

Módulo de Interfaceo para Experiencia de Laboratorio de Fluidodinámica

75.61 - Taller de Programación III
Primer cuatrimestre de 2021

Alumno	Padrón	Email
Alvarez Windey, Ariel	97893	ajalvarez@fi.uba.ar
Robles, Gabriel	95897	grobles@fi.uba.ar

Índice

1. Introducción	2
2. Descripción del problema	2
2.1. Cliente	2
2.2. Oportunidades de mejora	2
3. Objetivos	3
3.1. Objetivos principales	3
3.2. Objetivos secundarios	3
4. Alcance	3
4.1. Requerimientos funcionales	3
4.2. Requerimientos no funcionales	3
4.3. Casos de uso	4
5. Solución propuesta	5
6. Plan de trabajo	5
6.1. Equipo de trabajo	5
6.2. Recursos disponibles	5
6.3. Instrumentos disponibles	6
6.4. Actividades y estimación de esfuerzo	6
6.5. Estimación de tiempos y cronograma	7
7. Desarrollo	8
7.1. Análisis y viabilidad del proyecto	8
7.2. Enfoques de hardware propuesto	9
7.3. Inconvenientes encontrados y desvíos	10
8. Referencias	11

1. Introducción

Actualmente en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires se llevan a cabo múltiples tareas de investigación en las distintas ramas y especializaciones de la Ingeniería.

Independientemente del área de investigación, en la mayoría de los casos, es un común denominador la interacción con instrumentos, mediciones y cómputo o cálculos asistidos por computadoras. Siendo este último punto una gran oportunidad de mejora en muchas de las experiencias que se realizan en los laboratorios, resulta conveniente el trabajo en conjunto con estudiantes de Ingeniería Informática.

Tomando una experiencia puntual y relevando sus oportunidades de mejora, una solución con un enfoque genérico podría ser incluso válida para otras que se estén llevando a cabo.

2. Descripción del problema

2.1. Cliente

Cristhian Zárate se encuentra trabajando en su tesis doctoral en el Laboratorio de Fluidodinámica de la facultad. Cumplirá el rol de cliente, al cual se le busca brindar una solución que facilite su trabajo diario en el laboratorio.

En la experiencia que se está llevando a cabo, se busca optimizar el funcionamiento de un actuador, es decir con qué tipo de onda debe ser excitado. Esto se logra mediante el análisis de imágenes y algoritmos de *Machine Learning* de los individuos generados. Para ello, se conectan y comandan actualmente desde una computadora los siguientes instrumentos:

- Generador de funciones
- Cámara rápida
- Osciloscopio
- DAQ
- Fuente (*Power Supply*)

2.2. Oportunidades de mejora

Se detectaron los siguientes puntos de dolor en cómo se lleva a cabo la experiencia hoy en día:

- Acoplamiento a una computadora específica la cual posee todos los *drivers* para la comunicación con los instrumentos, un sistema operativo que los soporte y el código propio de la experiencia.
- Errores y dificultades por la utilización de *drivers* de un fabricante distinto para otros instrumentos.
- Optimización del algoritmo de *Machine Learning*
- *Refactoring* del código existente para un incremento de la calidad del mismo

3. Objetivos

Con el fin de aportar valor a esta experiencia pero también con la posibilidad de elaborar una solución que sea trasladable a otras, se consideraron las siguientes áreas de interés donde aportar valor técnico, siendo estas las que sean como se mencionó anteriormente un posible común denominador entre experiencias.

3.1. Objetivos principales

- Desacoplamiento de la computadora que se utiliza actualmente para la experiencia. Llevando la interacción con los instrumentos e instalación de *drivers* a una computadora centralizada que oficie de servidor a ser consumida por clientes independientes y de especificaciones distintas.
- Proveer una interfaz fácil de extender para el agregado de nuevos instrumentos, de manera que la solución sea trasladable a otras experiencias de laboratorio.

3.2. Objetivos secundarios

- *Refactoring* del código existente modularizando la interacción con los instrumentos y separando responsabilidades, brindando menor acoplamiento y mayor cohesión.

4. Alcance

A los fines de Trabajo Práctico de la asignatura Taller de Programación III, el presente trabajo tiene como alcance la integración de la computadora servidor con al menos dos instrumentos de la experiencia y la comunicación con al menos un cliente. Partiendo de esta premisa y en concordancia con los objetivos propuestos, se relevaron los siguientes requerimientos funcionales

4.1. Requerimientos funcionales

- La computadora cliente debe poder comunicarse con el servidor para:
 - La configuración de un osciloscopio
 - La obtención de datos medidos por un osciloscopio
 - La configuración de una cámara rápida
 - La obtención de datos de las imágenes capturadas por una cámara rápida

4.2. Requerimientos no funcionales

- La interfaz provista por el servidor debe ser lo suficientemente flexible para poder incorporar nuevos instrumentos o instrumentos de otros fabricantes.
- La computadora cliente no debe estar acoplada a un sistema operativo específico
- La computadora cliente debe poder consumir los servicios del servidor desde código Matlab

4.3. Casos de uso

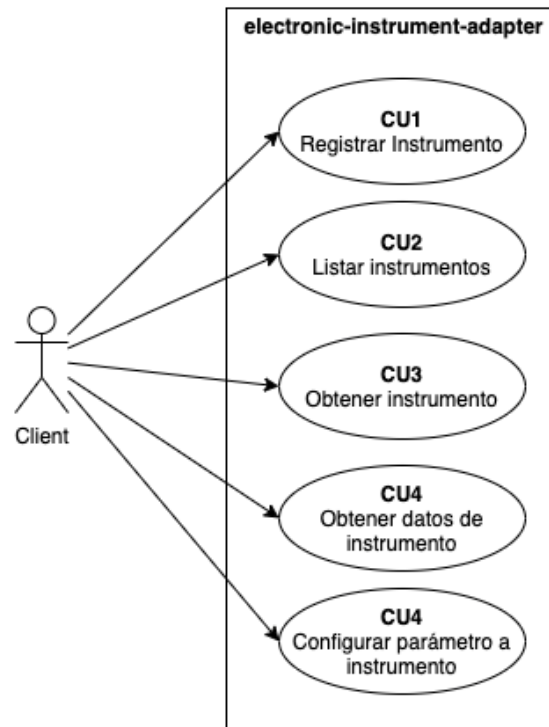


Figura 1: Diagrama de la solución propuesta

Podemos resumir los requisitos funcionales entonces en las primitivas básicas de cada instrumento, como así también funciones que permitan descubrir qué instrumentos se tienen conectados al sistema para poder obtenerlos y utilizarlos:

- Registrar instrumento.
- Listar instrumentos conectados.
- Obtener instrumento.
- Obtener datos de instrumento.
- Configurar parámetro a instrumento.

5. Solución propuesta

Acorde a los objetivos mencionados, a continuación se observa en la Figura 2 un diagrama de la arquitectura a alto nivel de la solución propuesta:

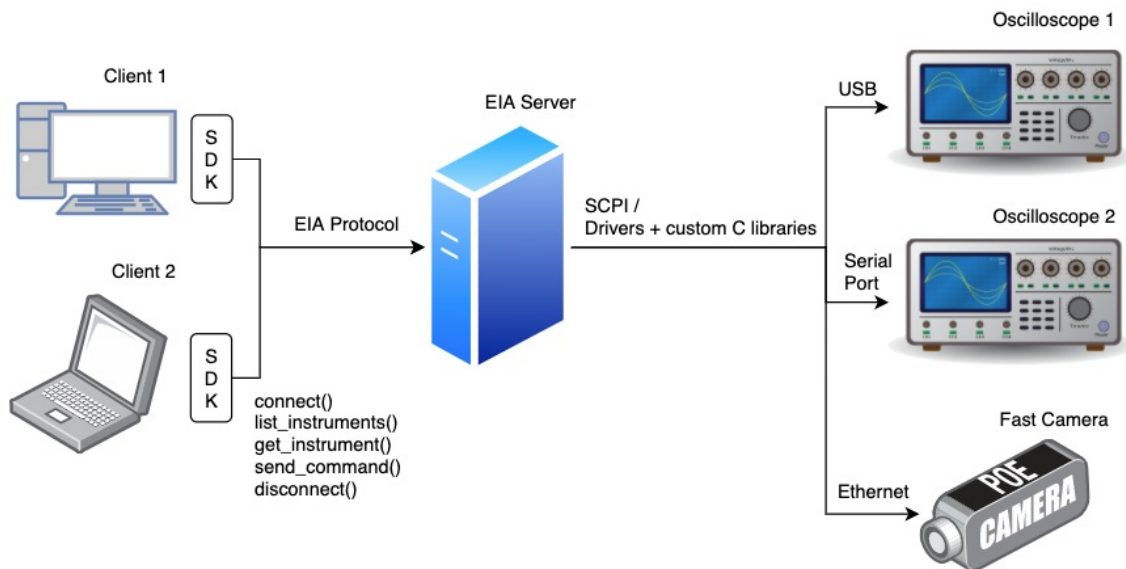


Figura 2: Diagrama de la solución propuesta

6. Plan de trabajo

6.1. Equipo de trabajo

- **Equipo de desarrollo:** Análisis de viabilidad y desarrolladores de la solución
 - Ariel Justo Alvarez Windey
 - Gabriel Robles
- **Líder y mánager del proyecto:**
 - Ing. Pablo Daniel Roca
- **Clientes:** principales interesados y usuarios pioneros de la solución
 - Cristhian Zárate
 - Dr. Ing. Daniel Artana

6.2. Recursos disponibles

Para la realización de este trabajo se cuenta con una fuerza de trabajo de 24 *horas/hombre* semanales, distribuidas en ambos integrantes en 12 *horas/hombre* cada uno. Por 12 semanas que

restan del cuatrimestre actual, da un total de 288 *horas/hombres*

6.3. Instrumentos disponibles

En cuanto a instrumentos para realizar pruebas se cuenta con:

Instrumento	Marca	Modelo	Drivers	S.O. / Soporta SCPI	Tipo de conexión
Osciloscopio [M14] [M4]	GW Instek	GDS-2064	[D6]	Windows Vista, XP, LabVIEW Soporta SCPI [M8]	USB
Osciloscopio [M5]	Tektronix	TDS 1002B	OpenChoice Software [D7]	Windows 10 No soporta SCPI [M9]	USB, GPIB
Osciloscopio [M12]	Tektronix	TDS 210	OpenChoice Software [D7]	Windows 10 No soporta SCPI [M10]	USB, GPIB
Cámara rápida [M6] [M1]	Cookecorp (PCO actualmente)	Pixelfly qe	[D2]	Windows 10 / Linux No soporta SCPI [D9]	RJ45

Tabla 1: Listado de instrumentos disponibles

6.4. Actividades y estimación de esfuerzo

A continuación en la Tabla 2 se detalla un listado de actividades a alto nivel de lo que puede comprender esta solución y su estimación en *horas/hombre*

Actividad	Estimación
Análisis y viabilidad: comprender la experiencia, análisis de puntos de dolor y propuesta de valor, documentar propuesta, investigar hardware/software disponible, reunirse con los interesados	48
Presentación de la propuesta: reunión con los interesados	2
Adquisición del hardware del módulo, instalación del S.O. elegido y verificación de su correcto funcionamiento	12
Reunión con interesados y relevamiento de requisitos de cada instrumento	2
Instalación de drivers y software del fabricante del primer instrumento en el módulo y pruebas básicas de comunicación entre el módulo y el instrumento	12
Validación de interfaz/contrato del módulo para primer instrumento	2
Implementación de funcionalidades necesarias para el primer instrumento	72
Refinamiento y demostración de avances a interesados	4
Prueba en el laboratorio	15
Refinamiento segundo instrumento	4
Validación de interfaz/contrato del módulo para primer instrumento	2
Implementación de funcionalidades necesarias para el segundo instrumento	72
Refinamiento y demostración de avances a interesados	2
Prueba en el laboratorio	15
Documentación de manuales de uso y documentos técnicos. Demo final	24
TOTAL	288

Tabla 2: Listado de actividades y estimación de esfuerzo

6.5. Estimación de tiempos y cronograma

En el siguiente diagrama de Gantt podemos ver cuándo serán ejecutadas las distintas actividades detalladas en la sección anterior.

	MAYO				JUNIO				JULIO			
Actividad	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19	26
Análisis y viabilidad del proyecto												
Presentación de propuesta												
Setup hardware e instrumentos												
Ingeniería de requisitos, validación y refinamientos												
Desarrollo: comunicación entre módulo e instrumentos												
Pruebas de laboratorio												
Documentación y manuales de uso												
Demostración del sistema												

Tabla 3: Diagrama de Gannt

En rojo se agruparon actividades más orientadas a la documentación y análisis, en amarillo las que implican interacción directa con los interesados y en azul las de desarrollo y construcción directa del módulo.

7. Desarrollo

7.1. Análisis y viabilidad del proyecto

Para analizar la viabilidad del proyecto es importante entender, qué instrumentos se conectan a la computadora para realizar la experiencia y qué sistemas operativos son compatibles con sus drivers.

Se relevaron los instrumentos detallados en la Tabla 4

Instrumento	Marca	Modelo	Drivers	S.O. / Soporta SCPI	Tipo de conexión
Generador de funciones [M3] [M11]	Agilent	33220A	[D3]	Microsoft Windows 10: 32-bit & 64-bit (Professional, Enterprise, Education, Home versions); Microsoft Windows 8: 32-bit & 64-bit (Professional, Enterprise, Core); Microsoft Windows 7: SP1 and later 32-bit & 64-bit (Professional, Enterprise, Ultimate, Home Basic, Home Premium) Soporta SCPI	USB, GPIB, LAN, RS-232
Cámara rápida	PHOTRON	Fast Cam Mini UX	[D1]	Windows (versiones específicas en [D1]) No soporta SCPI	Gigabit-Ethernet
Osciloscopio [M13]	Hantek	DSO 4000B	[D4]	Especificado en [D4] Soporta SCPI	
DAQ [M7] [M2]	ECON Series	DT 9816	[D5]	Windows® 10/8/7/XP, 32-bit or 64-bit No soporta SCPI	
Power Supply [M15]	SIGLENT TECH	SPD 3303D	[D8]	Windows 7 y 10 Soporta SCPI	USB

Tabla 4: Listado de instrumentos conectados a la PC de la experiencia y sus características

7.2. Enfoques de hardware propuesto

En base a lo relevado en la Tabla 4, se consideraron dos variables principales en la elección del hardware que se utilizará para el módulo de interfaceo:

- **Sistema Operativo** que correrá el módulo, pudiendo ser:
 - Windows
 - Linux
- **Modo de comunicación** entre el instrumento y el módulo:
 - A través de los drivers y SDK provistos por fabricantes de los instrumentos
 - A través del protocolo SCPI implementados en Python con el uso de la librería *pyvisa*.

Dicho esto, se tienen las siguientes combinaciones

S.O.	Comunicación	Análisis
Windows	Drivers	Actualmente es el caso de cómo funciona la experiencia pero tiene la dificultad de conseguir un módulo de cómputo reducido que soporte la versión requerida de Windows y la arquitectura correspondiente del procesador
Windows	SCPI	Presenta la misma limitante de conseguir un módulo adecuado al S.O. pero una vez funcionando no habrá mayor problema en correr Python con la librería correspondiente. Además presenta la ventaja de no necesitar instalar algún driver.
Linux	Drivers	Esta opción queda descartada debido a que la mayoría de los fabricantes no proveen sus drivers para este S.O.
Linux	SCPI	Esta opción es más adecuada que Windows + SCPI ya que los módulos de cómputo reducido suelen ser más compatibles con este S.O. El problema es que si el instrumento no soporta SCPI y solo permite la comunicación con los drivers del fabricante se vuelve inviable la integración entre el módulo y el mismo.

En base a esto, se propone un enfoque de un módulo con **Windows + Drivers** y en los casos que se considere necesario y el instrumento lo permita, realizar una integración vía Python + SCPI. De este modo, será más amplio el espectro de distintos instrumentos que podrán ser soportados por el módulo. El principal punto a resolver será la elección del módulo en sí mismo y en caso de ser uno con arquitectura ARM verificar que los drivers funcionen para la misma.

7.3. Inconvenientes encontrados y desvíos

Por cuestiones de seguridad y a fin de no imposibilitar el avance del trabajo de Cristhian, no se pudo contar con la cámara rápida utilizada en la experiencia [D1]. Es por ello que se utilizó la Cámara Rápida - Pixelfly qe [M1].

Este instrumento para ser comandado desde una computadora requiere una placa PCI [17] que permite la alimentación de la misma y además implementa el protocolo privativo del fabricante vía el conector RJ45. Ya que no utiliza protocolo Ethernet la placa en cuestión es condición necesaria para su conexión. Aunque se contase con esta placa, la Mini PC adquirida para oficiar de servidor, no provee puertos necesarios para soportar la conexión de la misma.

Además se trata de una cámara que fue fabricada por la empresa adquirida por el nuevo fabricante, tratándose de un producto discontinuado motivo por el cuál posiblemente tampoco se pudo contactar con el soporte oficial de PCO. En cambio, existen productos del fabricante más nuevos que si permiten la conexión vía protocolos estándares como USB [16].

Por todo esto, no fue posible realizar una prueba de los comandos implementados para esta cámara. En la solución se proveen primitivas desde la SDK, el código Python necesario en el servidor y ejemplos de código C que habría que modificar y revisar frente a una prueba o bien si se desea conectar otra cámara, ya que la mayoría de los fabricantes de cámaras de este estilo no proveen protocolo SCPI sino SDKs en lenguajes como C/C++.

8. Referencias

Drivers de instrumentos

- [D1] *Driver cámara rápida – PHOTRON Device Control SDK*. URL: https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1JF9_xeGIfSqdodT1vvY0AUSsgOF0vit.
- [D2] *Driver cámara rápida – Pixelfly ge*. URL: https://www.pco.de/fileadmin/user_upload/pco-driver/DI_540_W7_W8_W10_V201_12.zip.
- [D3] *Driver generador de funciones – PathWave BenchVue Software*. URL: https://www.keysight.com/us/en/software/application-sw/benchvue-software.html#.
- [D4] *Driver osciloscopio – Software*. URL: <http://hantek.com/products/detail/12166>.
- [D5] *Drivers DAQ*. URL: <https://www.mccdaq.com/Software-Downloads.aspx>.
- [D6] *Drivers osciloscopio – Software – GDS-2064*. URL: <https://www.gwinstek.com/en-global/products/detail/GDS-2000>.
- [D7] *Drivers osciloscopio Tektronix – OpenChoice Software*. URL: <https://www.tek.com/oscilloscope/tds210-software/tektronix-openchoice-desktop-application-tdspcs1-v28>.
- [D8] *Power Supply – Firmware, Easy Power software, drivers*. URL: <https://siglenta.com/service-and-support/firmware-software/dc-power-supplies/#spd3303c-series>.
- [D9] *SDK cámara rápida – Pixelfly ge*. URL: https://www.pco.de/fileadmin/user_upload/pco-software/SW_PFSKWIN_201_10.zip.

Manuales y Datasheets

- [M1] *Datasheet cámara rápida – Pixelfly ge*. URL: https://www.pco.de/fileadmin/user_upload/db/products/datasheet/pixelfly_20090505.pdf.
- [M2] *Datasheet DAQ – DT 9816*. URL: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1VV5EdGXc6WlQS5jfbQCBU0PoskLsW97D>.
- [M3] *Datasheet Generador de Funciones – Agilent 33220A*. URL: https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1PV3TREbkDsKuKs_e3g9gFTK2SgMF3CnQ.
- [M4] *Datasheet Osciloscopio – GDS-2064*. URL: <https://www.gwinstek.com/en-global/products/downloadSeriesDownNew/11872/1018>.
- [M5] *Datasheet Osciloscopio – TDS 1002B*. URL: <https://datasheet.octopart.com/TDS1002B-Tektronix-datasheet-20683023.pdf>.
- [M6] *Manual cámara rápida – Pixelfly ge*. URL: https://www.pco.de/fileadmin/user_upload/db/download/MA_PFOPIE_0603b.pdf.
- [M7] *Manual DAQ – DT 9816*. URL: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1VV5EdGXc6WlQS5jfbQCBU0PoskLsW97D>.
- [M8] *Manual de Programación Osciloscopio – GDS-2064*. URL: <https://www.gwinstek.com/en-global/products/downloadSeriesDownNew/11848/1018>.
- [M9] *Manual de Programación Osciloscopio – TDS 1002B*. URL: https://download.tek.com/manual/TBS1000-B-EDU-TDS2000-B-C-TDS1000-B-C-EDU-TDS200-TPS2000-B-Programmer-077044403_RevB.pdf.

- [M10] *Manual de Programación Osciloscopio – TDS 210*. URL: <https://download.tek.com/manual/071049301.pdf>.
- [M11] *Manual Generador de Funciones – Agilent 33220A*. URL: http://ecelabs.njit.edu/student_resources/33220_user_guide.pdf.
- [M12] *Manual Osciloscopio - TDS 210*. URL: <https://download.tek.com/manual/071039803.pdf>.
- [M13] *Manual Osciloscopio – DSO 4000B*. URL: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1kI8T5K8enbM5wLPBmg1PQKAzQqS-Ebjx>.
- [M14] *Manual Osciloscopio – GDS-2064*. URL: <https://www.gwinstek.com/en-global/products/downloadSeriesDownNew/11824/1018>.
- [M15] *Manual Power Supply – SPD 3303D*. URL: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1MJW602AxnU3097x13rezANeWoS087ziF>.

Otros

- [16] *PCO cámara - producto actualmente vigente*. URL: <https://www.pco.de/highspeed-cameras/pcodimax-hs4/>.
- [17] *Placa PCI para cámara Pixelfly*. URL: https://www.picclickimg.com/d/1400/pict/224182875734_/PC0-Imaging-PCI-Card-board-540-SC-EV0.jpg.