

Descripción laboratorio
TallerInE
Robótico y Comunicaciones

IIE-FING-UdelaR

2024

1. Resumen

En este documento se presenta el proyecto final del taller robótica y comunicaciones del Taller de Introducción a la Ingeniería Eléctrica. Se presenta una actividad integradora que busca evaluar no solo la calidad técnica de la solución, sino también el desempeño como equipo, elaboración de la documentación del proyecto (informes, presentación oral) y el aporte del equipo al grupo en la solución final del sistema en su completitud.

A continuación se detallan y describen las distintas etapas que integran el laboratorio. Se deberá trabajar tanto en horario de clase como por fuera de éste para lograr alcanzar los objetivos y poder así recorrer de buena manera el proceso del taller.

2. Introducción

El laboratorio consiste en la realización de un proyecto grupal que se desarrollará durante la segunda etapa del semestre. Se comienza trabajando en grupo de tres integrantes en una etapa inicial y posteriormente se pasará a grupos de 6. En la etapa final habrán definiciones y coordinación para lo cual habrá que interactuar entre los distintos grupos.

Se propone la elaboración conceptual y de pruebas de un sistema logístico para una planta industrial. El sistema debe poder clasificar y corroborar condiciones mínimas del paquete o mercadería, su traslado desde la cinta transportadora hasta el lugar de acopio y el acopio definitivo en su destino final. El objetivo es definir, diseñar y plantear una maqueta a modo de *Mínimo Producto Viable - MVP* en el cual se definirán la logística de funcionamiento de la planta, la interacción entre distintas máquinas del sistema y el alcance del mismo.

El proyecto, al igual que el curso, tiene como objetivos principales:

- Incrementar la capacidad del trabajo en equipo. Principalmente trabajar en la organización (horarios, asignación de tareas, etc.) y favorecer el intercambio de ideas y opiniones.
- Dotar al alumno de herramientas y buenas prácticas de documentación científica.
- Lograr que el alumno tenga la capacidad de dar a conocer el trabajo realizado, apoyándose en distintos medios de comunicación cómo pueden ser presentaciones, pósters y vídeos.

Es muy importante tener en claro que el cumplimiento de las distintas tareas debe ser en tiempo y forma para poder alcanzar los objetivos del proyecto en forma coordinada.

3. Objetivos

El proyecto se centra en la implementación de una planta industrial que representará un centro logístico. Se identifican un grupo de 3 máquinas con diferentes funcionalidades: elevadores, cintas transportadoras y vehículos de transporte. Cada equipo debe diseñar, construir y programar las funcionalidades de una de las máquinas con los materiales vistos y utilizados en el curso (no es exclusivo).

La primera etapa se centrará en el trabajo interno del equipo, primero de 3 estudiantes y luego de 6. En esta etapa se desarrollará la idea, diseño y se definirán las funcionalidades de la máquina elegida por el grupo. Esta etapa del proyecto se enfocará fuertemente en el diseño y el ensamble físico de cada máquina.

La segunda etapa del proyecto consistirá en la interacción e integración de las diferentes máquinas en el sistema. El objetivo es que un grupo de 3 máquinas puedan interactuar en manera coordinada y *autómata* (sin participación externa). Para esto se definirán las bases de un sistema de comunicación entre las máquinas y pautas que deben seguir las mismas para que puedan encastrar en el sistema sin necesidad de ajuste del mismo.

En esta segunda etapa habrá una fuerte interacción entre los grupos (ya se trabajará en grupos de 6) que compongan una planta. Es decir, se finalizará esta etapa trabajando en grupos de desarrollo que involucren mas de una máquina que componen la planta industrial. Para el correcto funcionamiento de la planta, cada máquina debe cumplir con las especificaciones que se le presente e interactuar con las demás. Se debe definir y seguir un protocolo de comunicación o de pasaje de información común con el resto de las máquinas de la planta.

En los siguientes vídeos pueden verse distintos ejemplos de plantas industriales haciendo uso de un sistema de logística del índole del que será diseñado durante el proyecto.

- <https://www.youtube.com/watch?v=RPY0nfPiRdM>
- <https://www.youtube.com/watch?v=hhGad3juAGg>
- <https://www.youtube.com/watch?v=bn5jjVKhFUs>

3.1. Elevador móvil y zona de acopio

Se debe diseñar un prototipo de elevador de materiales. El elevador debe poder recorrer cada uno de los pisos que se le indique (en un principio a través de la consola -comunicación serial-). Se utilizarán como estructura de acopio y depósito un sistema de racks de varios niveles. Para esta etapa, el sistema debe poder almacenar en racks de al menos 3 filas y 2 columnas como se muestra en la figura (3.1).

Materiales disponibles:

- sensores IR, RGB, etc.
- uno o más motores DC, servos
- Ruedas y poleas y materiales portantes o de estructura
- Se cuenta con dos arduinos, XBEEs, chips ESP32/8266 (opcional)
- Display LCD para desplegar estado de las estanterías
- Elementos de seguridad (fin de carrera, botones de parada, etc).

La altura de cada piso se representará por un recorrido horizontal de 10cm (se acepta una tolerancia de $\pm 2\text{cm}$), que mediante un sistema de engranajes se transformará en el recorrido de un piso del sistema (esto no se pide). Se recomienda utilizar un arduino para fusión sensorial y otro para comunicación, sensado y despliegue de información.

Se pide como Tarea 1: Desplazamiento vertical.

En esta etapa se definirá el movimiento vertical, sistemas de seguridad y despliegue del estado del rack. Para esto se pide:

- Diseñar y construir un sistema de elevador móvil, haciendo uso del microcontrolador Arduino y de los demás materiales.
- Construir una zona de acopio de materiales para pruebas. Es imprescindible para el correcto funcionamiento del centro logístico que el lugar de acopio tenga la disposición que se muestra en la figura 3.1

La lógica del sistema debe contemplar:

Se ingresa el piso al que debe ir la plataforma del elevador. En esta etapa nos centraremos en el movimiento físico de la grúa el cual dependerá del arduino principal, encargado de la fusión sensorial de la máquina. Se debe realizar un indicador del piso en el cual se encuentra la plataforma (mediante leds o LCD).

Se debe entregar los siguientes documentos.

- Diagrama de flujo con la solución planteada.



Figura 1: Zona de acopio de materiales.

- Función *int ingresoPiso()*, cuya salida se guardará en la variable global *int piso* a partir de la orden ingresada por el usuario y deberá posicionarse físicamente.
- Función *actualizarDisplay(int númeroPiso, *argsExtra)*, la cual recibe la información y la despliega (puede ser por leds o mediante Display - LCD).

¿Qué se debe entregar?

- Informe (leer el documento "Pautas para la redacción de informes.^{en} la plataforma EVA).

Aclaraciones (más allá de lo que se recomienda en el documento):

- Debe contener diagrama de flujo general. Y si amerita diagrama de flujo de cada una de las funciones implementadas.
- Esquema mecánico del sistema de desplazamiento vertical diseñado.
- En caso de querer presentar código en alguna parte del informe, el código deberá ir en un anexo y éste ser referenciado en el informe.
- Esquema eléctrico con las conexiones realizadas.

En la figura (3.1) se muestran ejemplos de referencia para la elaboración del elevador.

Fase II - Recepción de materia prima

El elevador debe ser capaz de recibir las cajas por parte del vehículo. Las cajas serán entregadas mediante gravedad para lo cual el elevador debe tener una plataforma donde se volcarán las cajas desde el vehículo. La información correspondiente de la caja será transmitida por el carro y el elevador debe encargarse de desplegarla mediante el LCD.

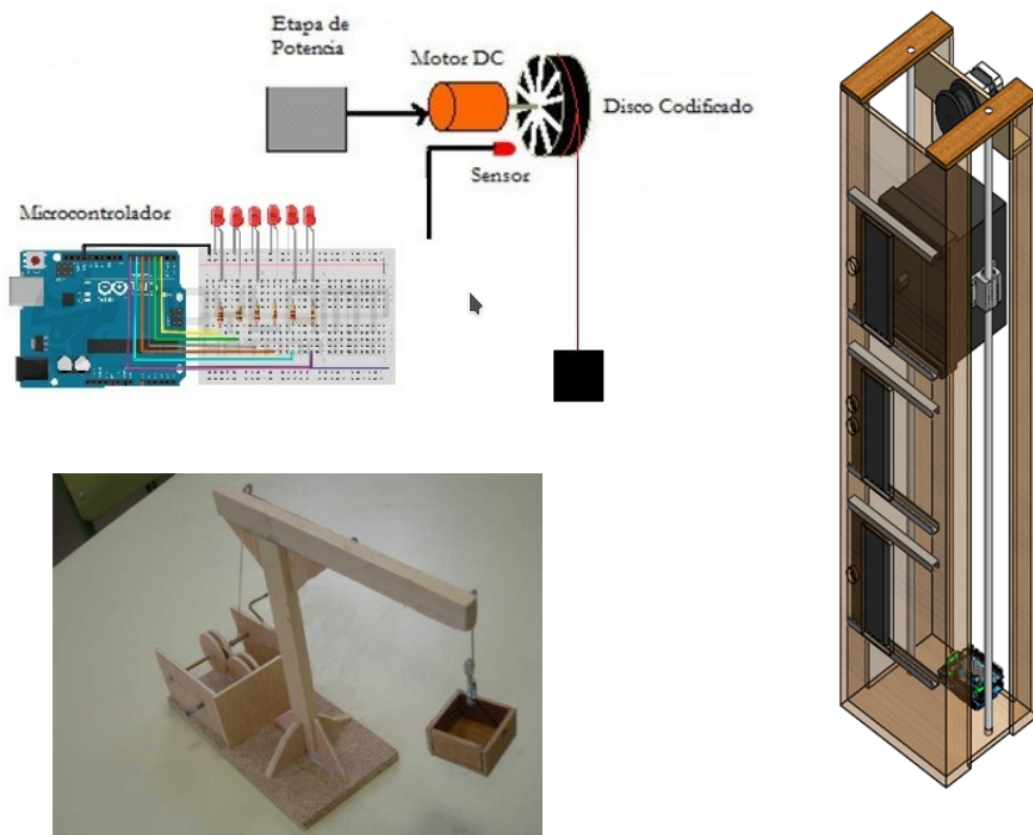


Figura 2: Elevador por roldana. Se observa: sistema de sensado de distancia, indicador de piso y las dos posibles estructura (tipo grúa y tipo ascensor)

3.2. Cinta transportadora

Diseñar y construir una cinta transportadora de objetos que pueda:

- Opción 1: diferenciar las distintas cajas por color. También, deberá detectar si las cajas están tapadas o no.
- Opción 2: simular un sistema de tolva de llenado.

Además, debe tener un botón de arranque y un botón de parada, dos Leds de anuncio (uno de funcionamiento correcto y otro para indicar falla y/o problema -por ejemplo, cuando una caja está destapada-). Esta información además deberá ir desplegada en una pantalla LCD. El botón de arranque/parada debe comandar la cinta transportadora y a su vez funcionar como botón de pánico (emergencia). Se deben incluir sistemas de seguridad física que se crean necesarios.

La cinta debe detenerse cuando una caja llegue al extremo cumpliendo con las especificaciones para ser acopiada. Una vez despachada esta caja, se deberá retomar el funcionamiento con la siguiente caja.

Se pide:

- Diseñar toda la mecánica y la lógica de programación haciendo uso de un microcontrolador Arduino de la cinta transportadora de al menos 30cm de longitud. Esto incluye: Diseño y construcción de la cinta, comando mecánico y lógico.
- Implementar en la lógica la lectura del botón de parada y el manejo de los leds o display LCD.
- Implementar detector de caja al borde de la cinta. La cinta deberá parar cuando vea una caja llegando al borde. Es necesario trabajar en el posicionamiento correcto de la caja para luego ser entregada a un vehículo de transporte.

Observar la figura (3.2) para tener una referencia. Se puede trabajar con

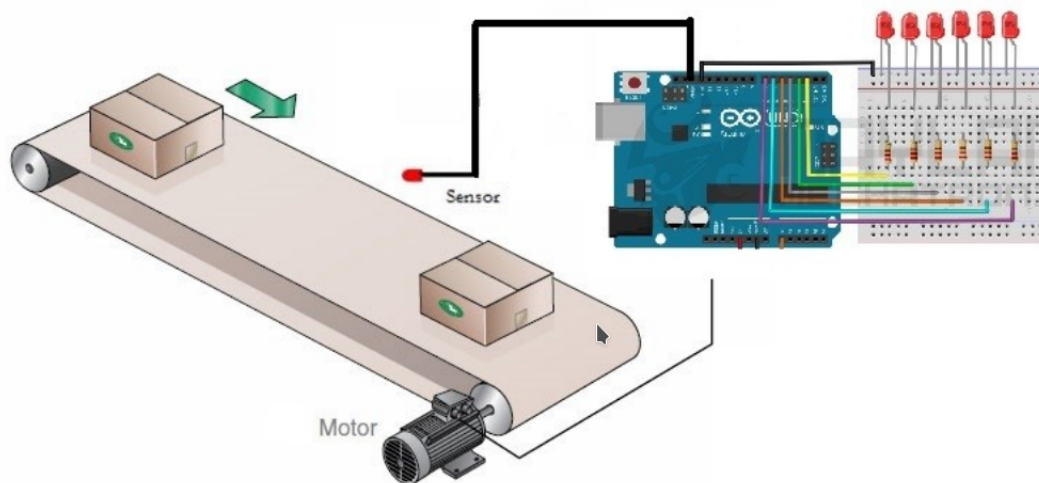


Figura 3: Cinta transportadora, con detección de producto e indicador de estado de funcionamiento.

dos arduinos, pero se debe asegurar que las funcionalidades de movimiento y seguridad estén definidas en un arduino encargado de la fusión sensorial y la actuación. El segundo arduino se usará para desplegar información, recibir información de los sensores y para la comunicación con las demás máquinas.

3.3. Carro de transporte

Diseñar y construir un carro de transporte de productos para uso interno de la planta. El mismo debe ser capaz de seguir el circuito establecido en la planta (seguir líneas) e identificar su posicionamiento dentro de la planta y con la máquina con la que interactúa.

Para la implementación del mismo se entregan los siguientes materiales:

- Motores DC (corriente continua) y servos.
- 1 controlador de motores DC de 2 canales.
- Ruedas grandes.
- 1 plataforma y una rodadura esférica.
- 1 Arduino UNO y shield de pines para facilitar conexión.
- 1 zócalo para 2 baterías 18650 3,7V y 1 cargador de baterías.
- 4 sensores IR (infrarrojos)

Se pueden utilizar dos arduinos, pero uno de ellos debe ser el encargado del control de movimientos, la seguridad física y la fusión sensorial. EL segundo arduino se encargará de la comunicación con el exterior, información de sensores, etc.

En esta etapa se debe implementar:

- Seguidor de línea
- Reconocimiento de posicionamiento (colores en el piso)
- diagrama de conexiones
- diagrama de flujo.

Fase II

Navegando en la pista

Los carros deben ser capaces de seguir una línea marcada a modo de guía. Esta línea tendrá un espesor de cinco centímetros (5 cm) de color negro sobre fondo blanco. La pista tendrá forma elíptica y tendrá una zona de circulación y una zona de parada. No tendrá esquinas rectas y las bifurcaciones estarán señalizadas mediante un patrón o un marca señalizada mediante una tarjeta RFID. La ubicación de las máquinas estará señalizada mediante tarjetas RFID, cada una identificando una posición en la pista o una máquina en particular. El carro tendrá una lista con el identificador RFID de cada equipo o punto de señalización (tabla de referencia). Esta lista será utilizada para navegar en la pista y poder ubicarse referencialmente.

Recepción de mercadería

Las cajas serán entregadas por la cinta mediante caída por gravedad, para lo cual el carro deberá posicionarse y recibir en una plataforma la mercadería. Esta plataforma debe estar a menos de 15 cm. Una vez entregada la caja, el carro debe recorrer la pista hasta el elevador y entregar la caja también mediante gravedad a una plataforma que estará a 10 cm del piso.

La Información respectiva de la caja será proporcionada por la cinta una vez que catalogue e identifique la mercadería. Esta información será entregada mediante puerto serial por la cinta y esta será entregada a la grúa para que catalogue y almacene la mercadería (se implementará primero cableado y después en forma inalámbrica). El formato y la calidad de la información será definida en acuerdo entre los equipos.

4. Segunda Etapa - Tarea 2 a terminar