

Proyecto final

Laboratorio remoto: Viga simplemente apoyada

UNIVERSIDAD DE LA MARINA MERCANTE, CABA, BUENOS AIRES ARGENTINA

leandro.cintioli@alumnos.udemm.edu.ar

luis.villacorta@alumnos.udemm.edu.ar

pablo.tavolaro@alumnos.udemm.edu.ar

Profesor Tutor: Marcelo Bellotti

Resumen

Se trata de una mejora en el dispositivo de ensayo construido en la presente Universidad en el marco del documento “Proyecto Final 2019 - Banco de prueba - Viga sometida a carga puntual R3”. Se propone una automatización completa de los servomecanismos existentes, lectura microcontrolada de celdas de fuerza en las reacciones del ensayo y la medición de la flexión de deformación elástica del elemento bajo prueba, comunicación con una servidor que permitirá ingresar los parámetros del experimento y presentar los resultados a un usuario remoto vía logeo en la Web.

La innovación fue inicialmente presentada en el documento anteproyecto “Ensayos de laboratorio de manera remota para una barra sometida a carga puntual” presentada en la Cátedra “Diseño y construcción de Equipos” de esta misma universidad. Se evaluaron posteriormente las propuestas con desarrollo en el documento “Laboratorio remoto .Ensayo viga simplemente apoyada. Avance 1”, se enumeraron las observaciones y conclusiones de los ensayos con los diferentes sensores y métodos de medición para obtener precisión y repetibilidad así como un error máximo conocido, acotando la funcionalidad del dispositivo al target de magnitudes esperables para las condiciones del ensayo y el alcance original.

Objetivo

Explicar el funcionamiento de la automatización del banco de ensayo provisto por Ingeniería Mecánica para realizar mediciones remotamente

Antecedentes

La automatización se hizo sobre el documento “Proyecto Final 2019 - Banco de prueba - Viga sometida a carga puntual R3”. Ver anexo A

Este documento tiene anexado los siguientes documentos.

Documento
Proyecto Final 2019 - Banco de prueba - Viga sometida a carga puntual R3
Manual del usuario
Descripción del firmware
Sistema de comunicación
Guia de instalación del cliente-servidor
Planilla de cálculo
Esquemáticos del proyecto
Tavolaro,Villacorta ,Cintioli Informe mayo 2021
Tavolaro,Villacorta ,Cintioli Informe junio 2021
Tavolaro,Villacorta ,Cintioli Informe septiembre 2021
presentación parcial-Noviembre
Presentación Final -Diciembre
Lista de documentos

Los links a los documentos se encuentran en:

[!\[\]\(a03a7eb2f4046e1d3c76772003e549ea_img.jpg\) LRVSA_Lista de documentos](#)

Introducción

El sistema consistió en un aparato para medir reacciones de apoyos y flexión por deformación elástica causados por una carga que se aplica en una viga simplemente apoyada (isostática). Dichos parámetros se obtienen por medio de sensores de carga para las reacciones y sensor o medidor de distancia para la flexión..

El Banco de prueba de laboratorio podrá ser operado a distancia (vía web), el sistema permitirá modificar la posición e intensidad de la carga aplicada en cada ensayo.

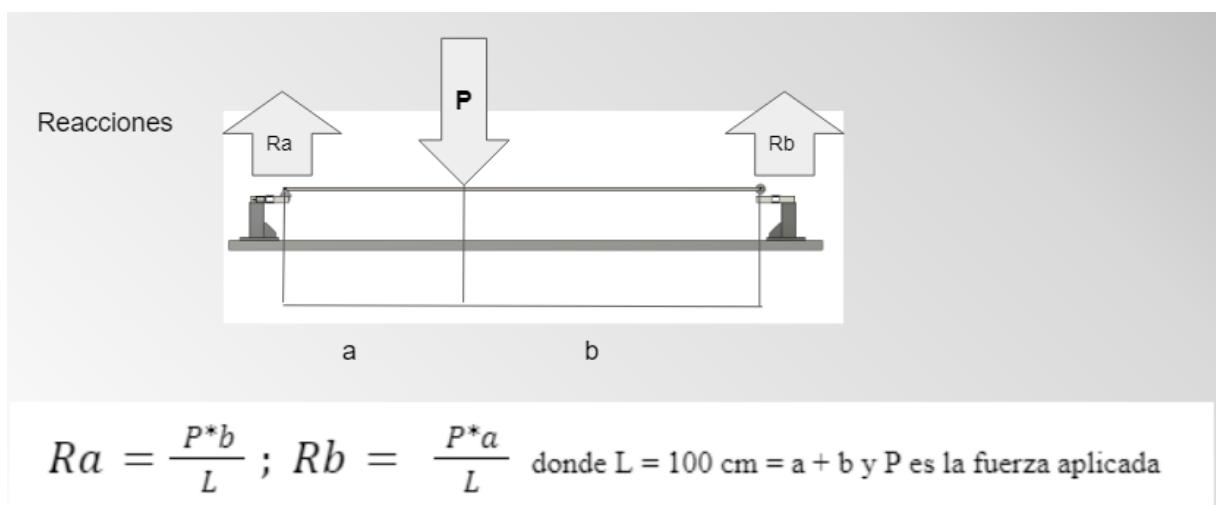
La plataforma de la universidad proporcionará al individuo los valores que le permitan llegar a desarrollar los diagramas característicos de viga simplemente apoyada.

Puesto que dichos ensayos pueden llevarse a cabo de manera remota y para favorecer la experiencia visual del operador, se transmitirá el ensayo en vivo a través de una cámara situada junto al aparato.

Mediciones a realizar

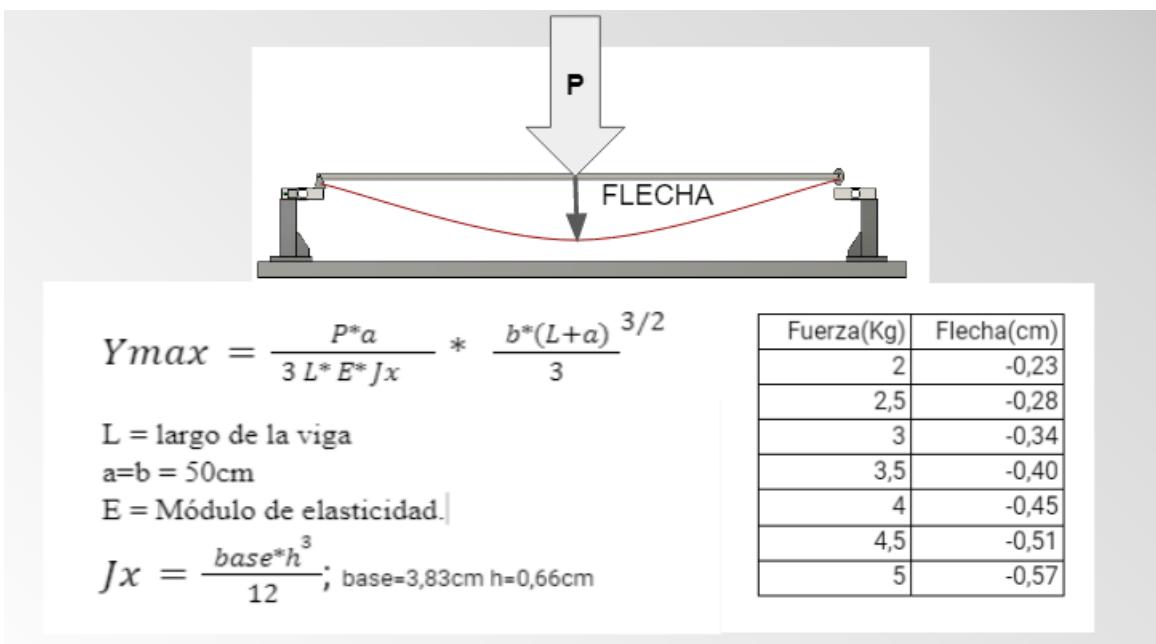
Reacciones

El esquema de cargas a reproducir con nuestro banco es el siguiente:



Se propone aplicar una fuerza P y medir las reacciones Ra y Rb

Flecha máxima



Se propone aplicar un fuerza P en a=b=50 cm y medir la reacciones de la flecha.

Sistema Mecánico

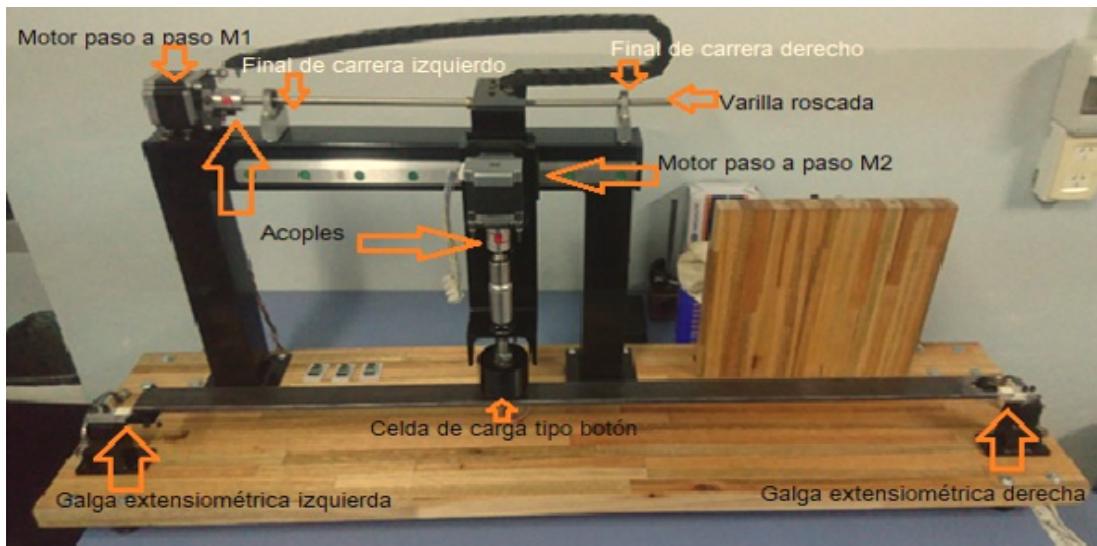
El sistema está compuesto de dos motores paso a paso, el motor "1" es el encargado de determinar la distancia donde se aplica la fuerza a posteriori del ensayo, y el motor "2" es el que aplica dicha fuerza.

El motor 1 está controlado a lazo abierto.

Cada motor tiene un final de carrera para poder tomar una referencia de movimiento.

En los extremos de la viga tenemos dos celdas de cargas que miden las fuerzas de reacción, estas las llamamos cell_reaction 1, cell_reaction 2.

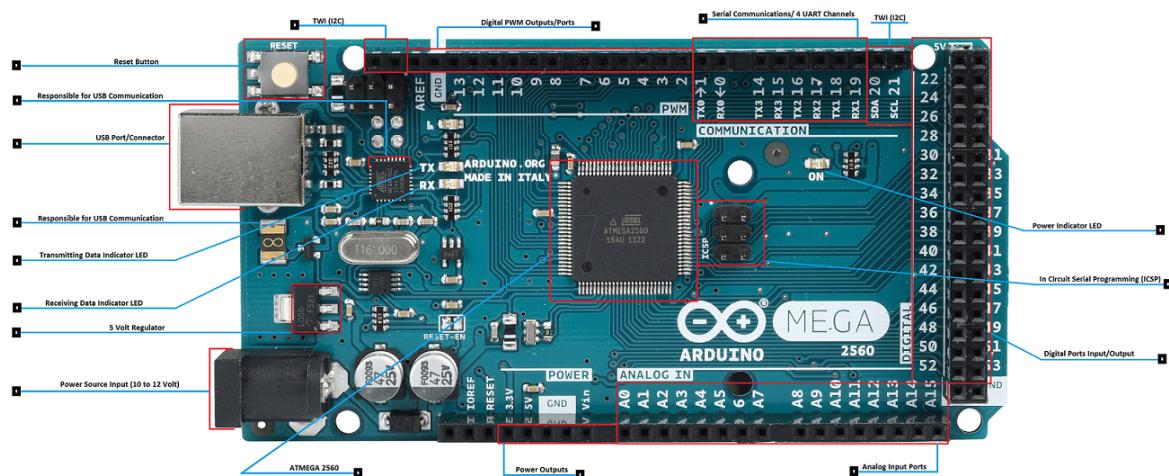
El motor 2 está controlado a lazo cerrado por la suma de cell_reaction 1 y cell_reaction 2.



Módulos de electrónica

La alimentación es de 24v para los motores y de 5V para el resto del equipo.

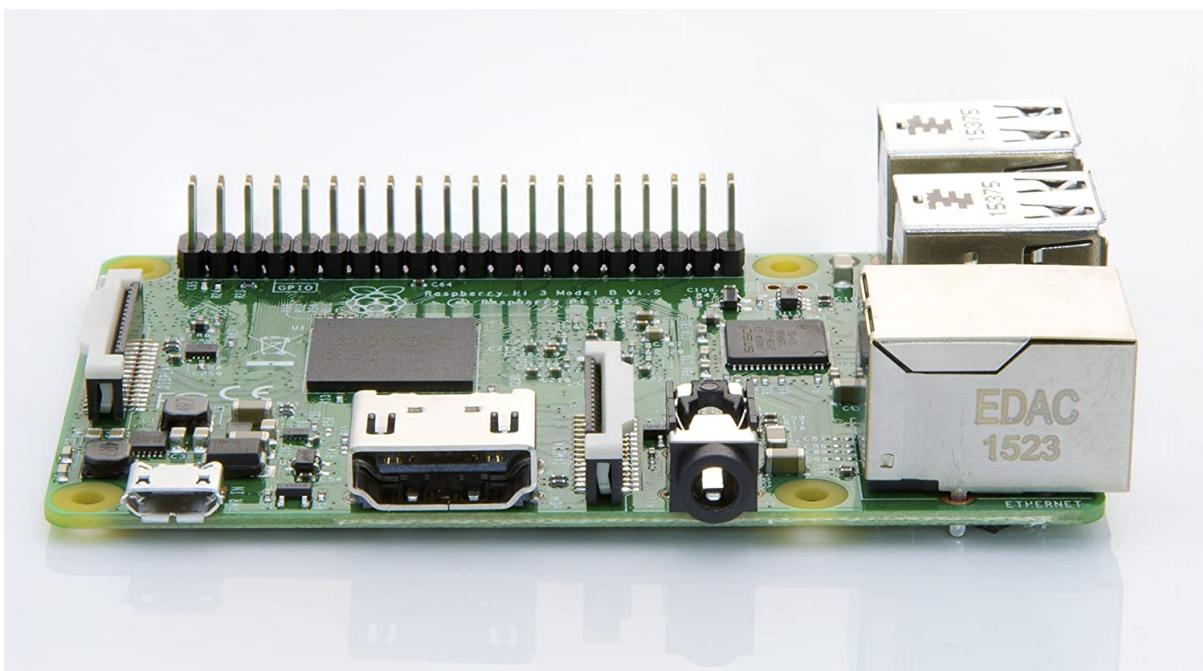
Microcontrolador ATmega2560 de 256 Kbytes de Flash, 8K de SRAM y 4K bytes de EEPROM de la empresa Microchip. Montado sobre la plataforma Arduino Mega. Usa un cristal de 14.675Mhz para cubrir los baudrate estándar de RS232.



Arduino MEGA Pinout

www.CircuitsToday.com

Raspberry pi 3: Se usa como servidor web



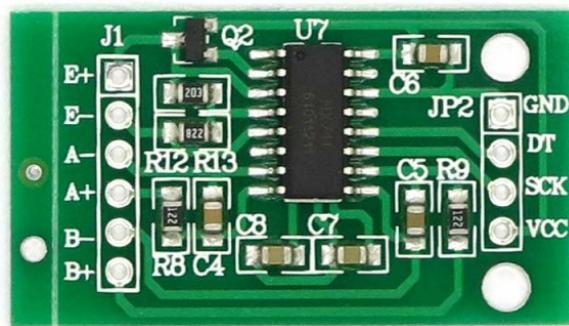
2 (dos) unidades Driver Dm542E



El microcontrolador realiza el control por dos pines PUL,DIR, que le permiten regular la velocidad, modificar el sentido de giro y controlar dos finales de carrera.



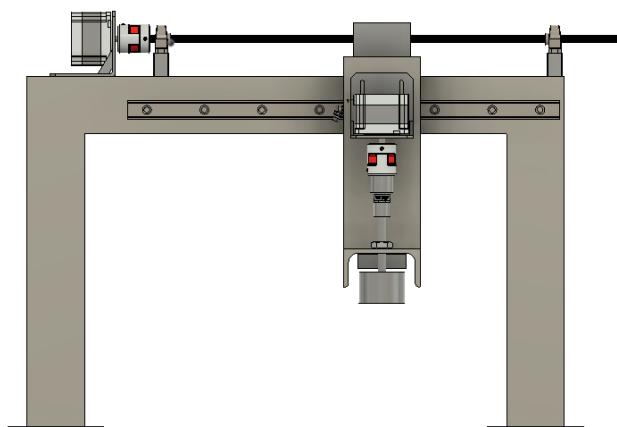
Posee 2 celdas de carga de 20 Kg para medir la fuerza. , las dos poseen el HX771, encargado de acondicionar la señal de las galgas internas a cada celda. Usa un conversor A/D dedicado de 24 bits, el cual devuelve un valor proporcional, por un protocolo serie.



Para comunicarse con el host se utiliza un puerto serie USB que emula RS232.

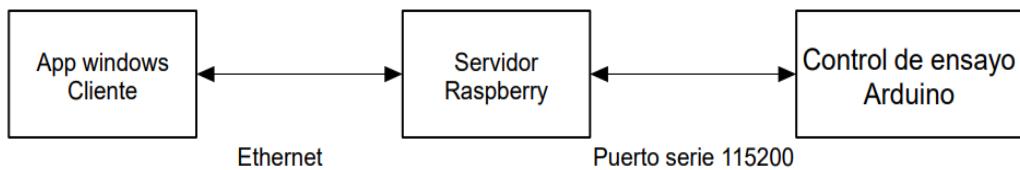
Posición.

El motor 1 a través de un acople mecánico es solidario a una barra roscada M8, de 2 mm por paso, esta tiene acoplado al motor 2. La barra tiene un desplazamiento útil desde los 20 cm de posición del cursor a los 50 cm que es la mitad de la longitud de la viga. El paso del motor 2 es de 1 mm por vuelta.

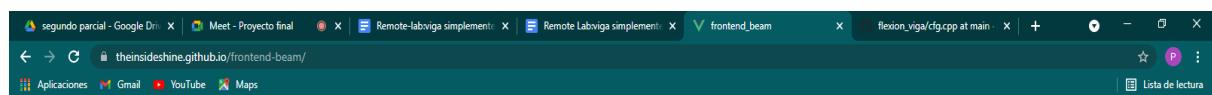


Comunicación

El control remoto cumple el siguiente esquema



Se desarrolló un aplicación del tipo del cliente que mediante peticiones rest se comunica con el servidor .



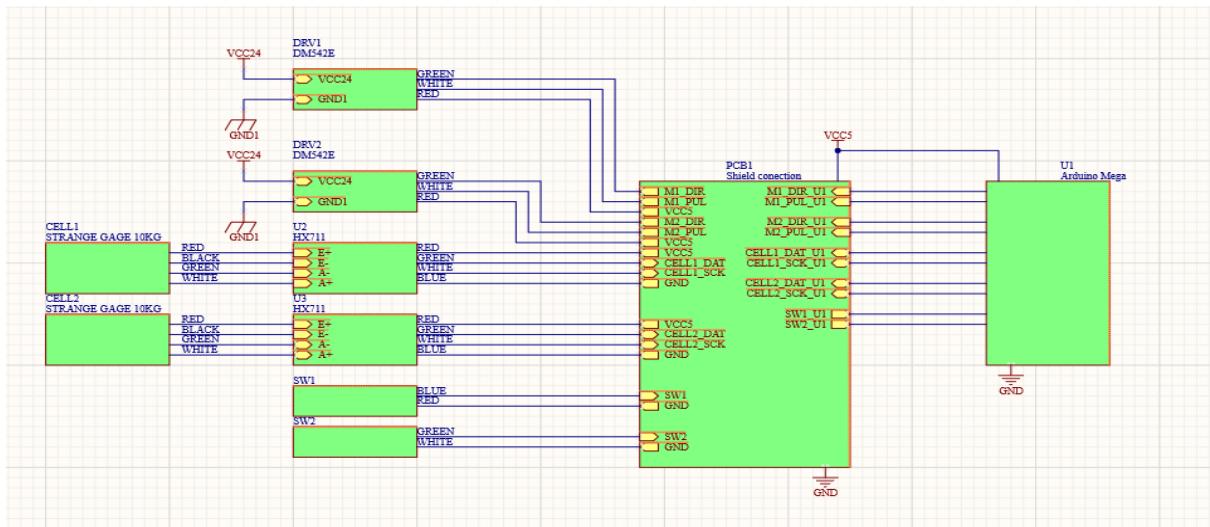
El Servidor se escribió en flask, este se comunica con el arduino ,por medio del puerto serie.
Los documentos de referencia de la comunicación se encuentran en el anexo-A

Firmware

Los documentos de referencia del firmware se encuentran en el anexo-A

Hardware

Se desarrolló el siguiente esquema electrónico

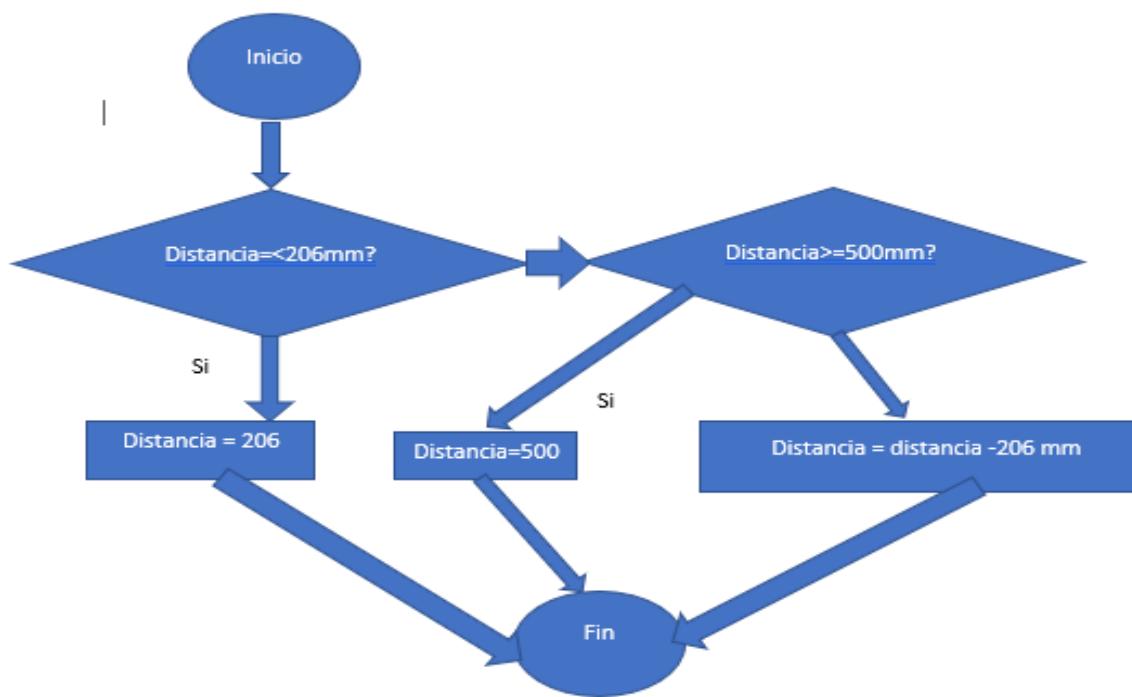


El esquemático se encuentran en el anexo-A

Desarrollo

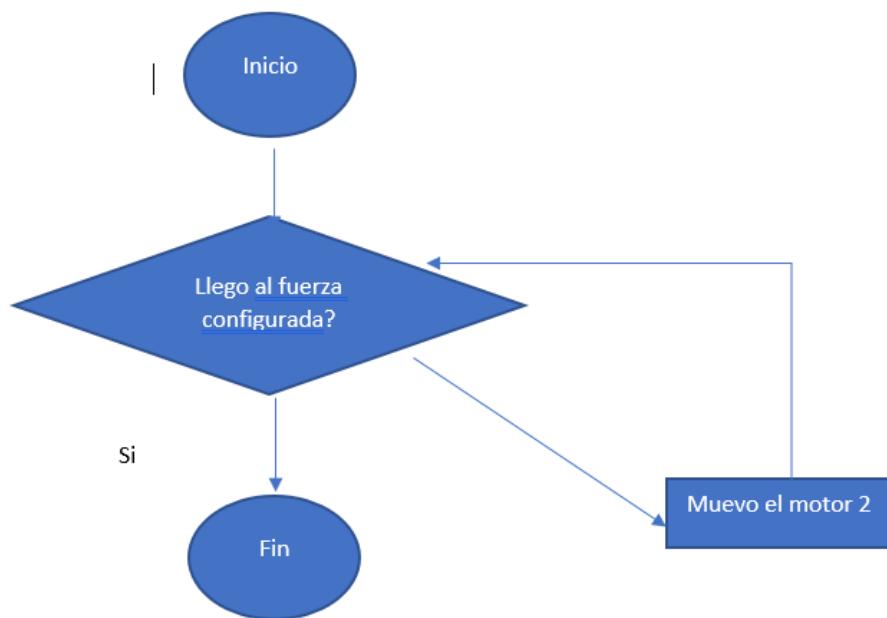
Posicionamiento de las fuerza aplicada

El movimiento del motor 1 sobre la viga tiene un recorrido útil de 206 mm a 500 mm, para hacer la conversión se usa el siguiente algoritmo



Fuerza aplicada

El control a lazo cerrado se realiza con el siguiente algoritmo.

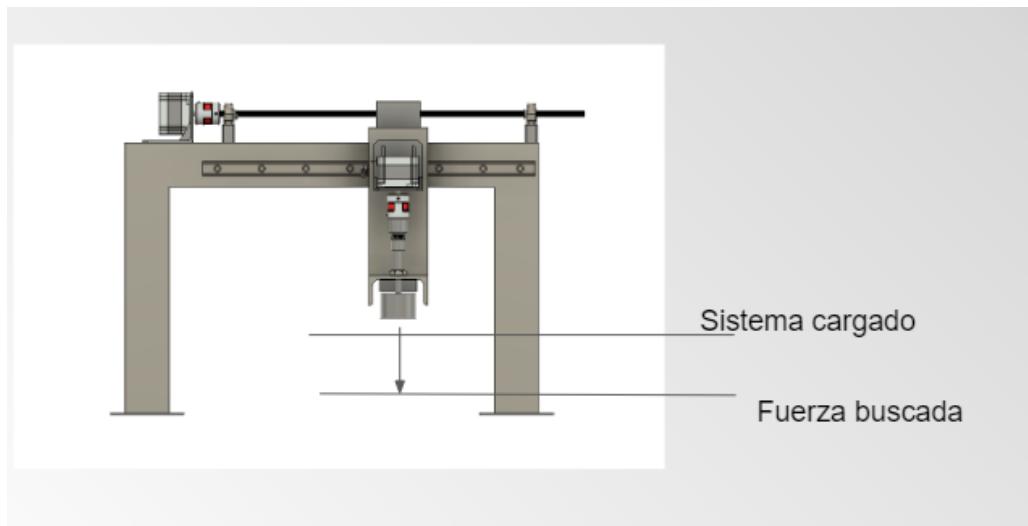


Cálculo de flecha

Se cuenta la cantidad de pasos hasta la fuerza configurada, esa cantidad por una constante de conversión Kstep_pro es igual a la flecha

Sistema cargado

Para absorber el error del sistema mecánico se detecta un fuerza de 500g ,y en ese momento se comienza a contar los pasos



Calibración de flecha

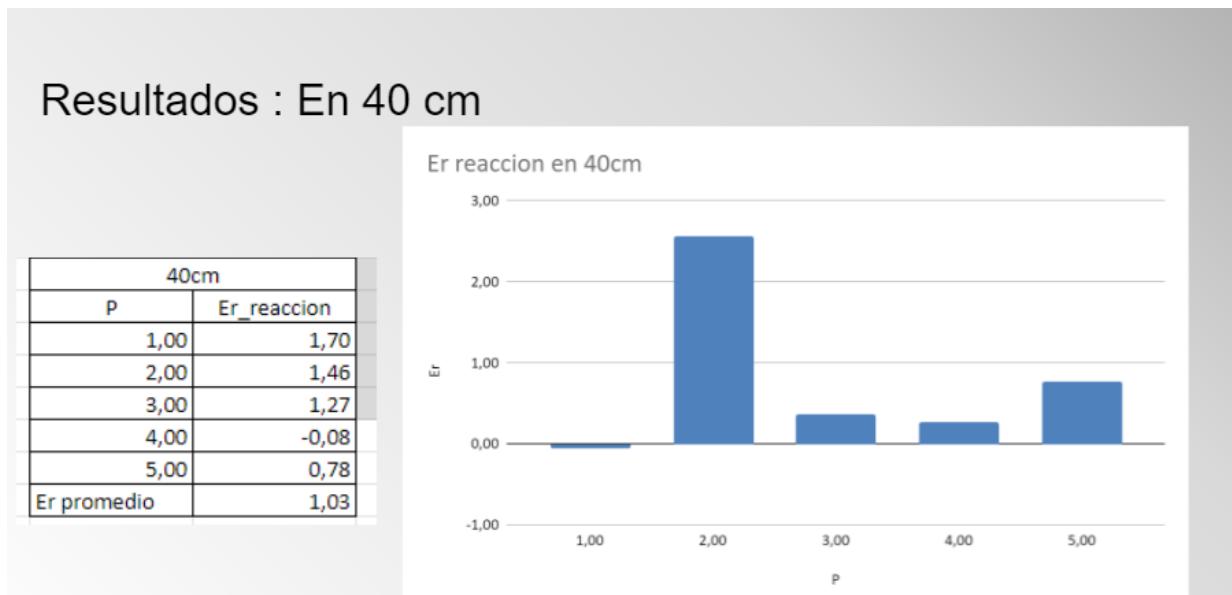
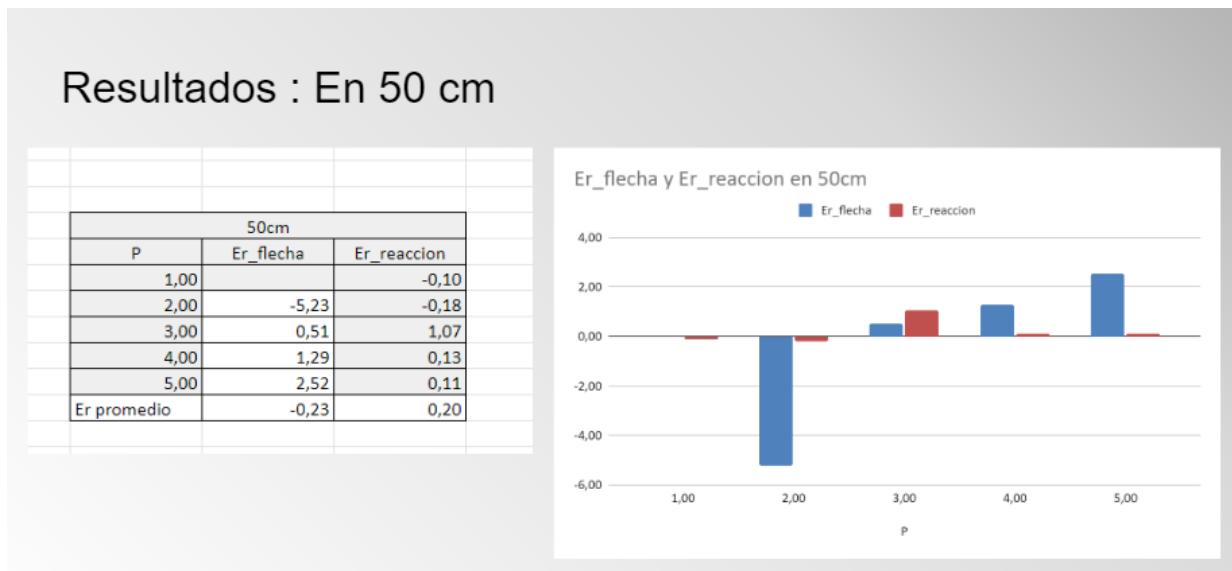
Se realizan N=7 medición entre 2kg y 5kg y se calculó la constante promedio de conversión para luego $\text{Flecha} = \text{Kstep_pro} * \text{step}$

se Confecciona la siguiente tabla

P(Kg)	Flecha(cm)	cantidad de pasos	kstepX=W(ac)/step	datos ingresados	constante calculada
2,00	-0,2270436856				
2,50	-0,283804607				
3,00	-0,3405655284				
3,50	-0,3973264498				
4,00	-0,4540873712				
4,50	-0,5108482926				
5,00	-0,567609214				
		$\text{kstep_pro}=\text{Sum}(\text{KstepX})/7$			

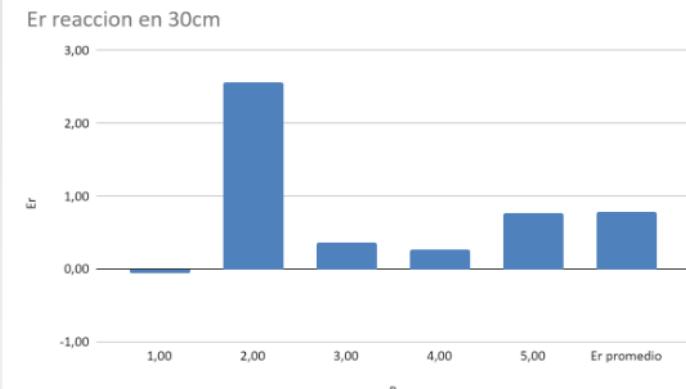
Resultados

Se realizaron una serie de mediciones con diferentes variables de entrada. A continuación se muestran algunas de ellas.



Resultados : En 30 cm

30cm	
P	Er
1,00	-0,05
2,00	2,57
3,00	0,37
4,00	0,27
5,00	0,77
Er promedio	0,78



Conclusiones

El rango de cargas aplicadas dentro de la deformación elástica de la viga, es de 2kg a 4kg, y así cumplir con la deformación máxima del documento. "Proyecto Final 2019 - Banco de prueba - Viga sometida a carga puntual R3" y con los errores relativos máximos

Con este rango de cargas las flexiones a medir están dentro del rango de 1 mm y 5 mm.

Se descarta el uso del sensor de tiempo de vuelo (TOF)

El rango de la posición de la carga puntual es entre 50 cm y 30 cm.

El error relativo de las reacciones es a es inferior al 2%

El error relativo de la flexión es inferior al 7%

Anexo A-referencias

Beer, Johnston, Mazurek, Eisenberg (2010) *Mecanica Vectorial para Ingenieros*, Novena Edición:Mc Graw-Hill

Mandrut, Victor; Suarez, German (1996) *Medidas Electrónicas I*, Buenos Aires, Argentina: ML

Villasante, Jose Dr. (2019) *Proyecto Final 2019*, Buenos Aires, Argentina.

“Proyecto Final 2019 - Banco de prueba - Viga sometida a carga puntual R3”:

[!\[\]\(26388bf82a9d28864e0ddb284e508cab_img.jpg\) Proyecto Final 2019 - Banco de prueba - Viga sometida a carga puntual R3.docx](#)

Desarrollo del proyecto

Tavolaro, Villacorta ,Cintioli Informe mayo 2021

[!\[\]\(2b0f02b4a70afa75816b328a8d32ffe7_img.jpg\) LRVSA_preProyecto](#)

Tavolaro, Villacorta ,Cintioli *Informe junio 2021*

[!\[\]\(e67eff789babac868c3bd58f85840c5a_img.jpg\) avance1-RLVSA](#)

Tavolaro, Villacorta ,Cintioli *Informe septiembre 2021*

[!\[\]\(9563e6845e9460f02a8b96af0592b0be_img.jpg\) avance2-RLVSA](#)

Código fuente

Código en c++ del ensayo: https://github.com/theinsidesshine/flexion_viga

Código en python del servidor del ensayo:

https://github.com/theinsidesshine/beam_remote_lab_server

Código en Vue del cliente: https://github.com/theinsidesshine/flexion_viga

Descripción del firmware: [!\[\]\(f129944d641891b03b2079f31803f924_img.jpg\) Firmware-RLVSA](#)

Sistema de comunicación: [!\[\]\(5fa0e4b749bd76359dceeae0beb7acab_img.jpg\) Comunicacion-RLVSA](#)

Esquemáticos del proyecto :

[!\[\]\(940a05a47a0884dbfac925acc638f1c8_img.jpg\) remote_lab_test_beam_v2.00.pdf](#)

[!\[\]\(eceec5814f6455ba72f63a4af0d74deb_img.jpg\) remote_lab_test_beam_shield_v2.00.pdf](#)

Links a documentos.

[!\[\]\(7a8ba661b68f5759c6a6a65630174b0d_img.jpg\) LRVSA_Lista de documentos](#)