

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ciencias y Sistemas
Organización Computacional, Sección B
Ing. Otto René Escobar Leiva
Auxiliar: Carlos Rangel Javier Gutierrez



Práctica 3 - Empacadora de Tortrix

| Carné | Nombre | Participación |
|-----------|---------------------------------------|---------------|
| 202000774 | Gerson David Otoniel González Morales | 100% |
| 202102338 | Jimena Alejandra Cabrera Rosito | 100% |
| 202001851 | Kevin Orlando Cámara García | 100% |
| 201807499 | Johnny Whillman Aldana Osorio | 100% |
| 202000277 | Diana Estefania Berducido Domingo | 100% |

INTRODUCCIÓN

El proyecto propuesto por Tortrix busca desarrollar un sistema de automatización de una cinta transportadora para el proceso de empaquetado de su producto. El sistema utilizará lógica combinacional y secuencial, así como componentes electromecánicos como motores stepper y sensores, para asegurar un proceso eficiente y seguro. Además, se implementará un mecanismo de seguridad con notificación o alarma, y se contarán las unidades en las cajas de distribución, así como un teclado para el registro de contraseña. Este proyecto permitirá aplicar conocimientos de electrónica digital y optimización de diseño en un contexto real de automatización industrial.

OBJETIVOS

General

- Aplicar los conocimientos teóricos aprendidos en clase magistral y laboratorio para La construcción de circuitos combinacionales y secuenciales.

Específicos

- Construcción de un sistema que una la lógica combinacional junto a la lógica secuencial.
- Poner en práctica los conocimientos de Lógica Combinacional y Mapas de Karnaugh.
- Aprender el funcionamiento de diferentes elementos electromecánicos.
Construir un diseño óptimo, logrando utilizar la menor cantidad de dispositivos.
- Resolución de problemas mediante Electrónica Digital.
- Aprender diferentes usos para la lógica secuencial.

CONTENIDO

FUNCIONES BOOLEANAS

- **CAJAS DE ENTREGA**

Para el flip-flop D

$$JD = QA \cdot QB \cdot QC$$

$$KD = QA \cdot QB \cdot QC$$

Para el flip-flop B

$$JB = QA$$

$$KB = QA$$

Para el flip-flop C

$$JC = QA \cdot QB$$

$$KC = QA \cdot QB$$

Para el flip-flop A

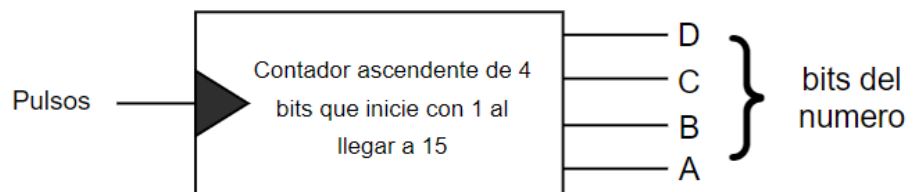
$$JA = QA'$$

$$KA = QB' + QC' + QD'$$

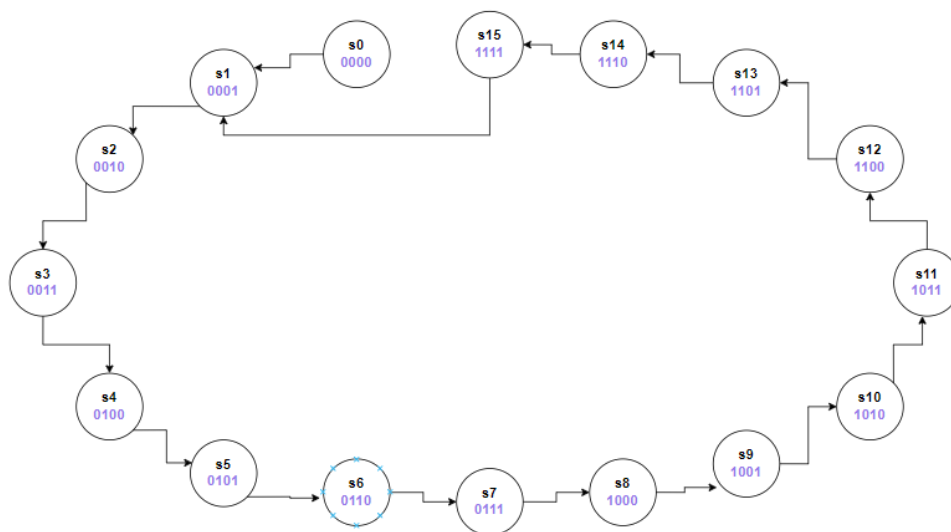
MAPAS DE KARNAUGH

- **CAJAS DE ENTREGA**

1) **Blackbox:**



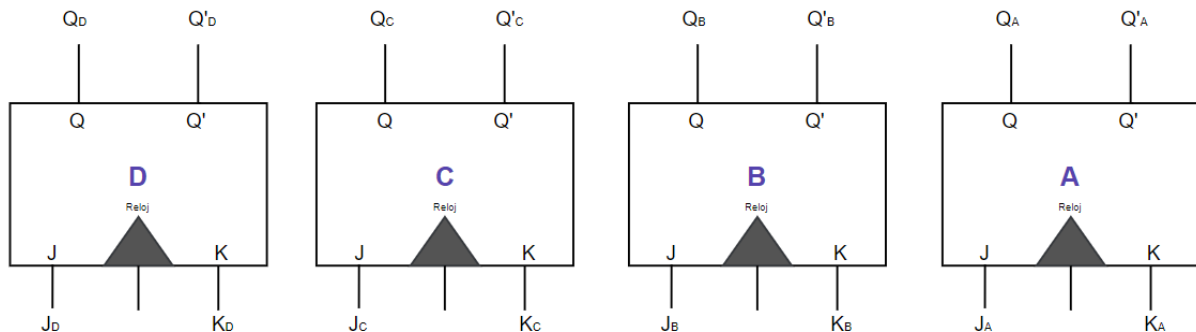
2) **Diagrama de estado:**



3) Número y tipo de flip-flop's:

Cantidad de flip-flop's (n): $2^n = 16 \rightarrow n = \log(16)/\log(2) \rightarrow 4$

Tipo de flip-flop: JK



4) Asignación de valores binarios a los estados:

| Estado | Valores Binarios | | | |
|--------|------------------|----|----|----|
| | QD | QC | QB | QA |
| S0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| S2 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| S3 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| S4 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| S5 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| S6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| S7 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| S8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| S9 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| S10 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| S11 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| S12 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| S13 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| S14 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| S15 | 1 | 1 | 1 | 1 |

5) Tabla de excitación:

| Estado | Q(t) | | | | Q(t+1) | | | | Flip-flop's | | | | | | | |
|--------|-------------------|----|----|----|--------------------|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|
| | Estados presentes | | | | Estados siguientes | | | | | | | | | | | |
| | QD | QC | QB | QA | QD | QC | QB | QA | JD | KD | JC | KC | JB | KB | JA | KA |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | x | 0 | x | 0 | x | 1 | x |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | x | 1 | x | 1 | x | x | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | x | 1 | x | x | 0 | 0 | x |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | 1 | x | x | 1 | x | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | x | x | 0 | 0 | x | 0 | x |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | x | x | 1 | 1 | x | x | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | x | x | 1 | x | 0 | 0 | x |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | x | x | 1 | x | 1 | x | 0 |
| 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | 0 | x | 0 | x | 0 | x |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | x | 1 | 1 | x | 1 | x | x | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | x | 1 | 1 | x | x | 0 | 0 | x |
| 11 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | x | 1 | 1 | x | x | 1 | x | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | x | 1 | x | 0 | 0 | x | 0 | x |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | x | 1 | x | 1 | 1 | x | x | 0 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | x | 1 | x | 1 | x | 0 | 0 | x |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | 1 | x | 1 | 0 | 1 | x | 0 |

- **PUENTE H**

Un puente H es un circuito utilizado para controlar la dirección de un motor de corriente continua (DC) mediante la inversión de la polaridad de la corriente que fluye a través del motor. Este tipo de circuito es fundamental en aplicaciones donde se necesita controlar la velocidad y la dirección de un motor DC, como en vehículos eléctricos, robots y otros sistemas electromecánicos.

El puente H utiliza cuatro interruptores controlados electrónicamente (transistores) dispuestos en una configuración que permite controlar la dirección del flujo de corriente a través del motor. Los cuatro interruptores están dispuestos en dos ramales, cada uno con dos transistores, y forman una estructura que se asemeja a la letra "H", de ahí su nombre.

- **Tabla base**

| BOTÓN 1 | BOTÓN 2 | BOTÓN 3 | BOTÓN 4 | F |
|---------|---------|---------|---------|------------|
| 1 | 0 | 0 | 1 | AVANZA |
| 0 | 1 | 1 | 0 | RETROCEDE |
| 0 | 0 | 0 | 0 | SE DETIENE |
| 1 | 0 | 1 | 0 | FRENA |

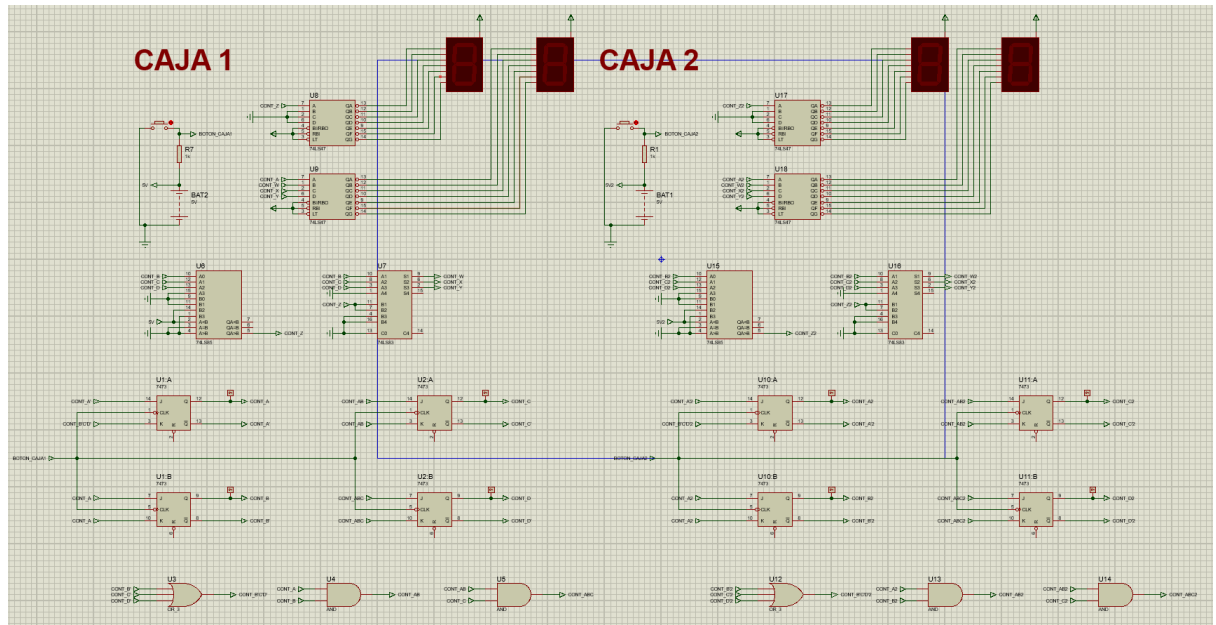
- **DRIVER STEPPER**

Tabla de verdad para el flip-flop tipo D

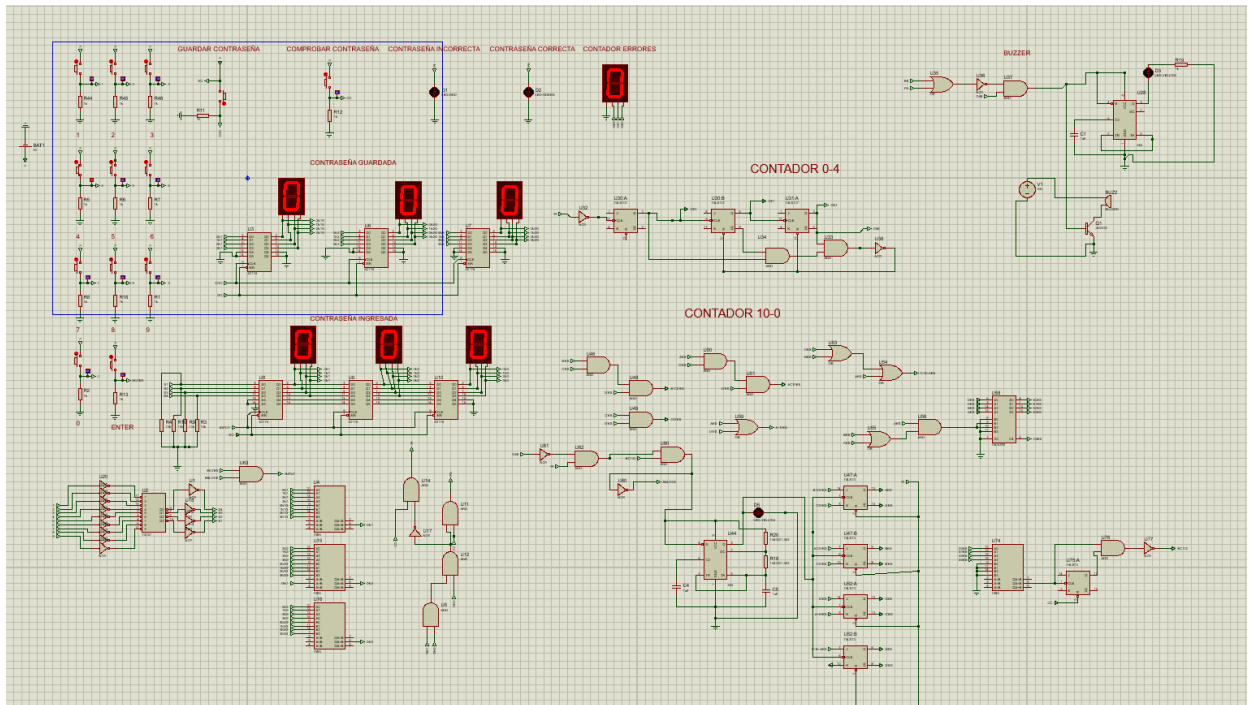
| RELOJ | D | Q | qbar |
|-------|---|---------------|---------------|
| 0 | 0 | NINGÚN CAMBIO | NINGÚN CAMBIO |
| 0 | 1 | NINGÚN CAMBIO | NINGÚN CAMBIO |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

DIAGRAMAS DEL DISEÑO DEL CIRCUITO

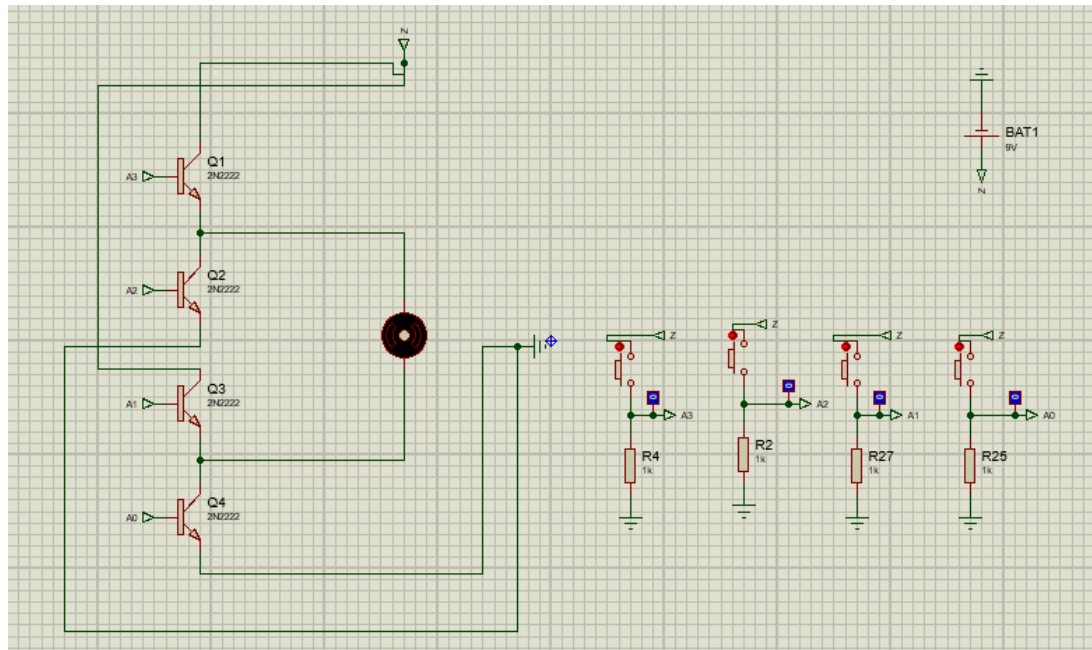
- CAJAS DE ENTREGA



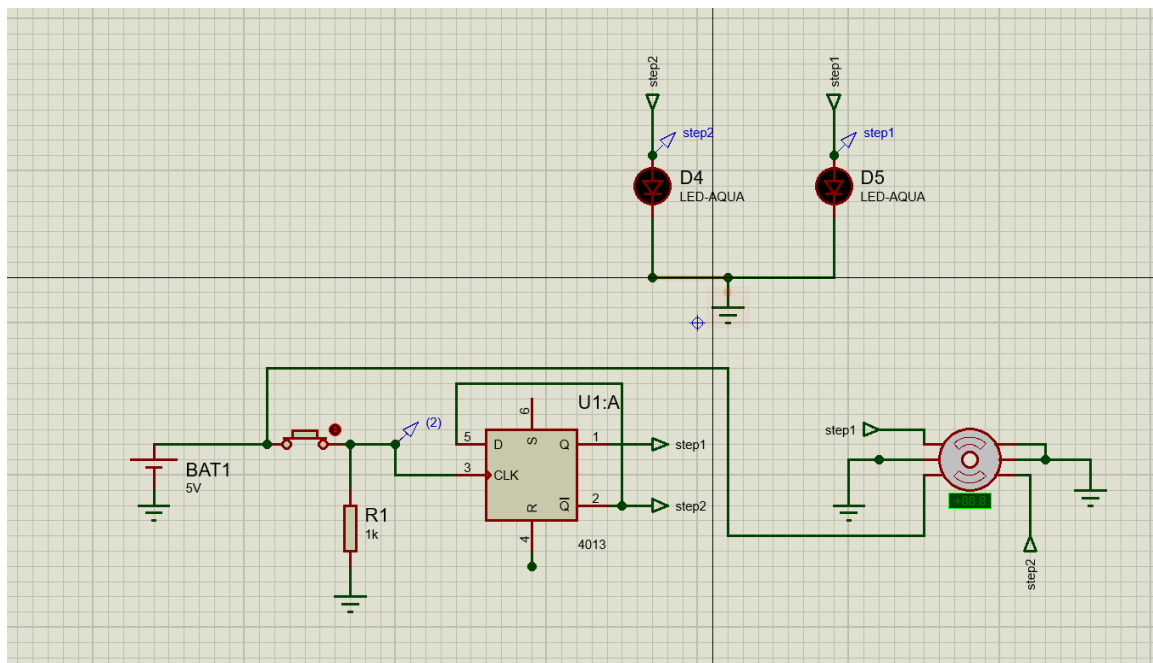
- TECLADO



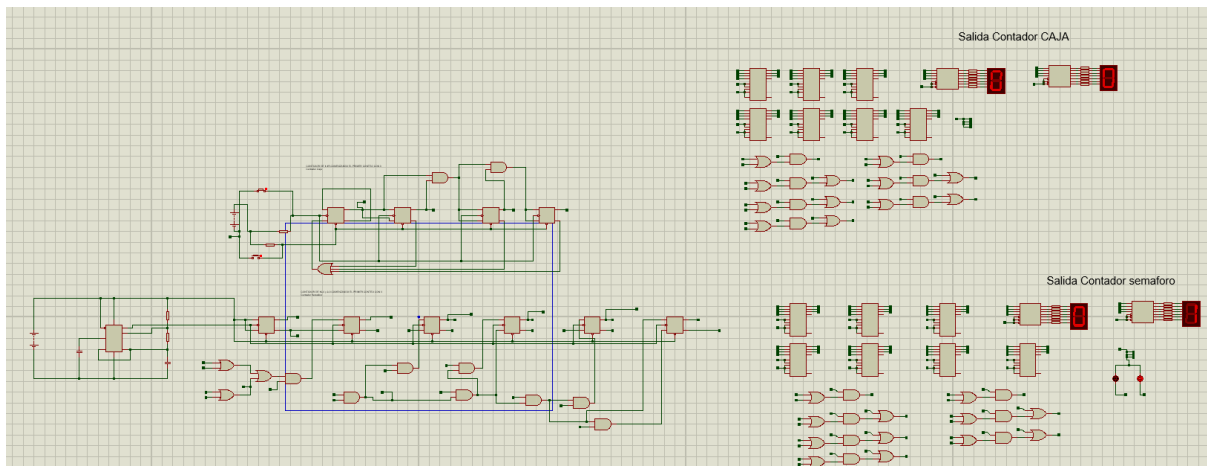
- **Puente H**



- **Driver**



- **Semáforo**



EQUIPO UTILIZADO

| Circuito | Equipo utilizado |
|---------------------|--|
| Motor stepper | <ul style="list-style-type: none"> ● Flip-flop tipo D ● 2 m cable protoboard ● 3 resistencias 1k ● Micro switch 4 pines ● 2 leds ● 1 protoboard |
| Teclado | <ul style="list-style-type: none"> ● 26 Led's rojos ● 3 Dip Switch de 4 posiciones ● 2 Compuerta Not ● 2 Comparador 7485 ● 6 Flip Flip D ● 1 Led Verde ● 1 Compuerta AND ● Cable de cobre para Circuitos ● 2 Protoboard |
| Puente H | <ul style="list-style-type: none"> ● 1 Protoboard ● 5 resistencias (2 sólo para probar los leds) ● 4 transistores ● 2 push buttons ● 2 motores ● 2 leds para prueba y cable |
| Contador ascendente | <ul style="list-style-type: none"> ● 2 Placa de cobre 4"x 6" ● 6 dual flip-flop tipo J-K 74LS73 ● 10 resistencias de 1k Ω |

| | |
|----------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • 2 botón • 2 cloruro férrico • 3 metros de estaño • 2 bornera • 8 Led rojas • 2 impresiones laser • Cable para protoboard • 3 Brocas de 1mm |
| Contador descendente | <ul style="list-style-type: none"> • Led verde • Flip flop J-K 74LS76 • Compuerta AND 74LS08 • Timer LM555N • Placa de cobre 10x15cm • Resistencias 200k Ω • Resistencias 430 Ω • Resistencias 1k Ω • Capacitor 1uF • Capacitor 3.3uF • Impresión Laser |

PRESUPUESTO

202001851 - Teclado Protoboard, Kevin Cámbara

| Producto | Cantidad | Precio | Total |
|--------------------------------------|----------|--------|---------------|
| LED's | 26 | 1.00 | 26.00 |
| Protoboard galleta | 3 | 30.00 | 90.00 |
| Resistencia de ¼ W Varios Valores | 19 | 0.50 | 9.50 |
| Comparador 7485 | 2 | 16.00 | 32.00 |
| Flip Flop D | 6 | 12.00 | 72.00 |
| Compuerta 7404 | 2 | 6.50 | 13.00 |
| Cable de Protoboard #24 | 7 metros | 2.50 | 17.50 |
| DIP Switch de 4 Posiciones | 3 | 5.00 | 15.00 |
| Compuerta 7432 | 1 | 7.00 | 7.00 |
| Total | | | 282.00 |

202000277 - Puente H, Diana Berducido

| Producto | Cantidad | Precio | Total |
|--------------------|----------|--------|--------------|
| LED's | 2 | 1.00 | 2.00 |
| Protoboard galleta | 1 | 0.00 | 0.00 |
| Resistencia de 1K | 4 | 0.50 | 2.00 |
| Transistor | 5 | 0.75 | 3.75 |
| push buttons | 4 | 1.00 | 4.00 |
| Motor dc | 2 | 7.00 | 14.00 |
| Total | | | 25.75 |

202102338 - Contador Ascendente, Alejandra Cabrera

| Producto | Cantidad | Precio | Total |
|--------------------------|-------------------------|--------|---------------|
| Led roja | 8 | 1.00 | 8.00 |
| Flip flop J-K 7473 | 6 | 9.00 | 54.00 |
| Resistencias 1k Ω | 10 | 1.00 | 10.00 |
| Botón | 2 | 2.00 | 4.00 |
| Bornera | 2 | 2.00 | 4.00 |
| Placa de cobre 4" x 6" | 2 (se repitió la placa) | 30.00 | 60.00 |
| Cloruro férrico | 2 | 14.00 | 28.00 |
| Broca de 1mm | 3 | 2.25 | 6.75 |
| Impresión láser | 2 | 9.00 | 18.00 |
| Total | | | 192.25 |

202000774 -Gerson David Otoniel González Morales

| Producto | Cantidad | Precio | Total |
|--------------------------|-----------------|---------------|--------------|
| Flip-flop tipo D | 1 | 5.00 | 5.00 |
| Resistencias 1k Ω | 3 | 1.00 | 3.00 |
| Micro switch 4 pines | 1 | 2.00 | 2.00 |
| LED'S | 2 | 1.00 | 2.00 |
| Protoboard | 1 | 30.00 | 30.00 |
| Cable protoboard | 2 | 2.50 | 5.00 |
| Total | | | 47.00 |

201807499 - Contador Descendente, Johnny Aldana

| Producto | Cantidad | Precio | Total |
|----------------------------|-------------------------|---------------|--------------|
| Led verde | 4 | 1.00 | 4.00 |
| Flip flop J-K 74LS76 | 2 | 15.00 | 30.00 |
| Compuerta AND 74LS08 | 1 | 5.00 | 5.00 |
| Timer LM555N | 1 | 4.00 | 4.00 |
| Placa de cobre 10x15cm | 2 (se repitió la placa) | 15.00 | 30.00 |
| Resistencias 200k Ω | 1 | 0.75 | 0.75 |
| Resistencias 430 Ω | 1 | 0.75 | 0.75 |
| Resistencias 1k Ω | 4 | 1.00 | 4.00 |
| Capacitor 1uF | 1 | 1.00 | 1.00 |
| Capacitor 3.3uF | 1 | 1.00 | 1.00 |
| Impresión láser | 2 | 6.00 | 12.00 |
| Total | | | 92.5 |

APORTE INDIVIDUAL

Gasto total: 639.00Q

| Estudiante | Aporte |
|---------------------------------------|--|
| Gerson David Otoniel González Morales | Q47.00, Driver para motor stepper |
| Jimena Alejandra Cabrera Rosito | Q192.25, Contador ascendente en físico y proteus |
| Diana Estefania Berducido Domingo | Q25.75, puente H para simular cinta transportadora |
| Jhonny Aldana | Q92.5 Contador descendente |
| Kevin Orlando Cámara García | Q282.00 Teclado en Protoboard |

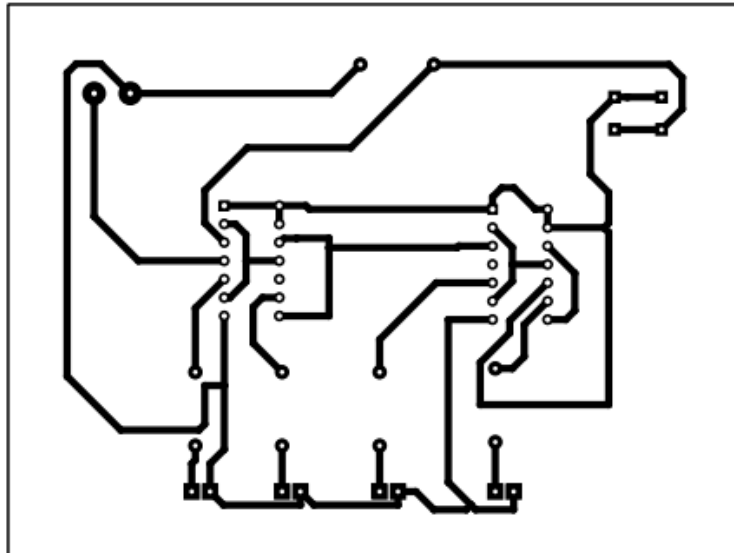
CONCLUSIONES

- La construcción de circuitos combinacionales y secuenciales implicó la aplicación práctica de los conocimientos teóricos adquiridos en la clase magistral y laboratorio; esta experiencia práctica reforzó la comprensión de conceptos clave en electrónica digital.
- La aplicación de Mapas de Karnaugh en la construcción de circuitos evidencia la habilidad para simplificar y optimizar lógica combinacional, lo que es esencial para minimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia.
- Aprender el funcionamiento de diferentes elementos electromecánicos amplía el conocimiento sobre dispositivos reales y su interacción con la electrónica digital.
- La capacidad para utilizar la menor cantidad de dispositivos en un diseño demuestra la habilidad para optimizar soluciones, reducir costos y consumir menos recursos, lo cual es un aspecto crítico en el diseño de sistemas electrónicos.
- La electrónica digital es fundamental para la resolución de problemas en una amplia gama de aplicaciones, desde la automatización industrial hasta la informática. La experiencia en resolución de problemas mediante electrónica digital es muy importante

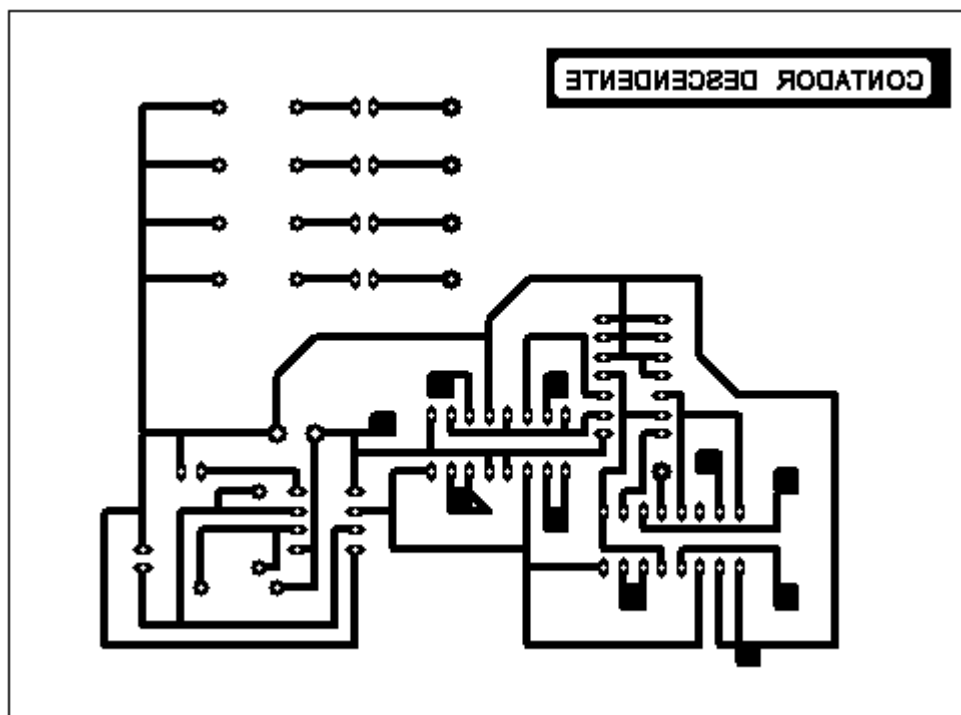
ANEXOS

DIAGRAMA DEL CIRCUITO IMPRESO

- Contador Ascendente

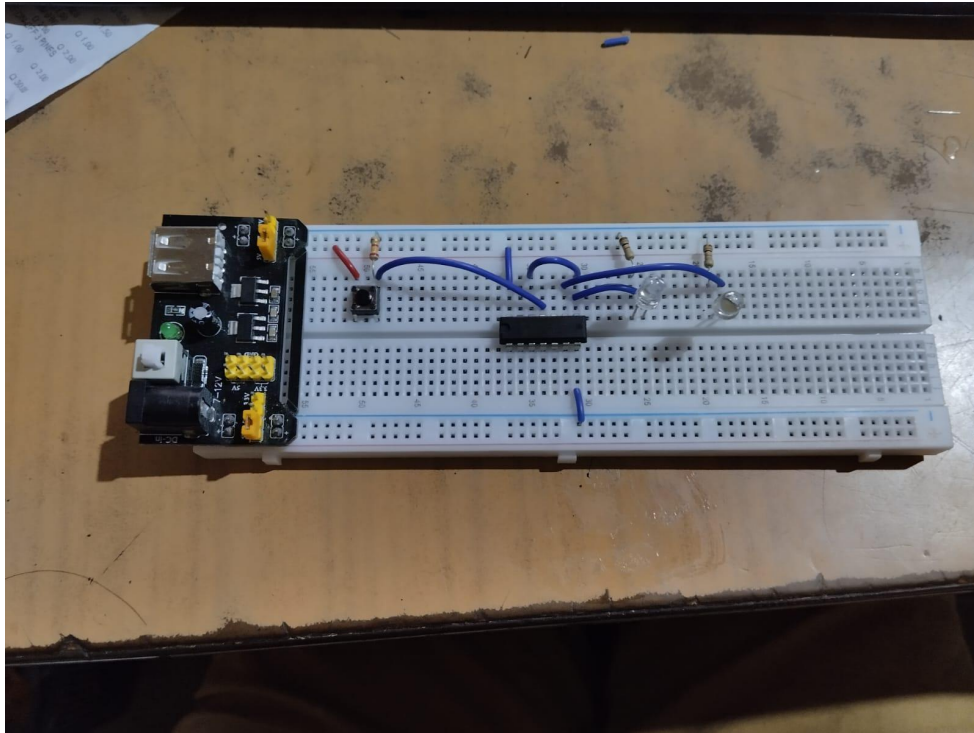


- Contador Descendente

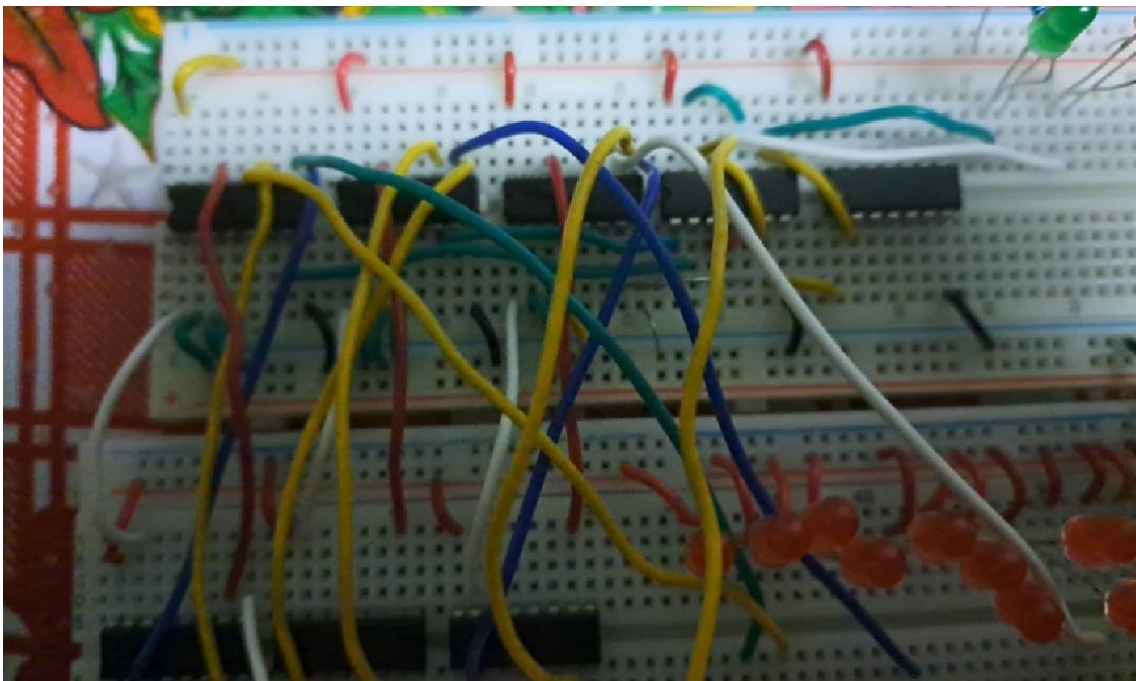


FOTOGRAFÍAS DE LOS CIRCUITOS FÍSICOS

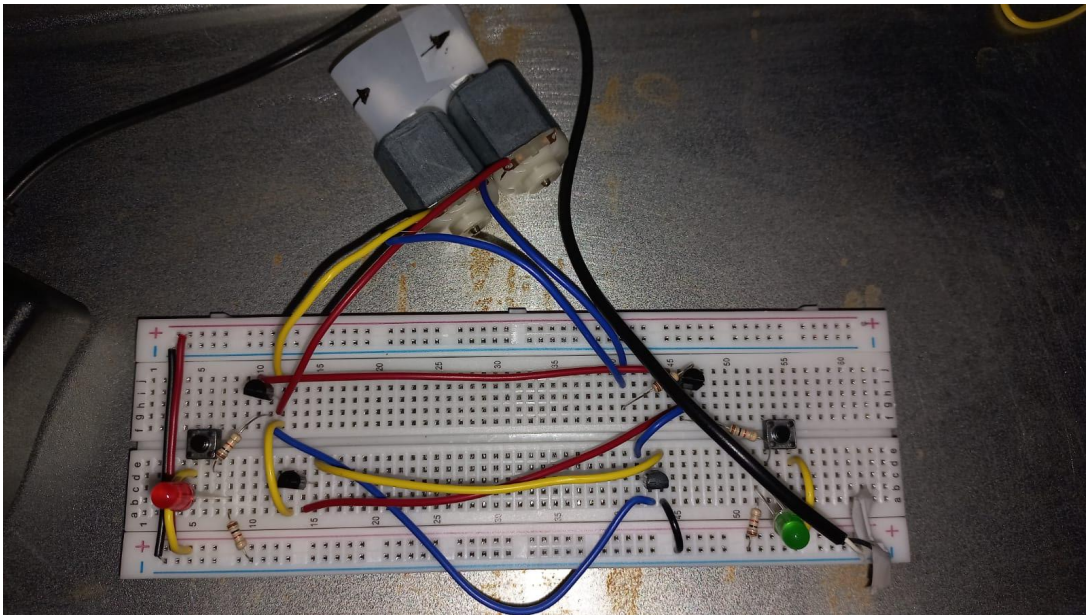
- Motor Stepper



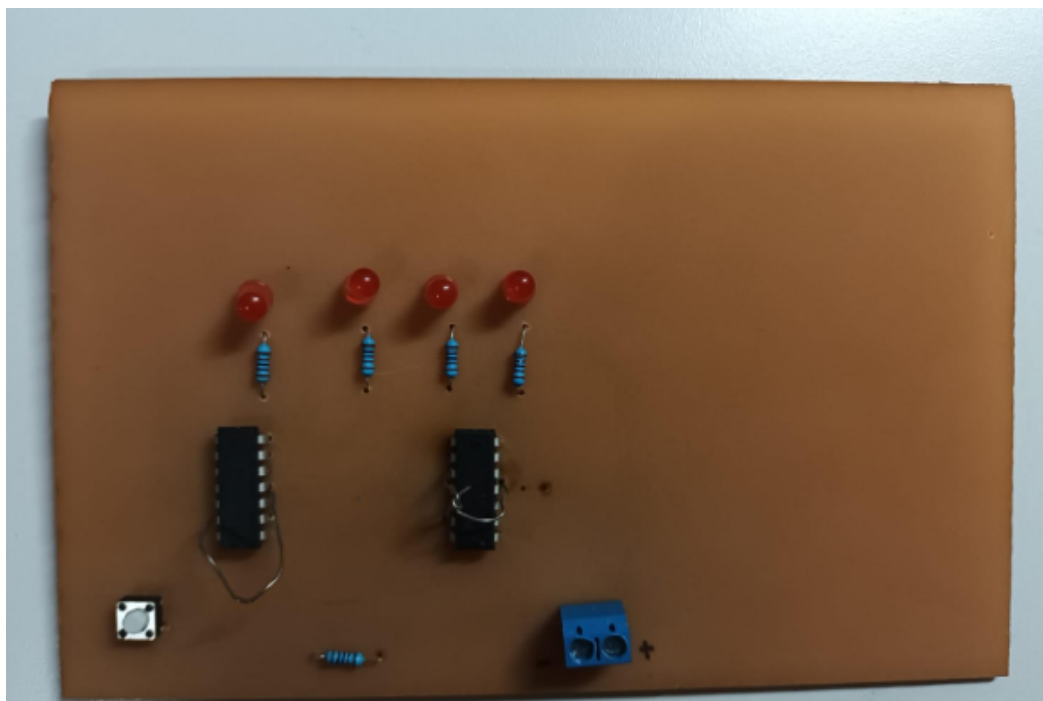
- Teclado



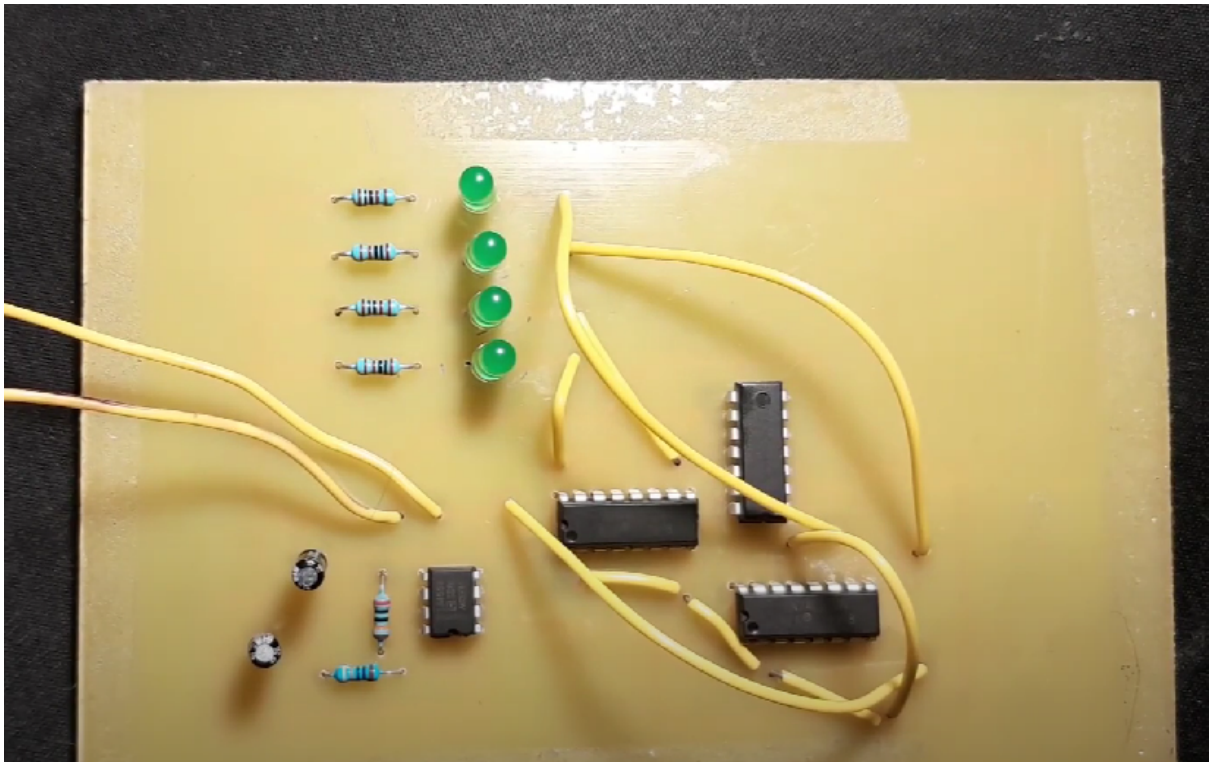
- **Puente H**



- **Contador ascendente**



- Contador descendente



VIDEO

<https://youtu.be/ZqIfid4y8vk>