeta=1$  Sistema Críticamente Amortiguado  
 $\zeta>1$  Sistema Sobre Amortiguado entonces  
Variación del Factor de Amortiguamiento



*Ilustración 1: Variación del factor de amortiguamiento*

### Variación de la Frecuencia Natural No Amortiguada



*Ilustración 2: Variación de la frecuencia natural no amortiguada*

## Software

Como se mencionó normalmente los sistemas DAQ incorporan los programas para su fácil uso y lectura. En este caso no es la excepción, por lo que para poder desarrollar una interfaz gráfica se requiere un lenguaje de programación de alto nivel debido a los beneficios que aporta. Aunque antes de abordarlos es necesario conocer uno de los lenguajes que parece ser el idóneo para este tipo de trabajos.



## Python

Python es en sí un lenguaje de programación, esto quiere decir que, al ser un lenguaje, requiere del uso de símbolos o caracteres que sigan unas reglas específicas de escritura, similares al lenguaje natural que usan los humanos para comunicarse. Mientras que es dicho de ser “*de programación*” ya que permite organizar esos símbolos a modo de instrucciones que siguen un determinado orden de ejecución.

De este modo “el lenguaje de programación viene a ser una interfaz de comunicación entre la computadora y el usuario” a modo de establecer un programa que ejecute una serie de instrucciones de forma lógico-secuencial utilizando recursos del hardware que compone a la computadora.

Una de las características más notables es el ser considerado como un lenguaje de alto nivel. Esto quiere decir que determinadas operaciones repetitivas son llevadas a cabo de modo automático, además de permitir un alto grado de abstracción para plasmar y desarrollar código de forma rápida. A diferencia de otros tipos de clasificación de lenguajes de programación a como lo es el lenguaje máquina (cuya principal vía de comunicación es binaria: 1 y 0), el lenguaje ensamblador y lenguajes de bajo nivel que requieren una mayor explicites a la hora de programar; y que por tanto los vuelven menos intuitivos, más propensos de error y complejos de ser manipulados por usuarios con nulo conocimiento de programación (curva de aprendizaje lenta).

Entre otros atributos del lenguaje Python está la posibilidad de declarar variables cuyo tipo de datos son interpretados automáticamente sin necesariamente declararse formalmente. De este modo se pueden operar con datos del tipo entero, flotante, booleano, complejo, listas, diccionarios, tuplas, arreglos o “arrays”, cadenas de texto, sets, números de distintos sistemas numéricos y efectuar operaciones aritméticas y/o booleanas. Aunado a esto se complementa con el uso de condicionales y bucles, funciones, comentarios y clases (implementa la programación orientada a objetos) (González, Romo, Barrientos, Francisco González, 2012).

También cuenta con módulos y librerías que amplían las capacidades del lenguaje en sí. Algunos módulos están predefinidos o incorporados al momento de instalar el intérprete de python, pero se pueden descargar módulos externos con el fin de realizar tareas de distinta índole; cosa que se detalla más adelante (Pine, 2019). Es de hecho a partir de estos módulos que Python gana prestigio por su implementación en aplicaciones de estilo científico en áreas como ciencia de datos, inteligencia artificial, diseño web entre otros.

La creación y lanzamiento del lenguaje es atribuida a Guido van Rossum en 1991. Python cuenta con “una gestión automática de memoria, sistema del tipo dinámico, al igual que soporta múltiples paradigmas de programación, como el imperativo y orientada a objetos”(Stack Overflow Contributors). Por otro lado este lenguaje es también denominado “*open source*” debido que está disponible para uso público y de forma gratuita; Sin mencionar que también es portable por lo que puede ser ejecutado en distintos sistemas operativos como Windows, Linux y MacOS. Siendo estas las principales razones por la cual se busca la implementación de este lenguaje en el proyecto.

## Arduino

El Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMELE. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa.

El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

El tipo de periféricos que puedas utilizar para enviar datos al microcontrolador depende en gran medida de qué uso le estés pensando dar. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores. También cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. Estos periféricos pueden ser pantallas o altavoces en los que reproducir los datos procesados, pero también pueden ser otras placas o controladores.

## Planteamiento del problema

Uno de los problemas más comunes con respecto a un sistema DAQ es que puede llegar a ser costoso y complicado en su manejo, es por esto que el problema a tratar en esta etapa es lograr implementar un sistema DAQ de bajo costo haciendo uso de ARDUINO y utilizando el lenguaje de programación Python que es un software de libre acceso en conjunto con elementos electrónicos de bajo costo, para así lograr que personas no tan familiarizadas con programación puedan usar esto para poder

interactuar con un sistema DAQ, y más importantemente encaminar la lectura de datos a la identificación de sistemas.

## Justificación

Construir un sistema de adquisición sin utilizar un presupuesto excesivo utilizando materiales de bajo costo y que además será de gran utilidad para la identificación de sistemas físicos sin necesidad de utilizar planteamientos matemáticos lo que ahorraría tiempo y dinero para la empresa. Y por el lado del sector educativo, vuelve más ilustrativo e interactivo el modo de aprender de determinadas áreas de estudio como lo es la teoría de control, electrónica entre otras.

## Pertinencia

En este sentido se considera que el uso final del proyecto reside en el área educativa, por lo que las herramientas desarrolladas son coherentes con algunas de las asignaturas, además ya que no se dispone de una inversión privada, fondos o algo por el estilo, se satisface el inconveniente de tener que conseguir estas herramientas por fuera de la institución, de ahí la razón de emplear técnicas de diseño para abaratar estos equipos y garantizar accesibilidad que su funcionalidad sea satisfactoria y benéfica durante su uso en las aulas.

## Objetivo general

Construir un sistema de adquisición de datos de bajo costo que permita generar los insumos requeridos para poder aplicar técnicas de identificación de sistemas a sistemas con señales que varían en un rango de -10v a 10v.

## Objetivo particulares

- Diseñar y mostrar claramente a un sistema físico (que puede ser un servosistema como el descrito en el libro de K. Ogata un sistema analógico, Ingeniería de control moderno). El sistema analógico debe de diseñarse sobre la base de amplificadores operacionales, resistencias y capacitores comerciales con rangos de operación entre -10V a 10V.
- Utilizando un programa en Python y la plataforma ARDUINO generar la señal requerida en la entrada del sistema generado en el paso anterior.

- Utilizando un programa en Python y la plataforma ARDUINO generar un programa que realice la adquisición de datos muestreando las señales  $u(t)$  y  $y(t)$  del sistema análogo construido.
- Guardar los datos muestreados en un archivo de texto en formato ASCII con la siguiente información en tres columnas: una para el tiempo del muestreo, una para la entrada y la última con las mediciones de la salida.

## Objetivos específicos

- Lograr la implementación del proyecto usando componentes electrónicos de bajo costo y que sean de mayor accesibilidad para gente fuera y dentro del ámbito de estudios.
- Trabajar en el desarrollo del circuito y la interfaz del sistema DAQ en relación a una investigación previamente realizada utilizando los datos adquiridos en dicha investigación.

## Alcance

En gran medida los objetivos anteriormente postulados condicionan el alcance del proyecto, ya que si bien la intención última es la de poder implementar la técnica de identificación de sistemas, en esta primera fase solo se toma en consideración el desarrollo del sistema de adquisición de datos.

De tal suerte que se prevé contar con una herramienta que incluya tanto software como hardware, en donde el software viene a ser un programa ejecutable de computadora en el que se puedan definir los parámetros de operación de la planta de forma fácil e intuitiva con una GUI; parámetros como la señal de entrada y características asociadas como voltajes o tiempo de aplicación.

Aparte de configurar la operación del sistema, el programa también debe ser capaz de presentar los datos de forma visual y opcionalmente guardarlos en archivos con formato estándar (ascii). De esta manera el flujo de datos a la vez son comunicados a una etapa intermediaria entre el sistema a medir y el propio software. En donde dicha etapa también comparte los datos leídos.

Otra característica del programa es que debe ser de dominio público y que cuente con un medio de fácil acceso para el usuario. Esta etapa intermediaria es en sí el hardware, y se contemplan los acondicionamientos y componentes electrónicos

necesarios para que a partir de señales digitales se obtengan las señales de entrada analógica requeridas, junto con las vías para la medición y captura de datos del sistema.

## Metodología

Los pasos a seguir son:

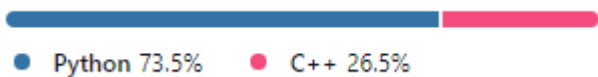
- i. Hacer un documento en el que se presentan los detalles del sistema a representar (servosistema de posicionamiento de antena) y los detalles del circuito análogo a ser utilizado. Mostrar mediante simulación que el circuito análogo representa al servosistema considerado. Mostrar detalles de ancho de banda del sistema.
- ii. Realizar los arreglos requeridos para utilizar el lenguaje Python junto con la plataforma Arduino (usando la librería de pyserial).
- iii. Desarrollar un programa para generar una salida en la plataforma Arduino de acuerdo a un patrón dado (señales escalón, rampa, suma de cosenos y/o señal de ruido). Esta señal será utilizada para ser aplicada al circuito diseñado antes.
- iv. Desarrollar un programa en Python así como las interfaces requeridas para hacer la adquisición de datos de los voltajes entrada salida del circuito en cuestión. Debe de poder seleccionar el periodo de muestreo así como el tiempo total del experimento. Los datos medidos deben de almacenarse en un archivo en formato ASCII en tres columnas, la primera con el tiempo, la segunda con la medición de la entrada y la tercera con la medición de la salida.

## Infraestructura

- Componentes electrónicos:
  - Placa con microcontrolador Arduino UNO
  - Opamps
  - Resistencias
  - Placa PCB
- Equipos de laboratorio:
  - Generador de funciones: BK PRECISION 4017A 10MHz SWEEP/FUNCTION GENERATOR
  - Osciloscopio: Tektronix TDS 2012
  - Fuente Dual: BK PRECISION 1761 DC POWER SUPPLY
  - Multímetro: MUL-005
  - Cables BNC
  - Juego de cables con caiman

- Jumpers con terminales macho-macho, macho-hembra
- Programas/software de Computadora:
  - Editor de texto (Visual Studio Code)
  - Github
  - Mega (carpeta compartida en la nube)
  - IDE de Arduino
  - Intérprete de Python
  - Librerías de Python:
    - Pyserial
    - Tkinter
    - Matplotlib
    - Time
    - Math
    - Numpy
    - Random

Proporción de uso de los lenguajes:



*Ilustración 3: Proporción de uso de lenguajes (extradido de GitHub)*

## Desglose financiero

Como uno de los objetivos que dieron pie al inicio de este proyecto, es el construir un sistema de adquisición de bajo costo, por lo tanto especificaremos los costos de los materiales utilizados; al menos de los componentes electrónicos del acondicionamiento, el arduino y aquellos que se requieren para replicar el circuito de prueba:

Componente (cantidad)	Cantidad	Precio unitario del componente en pmx	Precio total por componente en pmx
Arduino UNO	1	\$295	\$295
Resistencia 10KΩ	7	\$0.50	\$3.50
Resistencia 15KΩ	1	\$1.00	\$1.00
Resistencia 20KΩ	9	\$0.50	\$4.50
Resistencia 22KΩ	1	\$0.50	\$0.50
Resistencia 47KΩ	1	\$0.50	\$0.50
Resistencia 100KΩ	8	\$0.50	\$4.00

Capacitor 16uF	2	\$1.80	\$3.60
PCB	5	\$60	\$300
Potenciómetro Dual	1	\$11.50	\$11.50
LM358	2	\$7.50	\$15.00
LM741	1	\$6.00	\$6.00
Base de 8 Pines	3	\$2.50	\$7.50
Header Macho	1	\$3.50	\$3.50
TBlock 2 entradas	2	\$2.50	\$5.00
TBlock 3 entradas	1	\$2.50	\$2.50
<b>Total:</b>			\$663.60

*Ilustración 4: Tabla de materiales y precio*

Materiales que no contaron con ningún costo: Debido a su alto precio en el mercado y que se cuenta con el apoyo de la institución académica se logró evadir el pagar por instrumentos como el Osciloscopio y la Fuente Dual

El costo total del proyecto fue absorbido enormemente debido a que se desarrolló en equipo, de modo que individualmente el costo resultaba ser muy accesible comparado con los beneficios obtenidos. Aun así si se asume un presupuesto, el hecho de lograr construir la herramienta.

## Diagrama Gantt

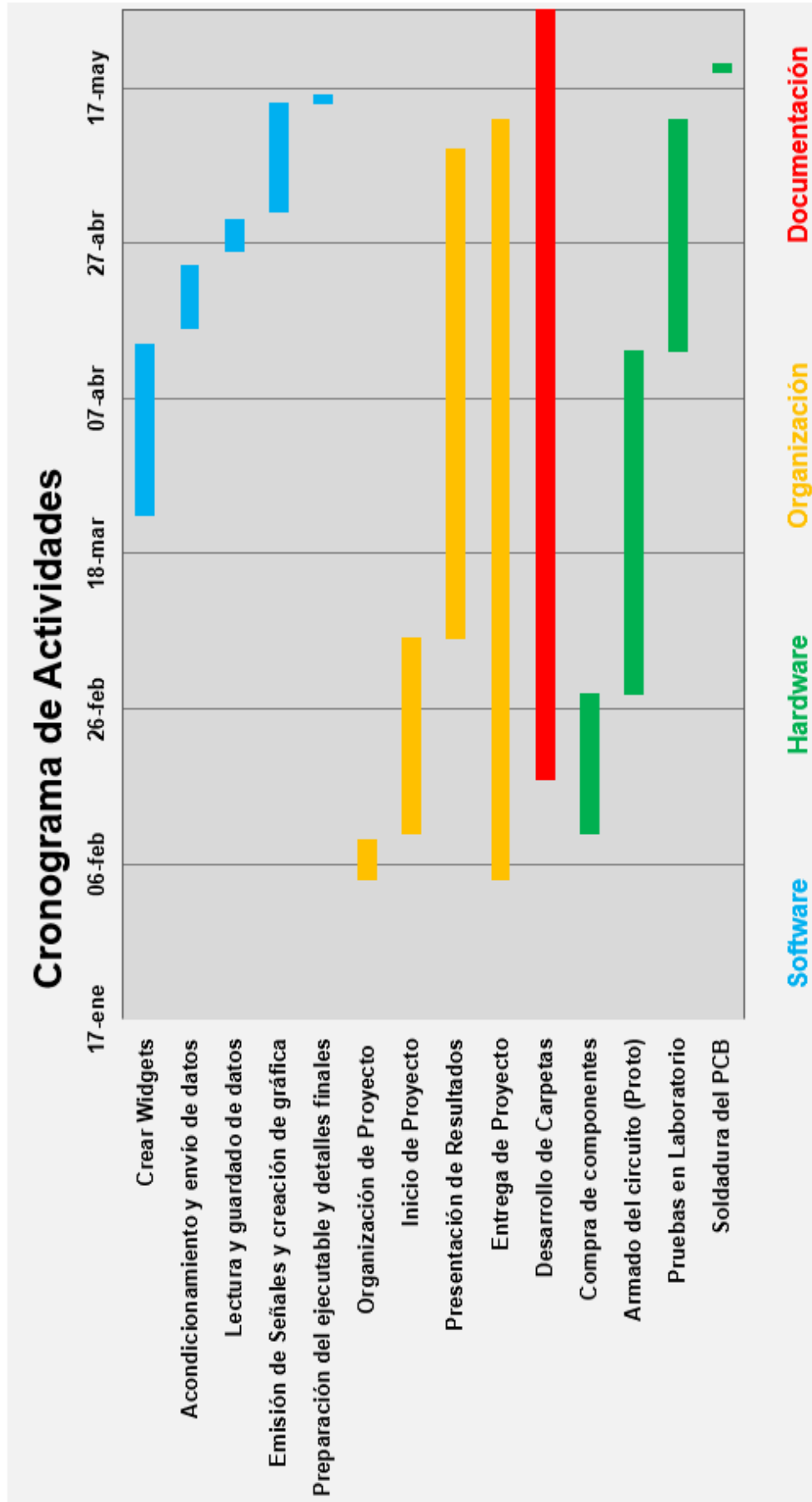


Ilustración 5: Diagrama Gantt (cronograma de actividades)



# Referencia

Artículos referenciales:

Vargas, M., Castillo, G., Sandoval, J., & Brambila, A. (Septiembre de 2015). Arduino una Herramienta Accesible para el Aprendizaje de Programación. *Revista de Tecnología e Innovación*, 2(4), 810-815. Obtenido de [https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia\\_e\\_innovacion/vol2num4/Revista-de-Tecnologia-e-Innovacion--Volumen-4-164-169.pdf](https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia_e_innovacion/vol2num4/Revista-de-Tecnologia-e-Innovacion--Volumen-4-164-169.pdf)

Sistemas dinámicos en tiempo continuo, Modelado y simulación, Autor:Manuel Benjamín Ortiz Moctezuma, Universidad Politécnica de Victoria, México

Azúa-Barrón, Martín, Vázquez-Peña, Mario Alberto, Arteaga-Ramírez, Ramón, & Hernández-Saucedo, Raúl. (2017). Sistema de adquisición de datos de bajo costo con la plataforma arduino. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(1), 1-12. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i1.67>

Osorio, John Eduar, Pérez Ramírez, Juan Daniel, & Rodríguez Barrera, Mario Alberto. (2010). Implementación de un sistema de adquisición de datos para monitorear una máquina de corriente directa. *Tecnura*, 14(27), 60-68. Retrieved May 23, 2022, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-921X2010000200007&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2010000200007&lng=en&tlng=es).

López, Sonia Y., Cardona, Mónica E., Ramírez, Luis F., & Osorio, Jaime A.. (2021). Trabajo de laboratorio en física con sistemas de adquisición de datos: una propuesta para apoyar la formación de profesores de ciencias naturales. *Formación universitaria*, 14(2), 141-154. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000200141>

González, Yubiry, & Pérez, Jesús, & Dunia, Emery (2018). Diseño de un sistema de adquisición y procesamiento de datos con el uso de multisensores para laboratorios de física universitarios. *Revista INGENIERÍA UC*, 25(1),76-85.[fecha de Consulta 23 de Mayo de 2022]. ISSN: 1316-6832. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70757668010>

Leal, D., Celi, M., & Alvarez, E. (2016). Sistema integral para el diseño e implementación de control asistido por computadora. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 13(2), 228-237. Obtenido de <https://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=S169779121600008X&r=331>

Rodríguez Corbo, Fidel Alejandro, Hernández González, Arturo, & Ramírez Beltrán, Jorge. (2018). Adquisición de datos analógicos con alta precisión usando una Computadora de Placa Única. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 39(3), 68-76. Recuperado en 15 de mayo de 2022, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59282018000300068&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282018000300068&lng=es&tlng=es).

Rodriguez, L., & Michael, P. (2018). *Modelamiento clásico en el espacio de estado de los sistemas de control en tiempo discreto*. Lima: UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN - FACULTAD DE TECNOLOGÍA - Escuela Profesional de Electrónica y Telecomunicaciones. Obtenido de <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/6171>

Arellano González, P., Hernández Bolaños, M., Encarnación Avalos, N., & Rivera Zárate, I. (2019). *ARQUITECTURA GENERAL DE SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES*. IPN - Instituto Politecnico Nacional. Ciudad de México: UPIITA - CIDETEC. Obtenido de <https://www.boletin.upiita.ipn.mx/index.php/ciencia/845-cyt-numero-75/1756-arquitectura-general-de-sistemas-de-adquisicion-de-senales>

Challenger-Pérez, Ivet , & Becerra-García, Roberto Antonio , & Díaz-Ricardo, Yanet (2014). El lenguaje de programación Python. *Ciencias Holguín*, XX(2),1-13.[fecha de Consulta 23 de Mayo de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181531232001>

Bistel Esquivel, Roberto Andrés, & Fajardo Márquez, Ariel. (2015). Diseño de un Sistema de Adquisición y Procesamiento de la Señal de ECG basado en Instrumentación Virtual. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 36(1), 17-30. Recuperado en 15 de mayo de 2022, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59282015000100002&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282015000100002&lng=es&tlng=es).

Londoño, Yeimmy, Cortes, Jimmy A., & Fernández, María E.. (2017). DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS PARA LA ENSEÑANZA DEL MOVIMIENTO RECTILÍNEO EN EL LABORATORIO. *Momento*, (55), 57-73. <https://doi.org/10.15446/mo.n55.66146>

Arce, Dennis, & Fuentes, Omar, & Fernández, Sergio J. (2008). Aplicación de las técnicas de hardware reconfigurable en un sistema digital de control dinámico. *Fundamento teórico-práctico. Parte I. Ingeniería Energética*, XXIX (2),3-7.[fecha de

Consulta 23 de Mayo de 2022]. ISSN: . Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329127758001>

Arce, Dennis, & Fuentes, Omar, & Fernández, Sergio J. (2008). Aplicación de las técnicas de hardware reconfigurable en un sistema digital de control dinámico. Aplicación práctica Parte II. Ingeniería Energética, XXIX (2),8-13.[fecha de Consulta 23 de Mayo de 2022]. ISSN: . Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329127758002>

Quiles, Francisco J, Ortiz, Manuel A, Moreno, Carlos D, & Brox, María. (2009). ADQPCI: Placa de Adquisición de Datos con Fines Docentes. Formación universitaria, 2(3), 25-30. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062009000300005>

Piñón-González, Josefina Caridad (2012). Integración científica e interdisciplinariedad. VARONA, (54),16-21.[fecha de Consulta 23 de Mayo de 2022]. ISSN: 0864-196X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360633906004>

DAQ, I. F. D. A. D. D. (1995). Sistemas de adquisición de datos.

Mora, H. (2011). Sistemas de adquisición y Procesamiento de datos. Fundamentos de los Computadores.

▷ Sistemas de Segundo Orden - [TODOS los Casos, 2022 ]. (2022). Retrieved 27 May 2022, from <https://controlautomaticoeducacion.com/control-realimentado/sistemas-de-segundo-orden/>

González, C., Romo, A., Barrientos, J., & Francisco González. (2012). Paper Lenguajes de Programación. Recuperado el 17 de febrero de 2022, de [www.academia.edu](https://www.academia.edu/3887936/90710967_Paper_Lenguajes_de_Programacion_2012):  
[https://www.academia.edu/3887936/90710967\\_Paper\\_Lenguajes\\_de\\_Programacion\\_2012](https://www.academia.edu/3887936/90710967_Paper_Lenguajes_de_Programacion_2012)

Pine, D. J. (2019). Introduction to Python for Science and Engineering. Boca Raton, Florida: CRC Press. Recuperado el 17 de febrero de 2022

Stack Overflow Contributors. (s.f.). Aprendizaje Python Language. Recuperado el 17 de febrero de 2022, de [riptutorial.com](https://riptutorial.com/Download/python-language-es.pdf): <https://riptutorial.com/Download/python-language-es.pdf>

Fernandez Yubal, Xataka Basics, 3 Agosto 2020,  
<https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>