

## Proyecto Final de Curso

### Circuito Vertical de Canicas

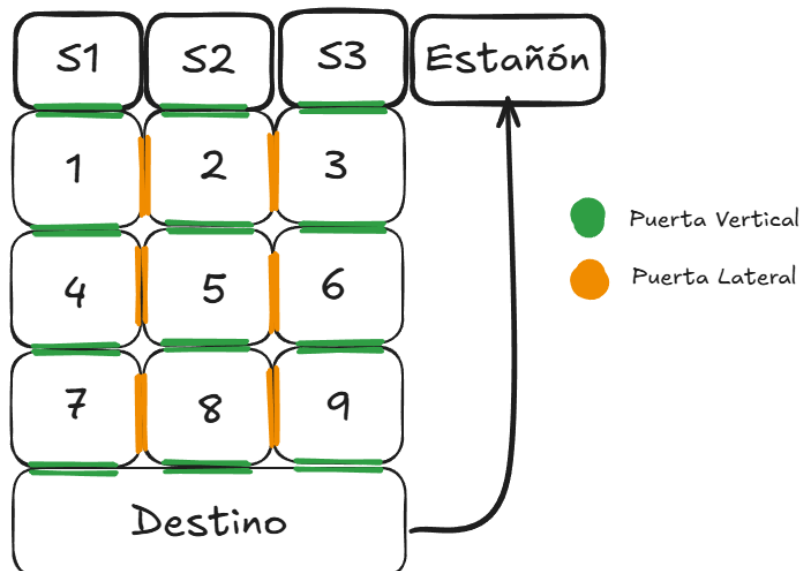
#### I. Objetivo General.

Familiarizar al estudiante en la utilización de tarjetas basadas en microprocesadores y microcontroladores de manera que se aprovechen todos los recursos de software y hardware mediante la construcción de un sistema mecatrónico a la medida.

#### II. Descripción del Trabajo.

En este proyecto de diseño en ingeniería el grupo deberá enfrentarse una labor de complejidad media para estudiantes de ingeniería de séptimo semestre, por ello este trabajo requiere (al igual que todo proyecto) de una adecuada planificación de las tareas a realizar por parte de los estudiantes. La evaluación se compone una serie de avances de carácter formativo como el objetivo de guiar y retroalimentar los estudiantes en el proceso de diseño, y dos evaluaciones sumativas que se detallan en secciones posteriores.

En este proyecto se requiere implementar un sistema mecatrónico que realice la distribución de canicas por medio de un circuito vertical. En la siguiente figura se muestra un diagrama básico del problema a resolver.



Asuma que la imagen representa una vista frontal, es decir la trayectoria desde S1/S2/S3 hasta Destino es un descenso vertical. En términos generales el sistema debe:

- Poder transportar canicas que se encuentran en las zonas S1, S2 y S3 hasta la zona denominada “Destino”.
- Las canicas se desplazan por zonas enumeradas del 1 al 9 de forma lateral y vertical hacia abajo.
- Las zonas se separan por “puertas” verticales o laterales.
- Una vez en la zona de “Destino” las canicas deben subir a un “Estañón” que está a la misma altura que las zonas S1, S2 y S3.
- El sistema desplaza una sola canica a la vez.
- El sistema posee una interfaz que provee información de la operación y permite al usuario interactuar con el proyecto.
- El sistema cuenta con dos modos: Modo manual y Modo Programado.

### III. Requerimientos por Sección

A continuación, se detallan necesidades de las partes o modos del proyecto

**Movimiento de Canicas:** Las canicas se desplazan verticalmente hacia abajo o de forma lateral, pueden moverse de izquierda a derecha o viceversa. Las “Puertas” verticales y laterales no son estrictamente puertas sino separaciones que permitan separar las secciones del circuito. El mecanismo de movimiento vertical y lateral queda a criterio del grupo de trabajo.

**Zonas del Circuito:** Se explican a continuación características de las zonas del circuito.

- Zonas de entrada S1, S2, S3: Son las zonas de donde empieza el recorrido, están conectadas únicamente a las zonas 1, 2, 3 respectivamente. Se pueden cargar con 1 canica cada una de forma manual.
- Zonas de desplazamiento 1 – 9: Conectadas con “Puertas” verticales o laterales. Forman la ruta que una canica debe seguir para llegar a la zona de Destino. Una canica nunca va a viajar hacia una zona arriba de la actual.
- Zona de Destino: Zona que conecta con las zonas 7, 8 y 9. Es el fin del trayecto y la única zona que permite movimiento vertical hacia arriba de las canicas a la zona de Estañón. La zona de destino constantemente está desplazando canicas hacia la Zona Estañón.
- Zona de Estañón: Recibe las canicas de la Zona de Destino. Simplemente alberga canicas que terminaron el circuito. Es posible retirar canicas manualmente del Estañón.

No hay limitante de tamaño o geometría para ninguna de las zonas, pero mínimo deben de poder contener una canica.

**Interfaz:** Presenta información de la solución y permite al usuario interactuar con el proyecto.

- Muestra la posición de la canica que está ejecutando un circuito.
- Ayuda a definir las rutas del Modo Programado, así como la prioridad entre las zonas S1, S2 y S3.
- Recibe instrucciones para el Modo Manual
- Muestra la Cantidad de Canicas en el Estañón. Debe contemplar que una canica se puede remover manualmente.

**Modo Programación de Ruta:** En este modo el usuario define la ruta que las canicas deben de seguir para llegar a la zona de destino. El usuario define 3 rutas posibles, una para cada zona de entrada, define la prioridad entre las zonas de entrada, lo que permite al sistema decidir en que orden ejecuta los circuitos y finalmente da inicio al proceso. Las rutas nunca ascienden y pueden pasar por mínimo 3 zonas y un máximo de 9 zonas. Algunos ejemplos de rutas posibles:

- S1 -> 1 -> 4 -> 7 -> Destino.
- S1 -> 1 -> 2 -> 3 -> 6 -> 5 -> 4 -> 7 -> 8 -> 9 -> Destino.
- S3 -> 3 -> 6 -> 5 -> 8 -> 9 -> Destino.
- S2 -> 2 -> 1 -> 4 -> 5 -> 8 -> 7 -> Destino.

En el modo de programación se asume que hay máximo 3 canicas, una por zona de entrada.

**Modo Manual:** En este modo el usuario define una Zona de Entrada inicial y da instrucciones en la forma “Izquierda, derecha y abajo” para desplazar la canica hasta llegar a la zona de Destino. La interfaz debe de informar al usuario si trata de hacer un movimiento ilegal. Ej: Estar en Zona 1 y solicitar una izquierda.

#### IV. Requerimientos Microcontrolador y Microprocesador

El grupo deberá utilizar un microprocesador, particularmente una Raspberry Pi 2/3, para el procesamiento de información, manejo de interfaz, etc. Por su parte, un sistema basado en un microcontrolador se encargará de todos los controles del circuito.

A continuación, se describen los requerimientos generales que debe de cumplir el microprocesador:

- La unidad central de procesamiento debe ser una tarjeta de desarrollo Raspberry Pi.
- Puede manejar dispositivos de captura de imágenes si el grupo lo define necesario.
- El software debe ser desarrollado en lenguaje C/C++ o Python **únicamente**. No se permitirá una mezcla de los dos.
- La comunicación con el microcontrolador se realizará mediante protocolo RS-232, I2C o SPI.
- El microprocesador maneja todos los algoritmos, manejo de interfaz, entre otros.

A continuación, se describen los requerimientos que deberá cumplir el sistema basado en microcontrolador:

- El microcontrolador deberá ser seleccionado por los estudiantes y deberá ser a la medida.
- El mismo (modelo) microcontrolador podrá ser utilizado por un máximo de 2 grupos.
- No se permite el uso de microcontroladores de la marca Arduino.
- El microcontrolador se encargará del control de actuadores y sensores.
- El microcontrolador se encarga de gobernar los sensores y actuadores necesarios.
- El microcontrolador deberá comunicarse con microprocesador únicamente por protocolo de comunicación RS-232, I2C o SPI.
- El uso de interrupciones para el microcontrolador es de carácter obligatorio.

Finalmente debe de considerar lo siguiente:

- El sistema deberá ser capaz de operar de acuerdo con las condiciones especificadas y siguiendo todas las restricciones de diseño. De no cumplir con lo anterior, el proyecto se encontrará dentro de la categoría: “No Funcional”. Algunos ejemplos de condiciones que vuelven un proyecto no funcional:
  - No poder desplazar canicas.
  - No contar con uno de los dos modos.
  - Requerir apoyo manual. Exceptuando mover canicas a las Zonas de Entrada o quitarlas de la Zona Estación.
  - La interfaz no existe
- Si el proyecto se encontrara dentro de la categoría No Funcional, la calificación se hará con base a 70.

**V. Consideraciones generales:**

1. El proyecto debe realizarse en grupos de 4 personas.
2. **Todos** los miembros del grupo deberán estar en la presentación final de lo contrario se le asignará un 0 al estudiante que falte y no presente la justificación respectiva.
3. Se deberá entregar un informe final con todo el diseño detallado, así como la evaluación de las diferentes soluciones al problema, análisis de estas e implementación del proyecto. **Máximo 6** páginas formato IEEE doble columna. Todos los grupos de trabajo deben llevar una bitácora donde cuenten sus vivencias, toma de decisiones, anotaciones de reuniones de los grupos, cálculos, bosquejos necesarios y todo aquello que considere pertinente para un adecuado seguimiento del proceso de diseño.
4. El profesor se reserva el derecho a admitir un cambio de microcontrolador en casos excepcionales, mediante un documento escrito o una defensa en período de consulta donde el equipo explique las razones de su cambio y el estudio debido de la opción a cambiar.

#### VI. Entregables:

**Nota:** Los avances están ligados a una semana. Se asume que el avance se entrega el día de clases de cada semana respectiva.

**Avance 1:** En Semana 3 al final de la clase. Se debe presentar una propuesta de:

- Método de desplace vertical y lateral.
- Método de desplazamiento de Zona Destino a Zona Estañón.
- Explicación de como un Usuario provee rutas en el modo programado.
- Diagrama de flujo de como ejecutar una ruta programada.

**Avance 2:** Se deberá presentar en Semana 6 un informe de avance, donde se muestre los criterios utilizados para la selección del microcontrolador que utilizarán en el proyecto, deberá redactar un documento de a lo sumo 1 página donde se comparen cualitativamente como mínimo 3 microcontroladores y demuestren por qué el microcontrolador escogido es el que más se adapta a la aplicación (es recomendable el uso de tablas). Para eso compare los recursos que los candidatos poseen, cantidad de unidades funcionales, potencia que consumen, entradas, salidas, costo, cómo se programan, etc. Verifique que existe un programador o que este es de fácil acceso para evitar tener problemas con la programabilidad de este.

**Avance 3:** Se deberá presentar en Semana 10 una descripción del funcionamiento del sistema basado en microcontrolador, diagramas de flujo del software, diagrama de bloques de hardware, explicación de la solución para todas las secciones del proyecto, conteo final de componentes para su ejecución. Y simulación de algoritmos de acomodo.

**Avance 4:** Se deberá presentar en Semana 14 una muestra de prototipo o los algoritmos en operación.

La entrega final del proyecto se realizará en Semana 18, mientras que el informe final deberá subirse en formato pdf al TecDigital antes de las 11:59 p.m. del mismo día, no se admiten documentos fuera de plazo o que no cumplan con la forma de entrega.

**VII. Evaluación**

Rubro	Puntaje	Fecha de entrega
Avance 1: Propuesta de algoritmos	Formativo	Semana 3 Día de Clases
Avance 2: Informe de selección y diseño, microcontrolador.	Formativo	Semana 6 Día de Clases
Avance 3: Diagramas de bloques y simulación de algoritmos	Formativo	Semana 10 Día de Clases
Avance 4: Algoritmos finalizados y prototipo físico	Formativo	Semana 14 Día de Clases
Entrega Final	70 pts	Semana 18
Informe Final	30 pts	Semana 18
<b>Nota Final</b>	<b>100</b>	

**Rúbrica de la Entrega final del Proyecto**

Criterio	Detalle	Valor
Uso de interrupciones	El uso de interrupciones está presente en la solución del microcontrolador. El software es capaz de evidenciar su uso.	Criterio Binario (4pts): Funciona o no funciona
Comunicación Microprocesador-Microcontrolador	La comunicación entre el microprocesador y el microcontrolador es del tipo RS-232, I2C o SPI. No existe ningún otro medio de comunicación entre ambos sistemas y no utiliza más de un método.	Criterio binario (5pts): Funciona o no funciona.
Movimiento Canicas	El sistema es capaz de mover las canicas lateralmente o verticalmente hacia abajo	Excelente (9pts): Se cumple con le requerimiento. Medio (4pts): Se cumple con un solo tipo de desplazamiento. Mínimo (1pt): Se cumple con un solo movimiento, el vertical dejando caer la canica solamente. Mal (0pts): No se cumple del todo el criterio

Zonas del Circuito: Zona de Entrada	Contempla 3 zonas de entrada con capacidad de carga de 1 canica cada una	1pt por cada zona (MAX=3pts)
Zonas del Circuito: Zona de Desplazamiento	Contempla las 9 zonas de desplazamiento con conexiones laterales y verticales como lo muestra el diagrama en la explicación del problema	1pt por cada fila correctamente hecha (MAX=3pts)
Zonas del Circuito: Destino	Zona del Destino Conectada a las zonas 7, 8, 9	Criterio binario (1pt): Funciona o no funciona.
Zonas del Circuito: Estación	Zona de Estación a la misma altura que las Zonas de Entrada, además existe un mecanismo para llevar las canicas de la Zona Destino a la Zona Estación	Excelente (8pts): Criterio completo Medio (3pts): Existe la zona estación se transportan canicas de la zona de Destino a la Estación pero no esta a la altura debida. Mal (0pts): No hay zona estación o no se logra transportar de la zona Destino a la zona Estación
Interfaz: Posición actual	Presenta la posición de la canica en movimiento en todo momento.	Excelente (10pts): Presenta la posición de acuerdo al desplazamiento de la canica Medio (5pts): Presenta la secuencia correcta pero desfasado al sistema físico. Mal (0pts): No presenta la posición
Interfaz: Selección de Modo	Permite elegir entre el modo programado o manual	Criterio binario (1pt): Funciona o no funciona.
Interfaz: Cantidad de Canicas en Zona Estación	Refleja la cantidad de canicas en la zona de estación	Excelente (8pts): Cumple el requerimiento Medio (4): Muestra la cantidad pero no contempla si se quitan canicas. Mal (0pts): No presenta el conteo o es incapaz de incrementar.
Modo Programado: Rutas	Se puede asignar 3 rutas por medio de la interfaz	Criterio binario (3pts): Funciona o no funciona.
Modo Programado: Prioridades	Se pueden asignar prioridades a las 3 zonas de Entrada	Excelente (5pts): Se puede asignar prioridades y estas se respetan al ejecutar las rutas.



		<p>Minimo (1pt): Se asignan prioridades con la interfaz pero no se respetan</p> <p>Mal (0pts): No hay concepto de prioridad.</p>
Modo Programado: Ejecución de Rutas	Dada una ruta el sistema puede desplazar las canicas por las rutas asignadas	<p>Excelente (20pts): Las tres canicas ejecutan la ruta correctamente</p> <p>Aceptable (13pts): Almenos 1 de las 3 canicas se desplaza correctamente</p> <p>Medio (5pts): Con fallos en las rutas las canicas llegan a la Zona Destino.</p> <p>Mal (0pts): No hay desplazamiento de canicas o la unica forma de lograrlo es dejando caer la canica desde la Zona Entrada hasta el Destino.</p>
Modo Manual: Selección Entrada	El modo manual permite elegir la entrada a utilizar	Criterio binario (3pts): Funciona o no funciona.
Modo Manual: Movimientos	Se pueden realizar movimientos: Izquierda, derecha, abajo.	3pts por cada movimiento. MAX=9pts
Modo Manual: Detección movimiento ilegal	El sistema avisa al usuario cuando intenta realizar un movimiento ilegal.	Criterio binario (3pts): Funciona o no funciona.
EXTRA. Modo Avanzado: Movimiento Simultaneo	<p>Igual al Modo de Programación con la diferencia de que la precedencia se ignora y las 3 canicas se deben desplazar al mismo tiempo. Físicamente las zonas 1 a la 9 deben de poder albergar hasta 3 canicas a la vez.</p> <p><b>No es válido resolver el problema simplemente triplicando todos los componentes del proyecto.</b></p>	Si se logra este modo se asigna una nota de 100 al proyecto indiferente de los errores o si no cubre el modo Manual.
Bitácora	Todos los grupos de trabajo deben llevar una bitácora donde cuentan sus vivencias, toma de decisiones, anotaciones de reuniones de los grupos, cálculos, bosquejos	Criterio binario (5pts): Posee o no posee bitácora legible y completa según requerimientos.

---

	necesarios y todo aquello que considere pertinente para un adecuado seguimiento del proceso de diseño.	
--	--	--

Nota 1: No olviden acatar todas las instrucciones que se encuentran en el programa del curso.

Nota 2: Todos los avances formativos se presentarán al profesor durante la clase del día de la entrega para que los grupos reciban retroalimentación en su proceso de diseño.

Nota 3: Tenga en cuenta que el tema de interrupciones será cubierto en las últimas semanas del curso, se aconseja discutir con su profesor la implementación propuesta.

Nota 4: En caso de que durante la evaluación se dé con un error que no calce exactamente con la rúbrica el profesor tiene la capacidad de asignar una penalización adecuada a su criterio. Es deber del profesor documentar esta nueva penalización para lograr una justa evaluación de todos los equipos.

Nota 5: La rúbrica de evaluación del informe se encuentra disponible en el TecDigital.