

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS
ORGANIZACIÓN COMPUTACIONAL
SEGUNDO SEMESTRE 2025
ING. OTTO RENE ESCOBAR
AUX: DILAN CONAHER SUY MIRANDA



PRÁCTICA 3

Carrusel Automatizado con control de Acceso Seguro

No.	Nombre	Carné
1	Francisco Javier Cetino Mendez	202006716
2	Karvin Armaldo Lago Pérez	202200254
3	José Alexander López López	202100305
4	Lesly Mariela Chojolán Rubio	201807024

Introducción

El desarrollo de sistemas digitales modernos integra tanto la lógica combinacional como la lógica secuencial para resolver problemas prácticos en el ámbito de la ingeniería. En este contexto, la presente práctica consiste en diseñar e implementar un carrusel automatizado con control de acceso seguro, aplicando conceptos fundamentales de flip-flops, contadores, comparadores y circuitos de control de potencia.

El proyecto busca simular una atracción mecánica que no solo funcione de forma confiable, sino que también incorpore un mecanismo de seguridad que garantice que únicamente los usuarios autorizados puedan activarlo. Para ello, se implementa un sistema de autenticación por contraseña digital, un contador de errores con alarma, y un control secuencial del motor DC mediante puente H, coordinado con indicadores visuales y temporización.

La práctica representa un ejercicio integrador donde se aplican los principios teóricos vistos en clase a un caso práctico, fomentando el diseño modular y la correcta interacción entre componentes electrónicos. Al finalizar, se espera contar con una maqueta funcional que demuestre el uso de la electrónica digital como base de sistemas automatizados y de control en aplicaciones reales.

Objetivos

General

Diseñar e implementar un sistema digital de control para un carrusel automatizado que utilice contraseñas, validación con comparadores, conteo de errores, control bidireccional con puente H y señalización temporal, aplicando de forma integrada los conceptos de lógica secuencial, combinacional y control de potencia.

Específicos

1. Implementar un sistema de autenticación digital con flip-flops y comparadores que permita el ingreso, validación y gestión de contraseñas, incluyendo un contador de errores y alarma de seguridad.
2. Diseñar el control bidireccional del motor DC mediante un puente H, coordinando el sentido de giro con intervalos de tiempo definidos e indicadores luminosos.
3. Integrar contadores y displays para la visualización del tiempo y de los intentos fallidos, reforzando la aplicación práctica de lógica secuencial y combinacional en un sistema funcional.

Contenido técnico:

Módulo de Control del Motor DC (Carrusel)

Motor DC y Puente H

- El motor DC se controla mediante un puente H implementado con transistores que permite invertir la polaridad y por lo tanto la dirección del giro.
- El motor gira 15 segundos en la primera dirección y 10 segundos en la dirección contraria.
- El control de la dirección se realiza mediante salidas digitales del Arduino que envían señales al puente H.

LEDs de indicación

- LED verde: indica que el motor está girando en la primera dirección.
- LED rojo: indica que el motor gira en la dirección contraria.
- Los LEDs se conectan a las salidas del contador de tiempo.

Contador de tiempo

- Se debe utilizar un Arduino configurado para generar pulsos de reloj.
- Estos pulsos alimentan dos contadores binarios uno ascendente y uno descendente hechos con flip-flops tipo D.
- El contador determina la duración de cada fase (15 s verde, 10 s rojo) y activa los LEDs correspondientes.

Módulo de Contraseña y Contador de Errores

Almacenamiento de contraseña

- Se utilizan 4 fl ip-fl ops tipo D para guardar la contraseña de 4 bits.
- La contraseña se ingresa mediante un switch de 4 posiciones y se almacena al presionar un push button “Guardar”.
- Se puede reiniciar la contraseña a 0000 con un push button “Reset”.

Ingreso y validación

- La contraseña del usuario se ingresa con otro switch de 4 posiciones y se confirma con un push button “Ingresar”.
- La entrada del usuario se compara con la contraseña almacenada usando un comparador de 4 bits.

Contador de errores

- Cada intento incorrecto envía un pulso al contador de errores, implementado con fl ip-fl ops tipo D conectados en cascada.
- El display de 7 segmentos muestra el número de intentos fallidos.
- Al llegar a 3 errores, se activa un buzzer o LED de alarma, que solo se apaga al ingresar la contraseña correcta

Interacción general

- Si la contraseña es correcta, el contador de errores se reinicia a 0, se apaga la alarma y se habilita el módulo de control del motor.

Módulo de Contadores y Visualización

Contador de tiempo del carrusel

- Contador ascendente: cuenta desde 0 hasta 15 para la fase verde.
- Contador descendente: cuenta desde 10 hasta 0 para la fase roja.
- La salida del contador se conecta a dos decodificadores BCD a 7 Segmentos que alimentan 2 displays, mostrando el tiempo restante o transcurrido.

Contador de errores

- Incrementa con cada intento incorrecto de contraseña y se muestra en un display de 7 segmentos.
- Reinicia automáticamente a cero al ingresar la contraseña correcta.
- Implementado con flip-flops tipo D en configuración de contador binario.

Integración General del Sistema

Interacción de módulos

- El comparador de 4 bits valida la contraseña y habilita el puente H y el contador de tiempo solo si la contraseña es correcta.
- El contador de errores y la alarma funcionan como sistema de seguridad, bloqueando el motor si se exceden los intentos permitidos.
- El Arduino y los contadores de tiempo sincronizan las fases de giro, LEDs y displays.
- Todos los flip-flops tipo D trabajan en conjunto para almacenar la información de contraseña, entradas del usuario y contadores, asegurando que la operación del carrusel sea correcta y segura.

5. Descripción del problema:

La empresa TecnoParques S.A., líder en innovación para parques mecánicos y temáticos, busca mejorar la seguridad y eficiencia de sus atracciones mediante sistemas de control automatizados. En particular, desea contar con un carrusel inteligente que no solo funcione de manera confiable, sino que también integre un mecanismo de acceso seguro, garantizando que solo usuarios autorizados puedan activarlo, y que gestione de manera automática los tiempos de operación y la señalización visual correspondiente.

Se le ha solicitado a usted, como estudiante de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, diseñar y construir una maqueta funcional de este carrusel. El proyecto debe integrar un sistema de autenticación digital de 4 bits, almacenado en flip-flops, con validación mediante un comparador, y registrar los intentos fallidos en un contador de errores mostrado en un display de 7 segmentos. Al llegar a tres errores consecutivos, se activará una alarma, que solo se desactivará al ingresar la contraseña correcta. Una vez autorizado el acceso, el carrusel funcionará en dos fases temporizadas: 15 segundos de giro en una dirección con LED verde y contador ascendente, seguido de 10 segundos en la dirección contraria con LED rojo y contador descendente. El movimiento se controla mediante un puente H, asegurando el giro bidireccional del motor DC.

6.Tablas:

1.1 Lógica Combinacional

Compuerta	Código IC	Función	Tabla de Verdad
AND	7408	$Y = A \cdot B$	$A=0,B=0 \rightarrow Y=0$; $A=0,B=1 \rightarrow Y=0$; $A=1,B=0 \rightarrow Y=0$; $A=1,B=1 \rightarrow Y=1$
OR	7432	$Y = A + B$	$A=0,B=0 \rightarrow Y=0$; $A=0,B=1 \rightarrow Y=1$; $A=1,B=0 \rightarrow Y=1$; $A=1,B=1 \rightarrow Y=1$
NOT	7404	$Y = \bar{A}$	$A=0 \rightarrow Y=1$; $A=1 \rightarrow Y=0$
XOR	7486	$Y = A \oplus B$	$A=0,B=0 \rightarrow Y=0$; $A=0,B=1 \rightarrow Y=1$; $A=1,B=0 \rightarrow Y=1$; $A=1,B=1 \rightarrow Y=0$

Flip-Flops tipo D

SET	RESET	CLK	D	$Q(n+1)$	$\bar{Q}(n+1)$
0	1	X	X	0	1
1	0	X	X	1	0
1	1	↑	0	0	1
1	1	↑	1	1	0
1	1	0,1	X	$Q(n)$	$\bar{Q}(n)$

Comparadores Digitales

Condición	$A > B$	$A = B$	$A < B$
$A > B$	1	0	0
$A = B$	0	1	0
$A < B$	0	0	1

Contadores Digitales

Contador Binario con Flip-Flops D

Configuración de Contador de 4 bits:

Estado	Q ₃	Q ₂	Q ₁	Q ₀	Decimal
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	3
...
15	1	1	1	1	15

4.2 Contador de Errores

Estados del Contador de Errores:

Intentos	Q ₂	Q ₁	Q ₀	Display 7-seg	Alarma
0	0	0	0	0	OFF
1	0	0	1	1	OFF
2	0	1	0	2	OFF
3	0	1	1	3	ON

Decodificador BCD a 7 Segmentos

BCD Input	Display	Segmentos Activos
0000	0	a,b,c,d,e,f
0001	1	b,c
0010	2	a,b,g,e,d
0011	3	a,b,g,c,d
0100	4	f,g,b,c
0101	5	a,f,g,c,d
0110	6	a,f,g,e,d,c
0111	7	a,b,c
1000	8	a,b,c,d,e,f,g
1001	9	a,b,c,d,f,g

Control de Motores DC - Puente H

Estados del Puente H:

Control A	Control B	Dirección	Estado Motor
1	0	Horario	Girando CW
0	1	Antihorario	Girando CCW
0	0	-	Detenido
1	1	-	Frenado

Sistema de Temporización

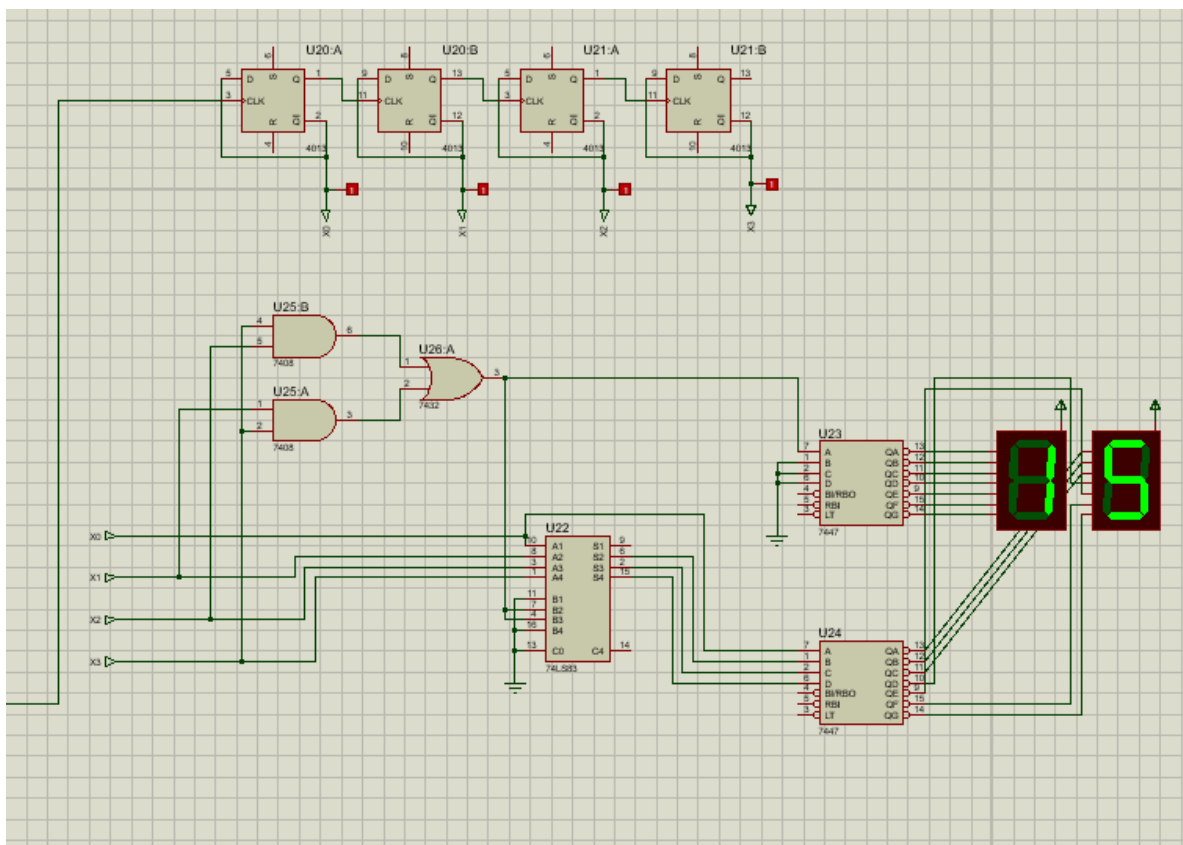
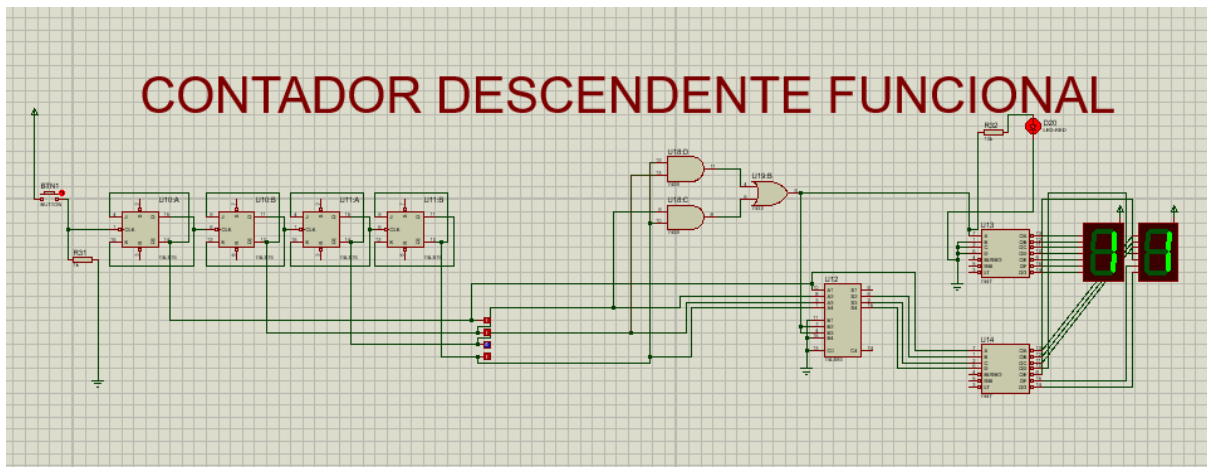
Secuencia Temporal:

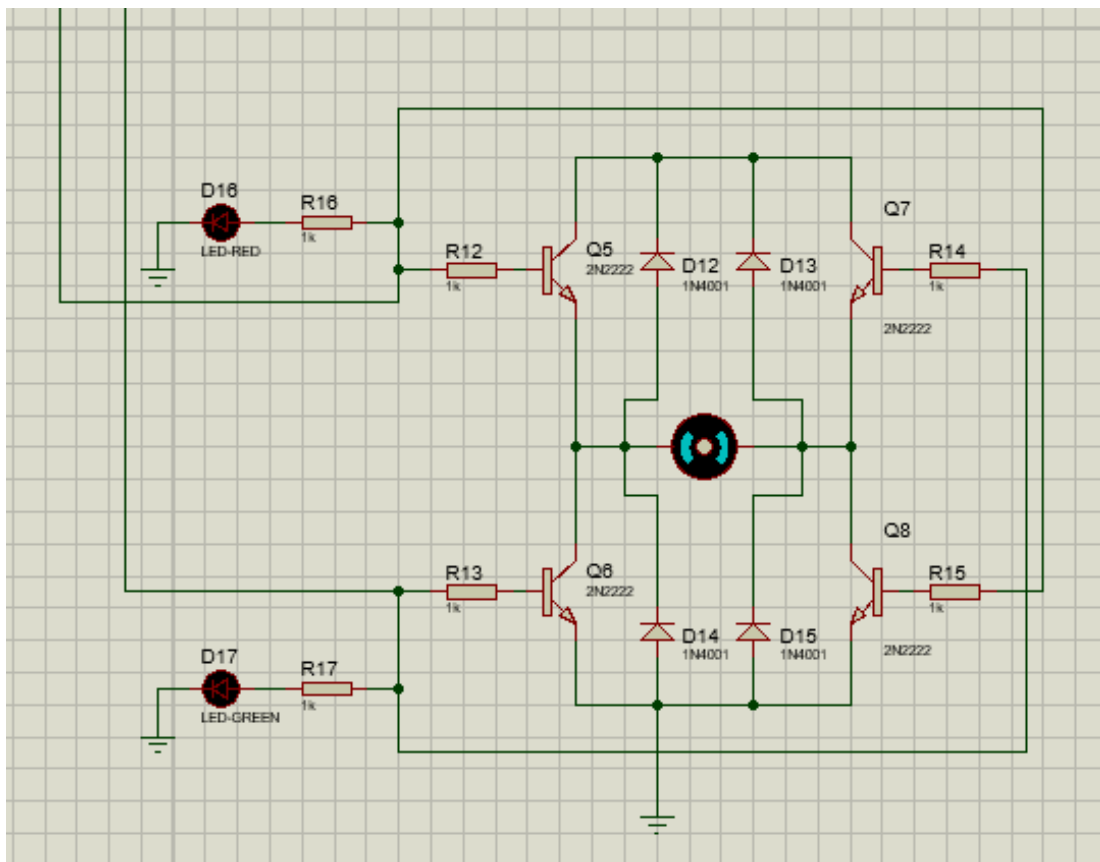
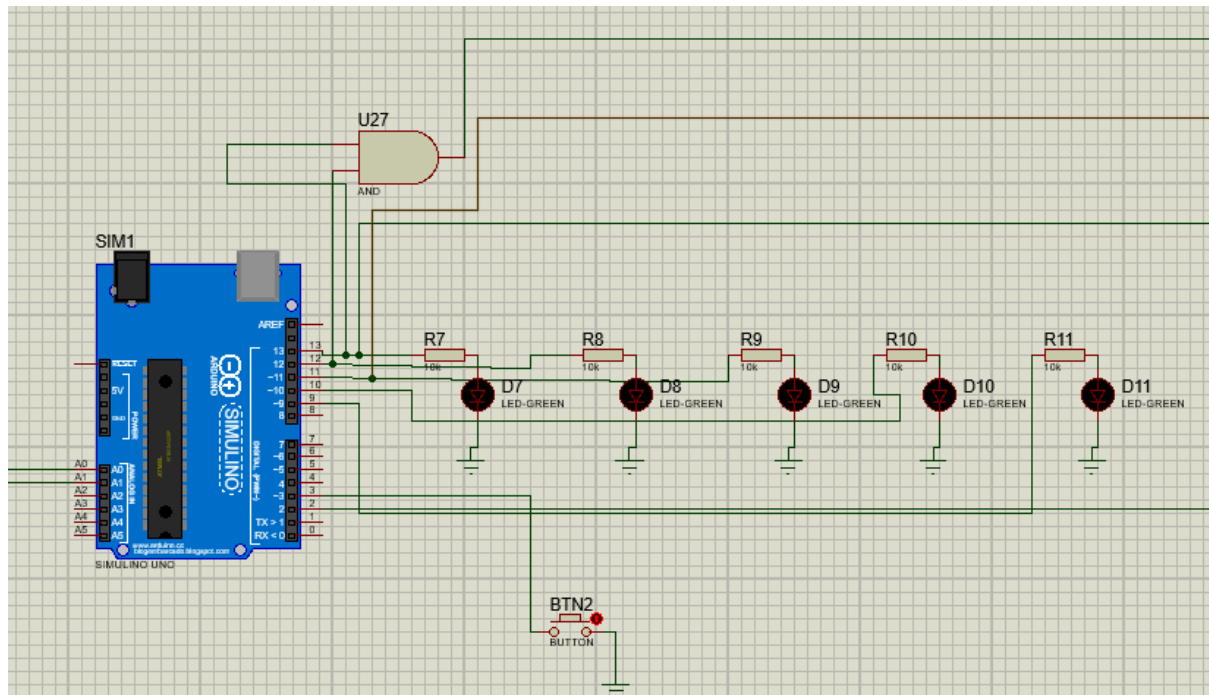
Fase	Duración	LED Activo	Dirección Motor	Contador
1	15 seg	Verde	Horario	Ascendente (0→15)
2	10 seg	Rojo	Antihorario	Descendente (10→0)

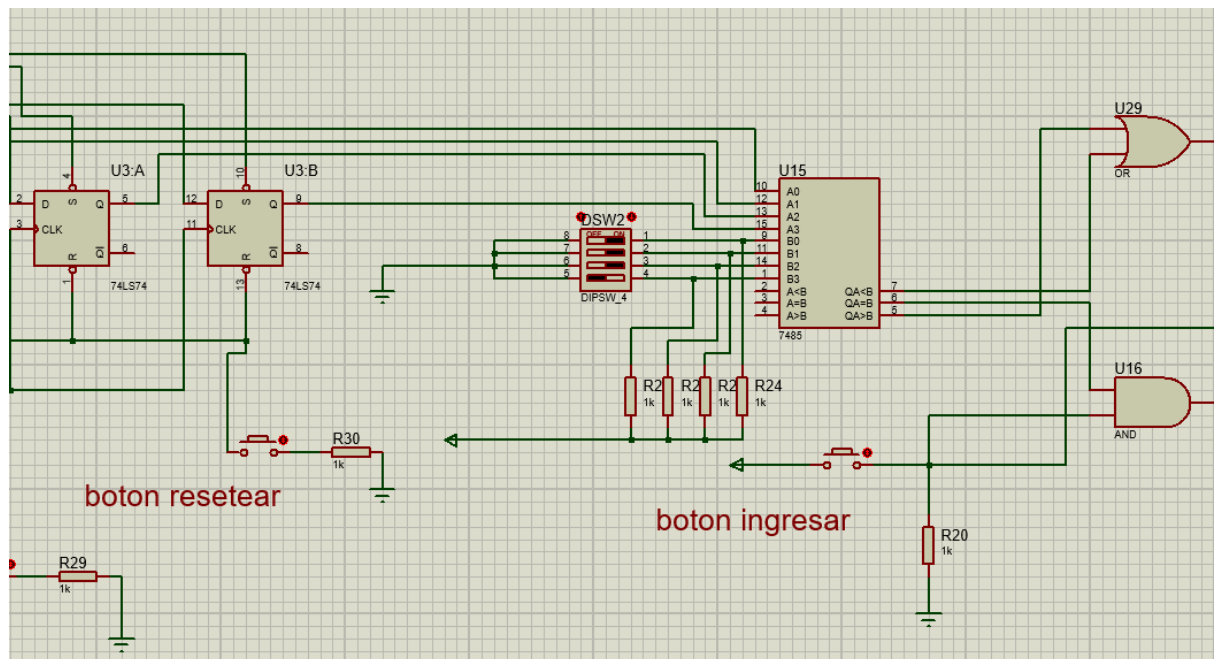
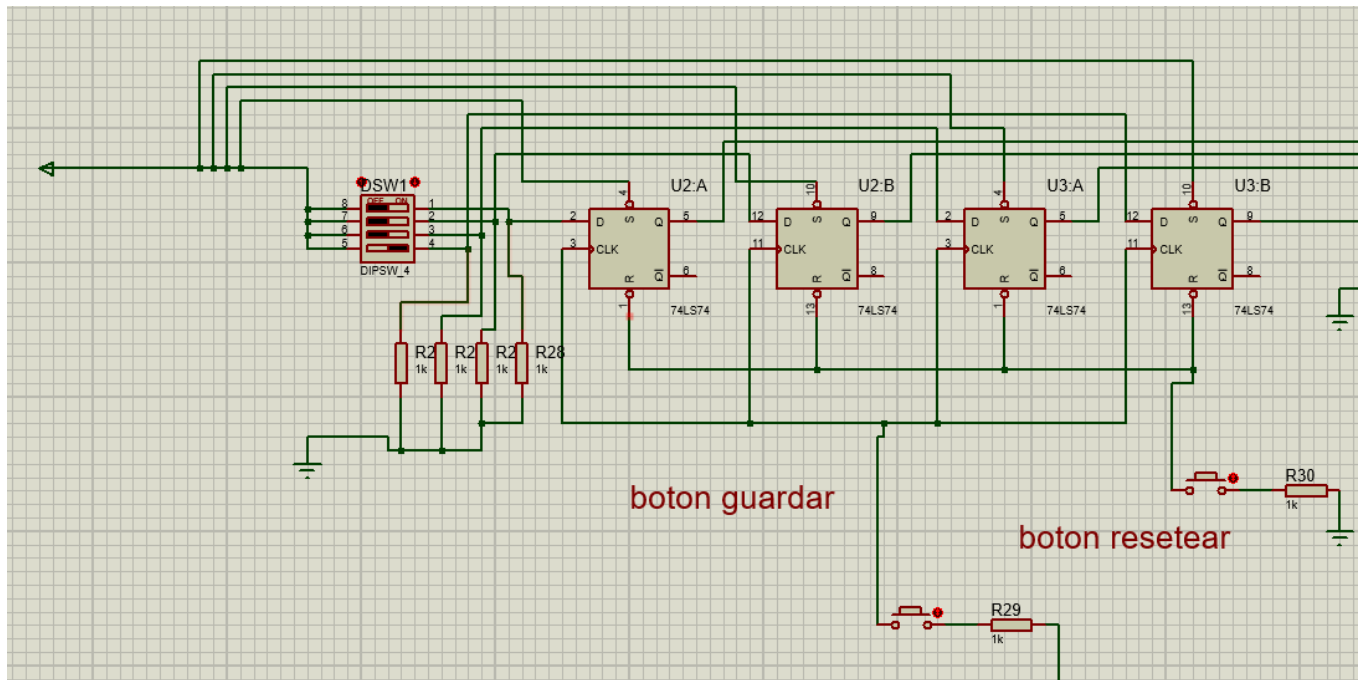
Integración del Sistema

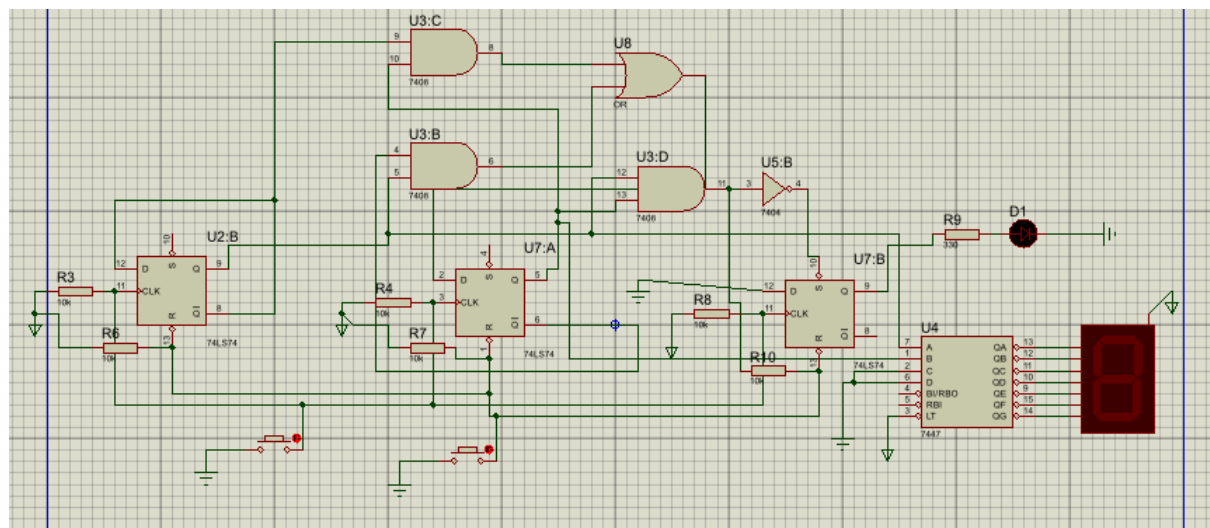
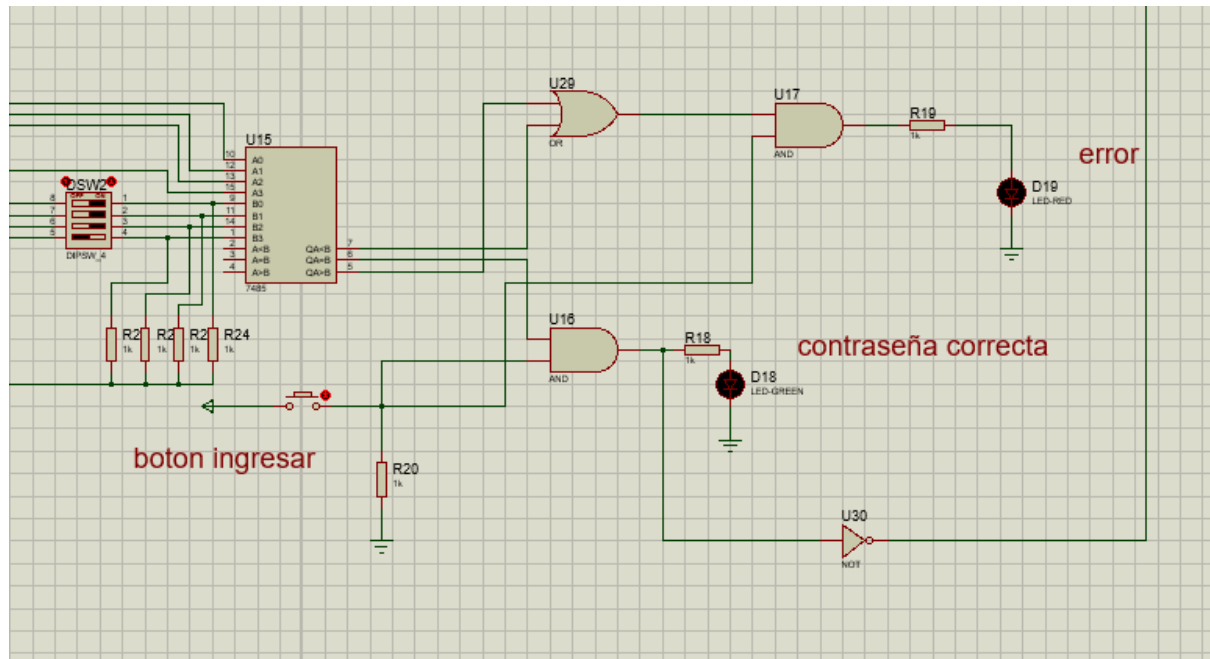
Estado	Descripción	Condiciones
IDLE	Sistema en espera	Esperando ingreso de contraseña
AUTH	Autenticación	Validando contraseña ingresada
ERROR	Error de acceso	Contraseña incorrecta, incrementar contador
ALARM	Alarma activa	3 errores consecutivos
RUN1	Operación Fase 1	LED Verde, motor CW, 15 seg
RUN2	Operación Fase 2	LED Rojo, motor CCW, 10 seg
RESET	Reinicio	Volver a estado IDLE

7. Diagrama de los diseños utilizados









Equipo utilizado

Descripción	Código / Modelo
Compuerta AND	7408
Compuerta NOT (Inversor)	7404
Compuerta XOR	7486
Compuerta OR	7432
Comparador de 4 bits	7485
Decoder BCD a 7 segmentos	7447 / 7448
Multiplexor	74157
Flip-Flop tipo D	74LS74, 74LS174
Contadores binarios (tiempo)	7490
Transistor NPN	2N2222A
Transistor PNP	2N2907
Diodo de protección	1N4007
Motor DC	N/A
Arduino (Uno o Mega)	N/A
Push Button	N/A
Buzzer / LED alarma	N/A
LED indicador (verde, rojo)	N/A
Display de 7 segmentos	N/A
Switch de 4 posiciones	N/A
Protoboard y cables	N/A
Fuente de alimentación (5V)	N/A

PRESUPUESTO ESTIMADO

Componente	Cantidad	Precio Unitario (Q)	Subtotal (Q)
Compuerta AND 7408	1	Q 10.00	Q 10.00
Compuerta NOT 7404	1	Q 10.00	Q 10.00
Compuerta XOR 7486	1	Q 12.00	Q 12.00
Compuerta OR 7432	1	Q 10.00	Q 10.00
Comparador 7485	1	Q 18.00	Q 18.00
Decoder 7447 / 7448	2	Q 15.00	Q 30.00
Multiplexor 74157	1	Q 12.00	Q 12.00
Flip-Flop tipo D (74LS74)	2	Q 15.00	Q 30.00
Contador 7490	2	Q 15.00	Q 30.00
Transistor NPN 2N2222A	4	Q 2.50	Q 10.00
Transistor PNP 2N2907	4	Q 2.50	Q 10.00
Diodo 1N4007	6	Q 1.00	Q 6.00
Motor DC pequeño	1	Q 35.00	Q 35.00
Arduino UNO (compatible)	1	Q 120.00	Q 120.00
Push Button	4	Q 1.50	Q 6.00
Buzzer piezoeléctrico	1	Q 8.00	Q 8.00
LED verde / rojo	2	Q 1.00	Q 2.00
Display de 7 segmentos	2	Q 12.00	Q 24.00
Switch DIP 4 posiciones	2	Q 8.00	Q 16.00
Protoboard	1	Q 45.00	Q 45.00
Juego de cables jumpers	1	Q 30.00	Q 30.00
Fuente 5V / 2A	1	Q 50.00	Q 50.00

Aportación económica

Nombre	Carné	Aportación económica
Francisco Javier Cetino Mendez	202006716	Q 155.00
Lesly Mariela Chojolán Rubio	201807024	Q 155.00
José Alexander López López	202100305	Q 155.00
Karvin Armaldo Lago Pérez	202200254	Q 155.00

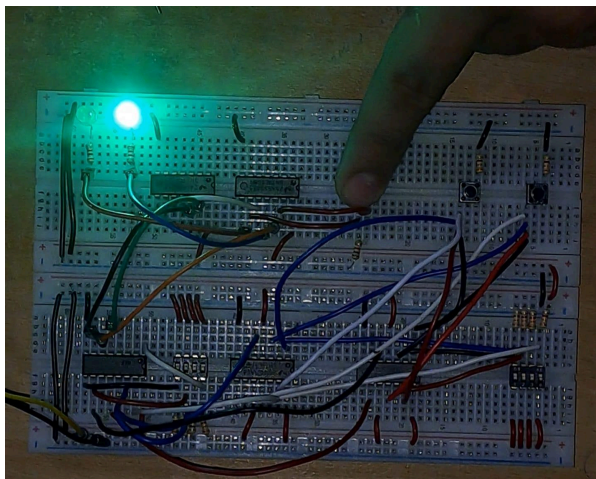
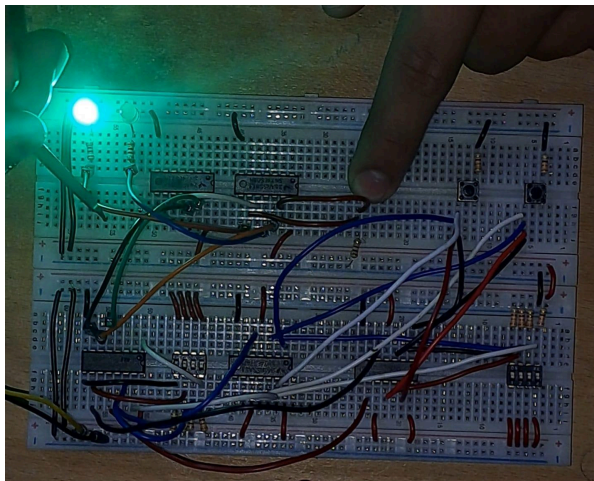
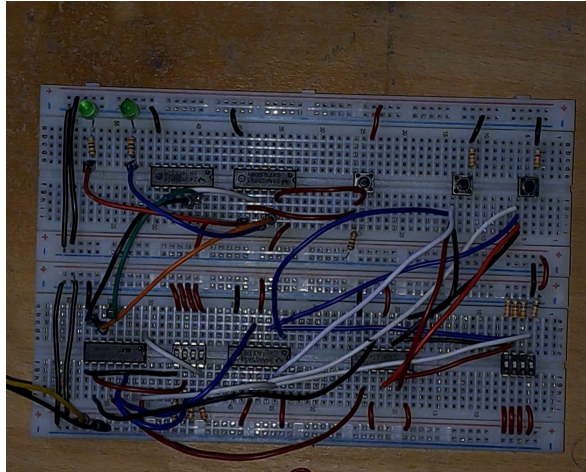
Conclusiones

1. En primer lugar, logramos aplicar de manera práctica los conceptos de lógica combinacional y secuencial vistos en clase. Además, entendimos mejor cómo funcionan los flip-flops y el comparador al diseñar el sistema de autenticación. Gracias a esto, comprobamos que la teoría no solo queda en papel, sino que puede usarse para resolver problemas reales de control y seguridad en un proyecto como el carrusel automatizado.
2. Por otro lado, aunque tuvimos algunas dificultades al inicio con la conexión de los componentes, al trabajar en equipo encontramos soluciones y reforzamos nuestro aprendizaje. De esta forma, no solo construimos un circuito funcional, sino que también desarrollamos habilidades de organización y colaboración, que son igual de importantes en la formación como ingenieros.
3. El proyecto del carrusel automatizado demostró la importancia de integrar diferentes módulos digitales en un mismo sistema. Por ejemplo, el uso de flip-flops tipo D permitió almacenar la contraseña y los errores, mientras que el comparador de 4 bits aseguró la validación correcta del acceso. A su vez, el control del motor mediante el puente H comprobó cómo la lógica digital puede interactuar con un actuador físico. En conjunto, el sistema funcionó de manera ordenada y mostró que la teoría de la organización computacional puede aplicarse en un caso práctico con resultados claros y medibles.

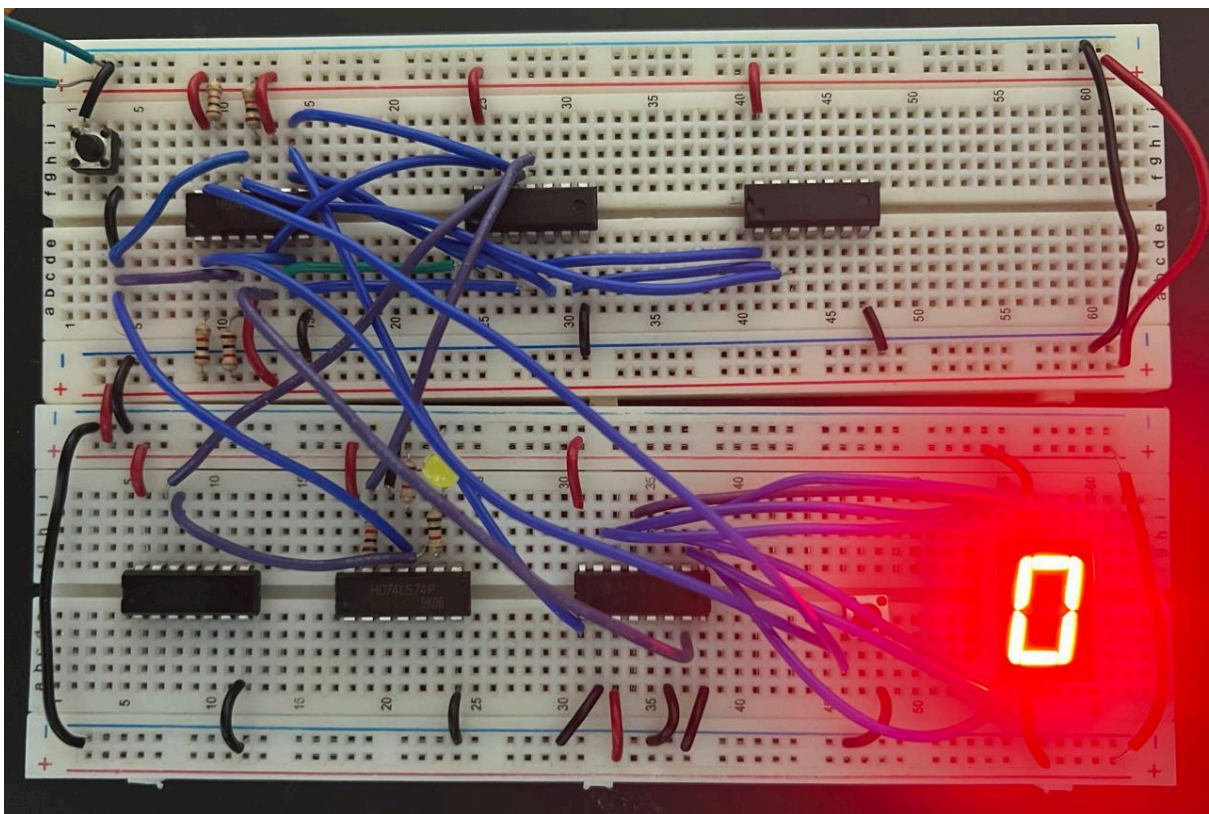
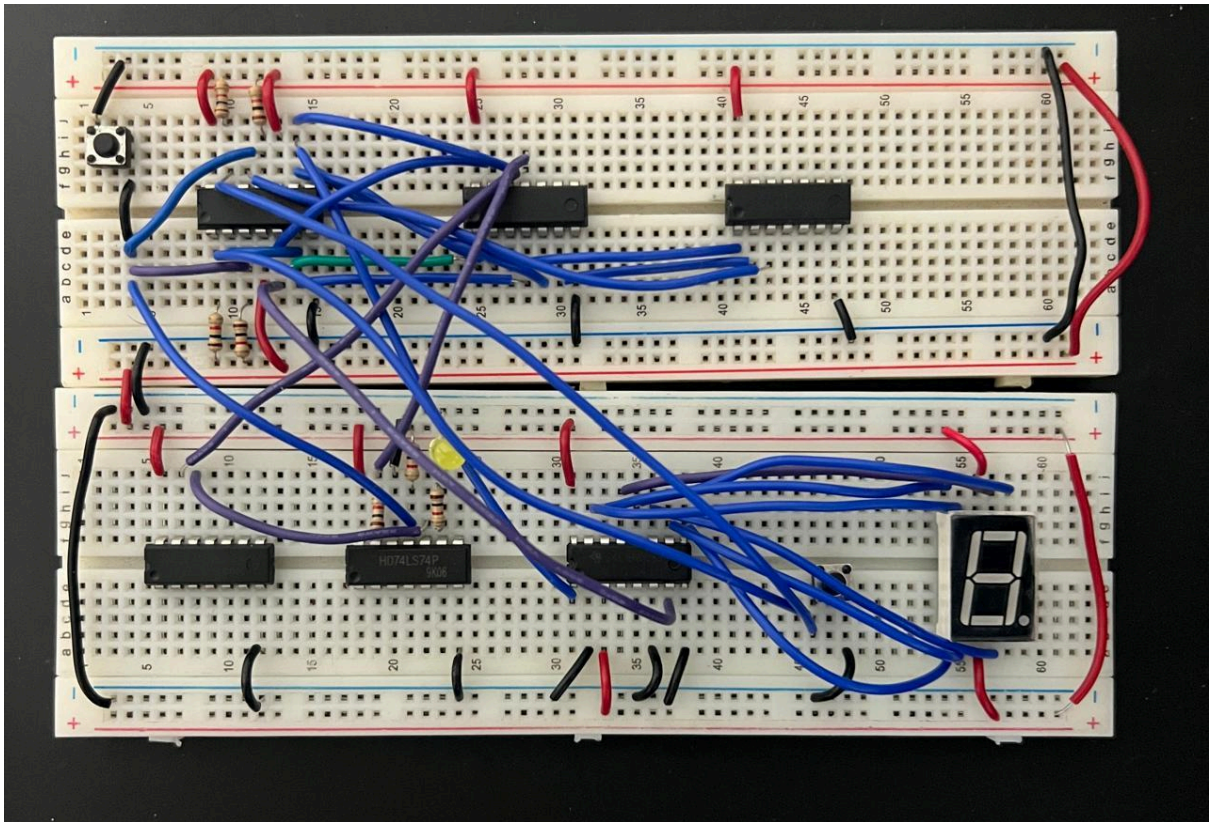
Anexos

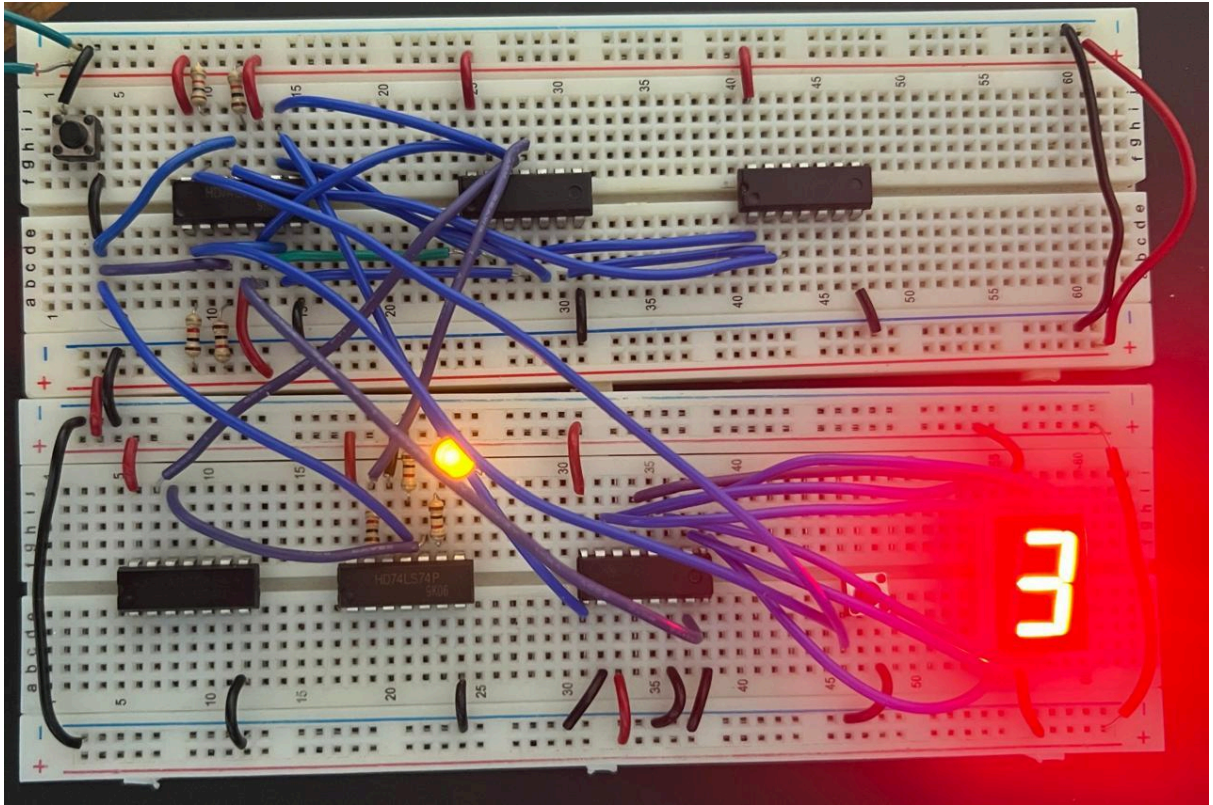
Imágenes de los circuitos físicos.

Diseño del módulo de autenticación (contraseña)

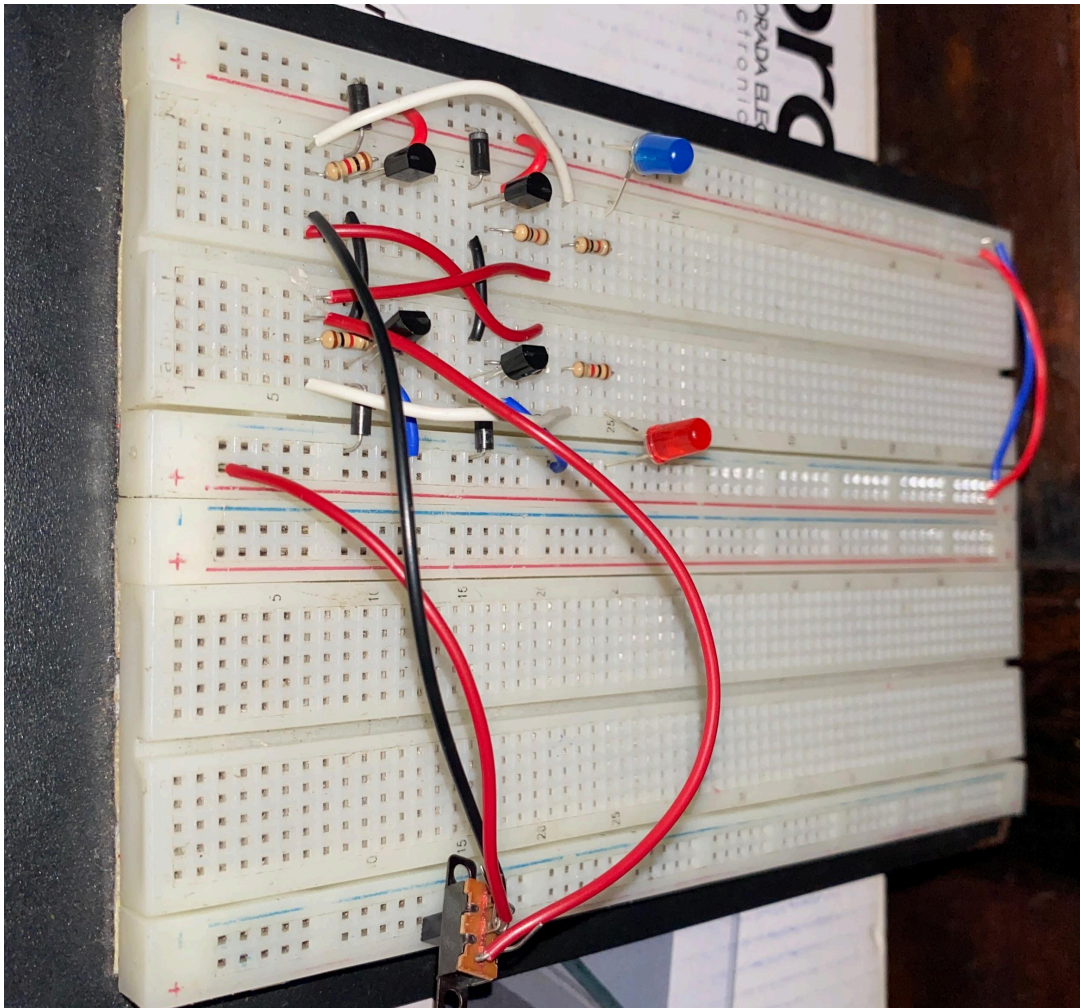


Contador de errores y alarma de seguridad





Control del motor DC con puente H



Temporización y control secuencial del carrusel

