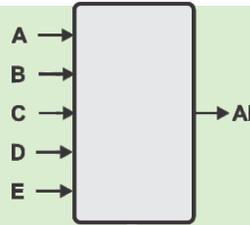
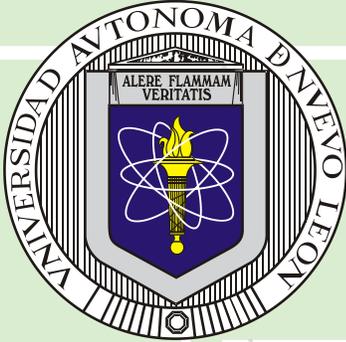
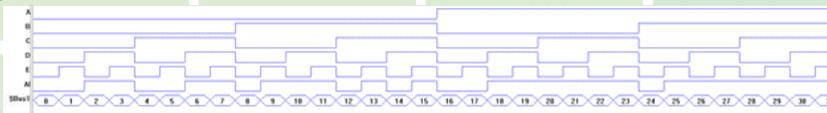
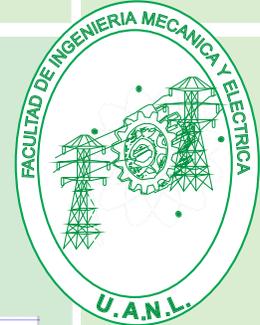


Diseño, Simulación y Construcción de un Prototipo de un Sistema Digital Combinacional mediante Captura Esquemática

Actividad Fundamental 1 Repertorio de problemas propuestos



$$F_{AI}(A, B, C, D, E) = \sum m(0, 1, 4, 5, 8, 12, 14, 16, 17, 24)$$



1 Lectura comprensiva del problema

Diagrama de Bloques

2 Planteamiento Tabla de Verdad

A	B	C	D	E	AI
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0
0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0
1	1	0	1	0	0
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	0
1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	0

$F_{AI}(A, B, C, D, E) = \sum m(7, 25, 26, 27, \dots)$

3 Ecuaciones Mínimas

Mapa de Karnaugh resultando en:

$$F_{AI} = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D \cdot \overline{E} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C \cdot D \cdot \overline{E} + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot D \cdot \overline{E} + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot D \cdot \overline{E} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D \cdot E + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C \cdot \overline{D} \cdot E + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C \cdot D \cdot E + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot D \cdot E + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot \overline{D} \cdot E + \overline{A} \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D \cdot \overline{E} + A \cdot \overline{B} \cdot C \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} + A \cdot \overline{B} \cdot C \cdot D \cdot \overline{E} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} \cdot D \cdot E + A \cdot \overline{B} \cdot C \cdot \overline{D} \cdot E + A \cdot \overline{B} \cdot C \cdot D \cdot E + A \cdot B \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} + A \cdot B \cdot \overline{C} \cdot D \cdot \overline{E} + A \cdot B \cdot C \cdot \overline{D} \cdot \overline{E} + A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot \overline{E} + A \cdot B \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} \cdot E + A \cdot B \cdot \overline{C} \cdot D \cdot E + A \cdot B \cdot C \cdot \overline{D} \cdot E + A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E$$

4 Captura Esquemática

5 Simulaciones

Diagrama de tiempos

6 Programar el Dispositivo

Seleccionar Marca tamaño y modelo

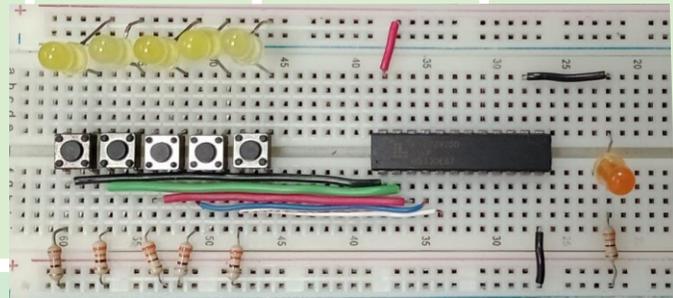
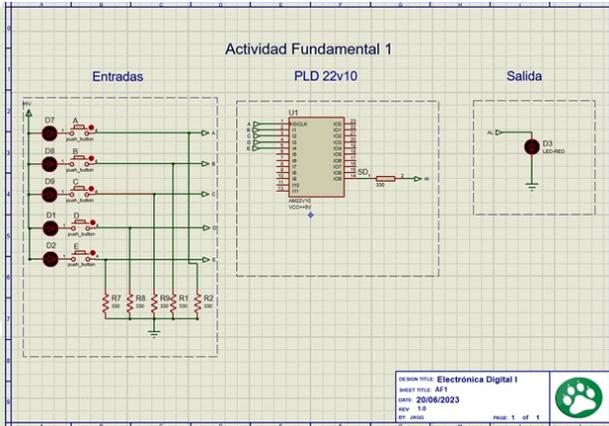
Colocar el dispositivo

Borrar

Cargar el archivo JEDEC

Programar

7 Construcción del Prototipo



Familiarización

01110111
1001 0

Aprendizaje Guiado

Aprendizaje Autónomo



Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica Y Eléctrica

J. A. Garza Garza, J. D. Garza Camarena, A. Del Ángel Ramírez

Diseño, Simulación y Construcción de un Prototipo de un Sistema Digital Combinacional mediante Captura Esquemática

Actividad Fundamental 1

Repositorio de problemas propuestos

Autores: *Juan Ángel Garza Garza, Jesús Daniel Garza Camarena, Arturo del Ángel Ramírez.*

Universidad Autónoma de Nuevo León

Santos Guzmán López
RECTOR

Juan Paura García
SECRETARIO GENERAL

José Javier Villareal Tostado
SECRETARIO DE EXTENSIÓN Y CULTURA

Antonio Ramos Revillas
DIRECTOR DE EDITORIAL UNIVERSITARIA

Arnulfo Treviño Cubero
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

ISBN: 978-607-27-2085-5

Primera edición, julio 2023

©Universidad Autónoma de Nuevo León

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, archivada o transmitida, en cualquier sistema -electrónico, mecánico, de foto reproducción, de almacenamiento en memoria o cualquier otro-, sin hacerse acreedor a las sanciones establecidas en las leyes, salvo con el permiso expreso del titular del copyright. Las características tipográficas, de composición, diseño, formato, corrección son propiedad del editor.

Email: juan.garzagza@uanl.edu.mx

Página web: <https://jagarza.fime.uanl.mx/>

Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi amada familia, en especial a mi esposa Marina Camarena Benavides y a mis hijos Juan Ángel, Eduardo Nicolás y Jesús Daniel Garza Camarena. Su generosidad y apoyo incondicional han sido fundamentales para que pueda dedicar tiempo y esfuerzo a la consolidación de mis proyectos.

Agradezco de todo corazón el valioso tiempo y espacio que han sacrificado por mí, a pesar de que por amor les correspondía. Su comprensión y respaldo han sido una fuente inagotable de motivación y fortaleza en cada paso de mi camino.

Gracias, familia querida, por creer en mí y por ser mi mayor apoyo en todas las etapas de mi vida. Cada logro que alcance será un reflejo de vuestro amor y confianza. Sin ustedes, nada de esto sería posible.

Al Dr. Arnulfo Treviño Cubero distinguido líder humano, visionario e incluyente de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, que siempre ha impulsado y apoyado fuertemente los proyectos realizados por los académicos de nuestra institución. Su compromiso inquebrantable con el desarrollo y la excelencia académica ha sido una fuente de inspiración para todos nosotros.

Mi más profundo agradecimiento al Dr. Fernando Banda Muñoz, un destacado líder de la nueva generación comprometido con la calidad de la educación en nuestra institución. Su invaluable apoyo y consejos han sido fundamentales en la realización de este libro.

Al *Dr. Juan Antonio Aguilar Garib* por sus sabios consejos acerca de la redacción especialmente en documentos referentes a la formación de futuros ingenieros.

Y, por último, pero no menos importante, quiero reconocer a mis becarios: Ing. Samantha Lopez Corpus, Gonzalo Alberto Guajardo Galindo, Zaida Aneida Martinez Arellano e Yessica Sarahi Ontiveros Farrera. Su gran contribución y apoyo han sido fundamentales para la realización de esta obra.



Índice

Prologo	4
Introducción	5
Objetivo:	9
Competencias Especificas de esta actividad fundamental:	10
<i>Conceptos básicos del diseño de sistemas digitales:</i>	11
Flujo de Diseño	15
Pasos del Flujo de Diseño para esta actividad	15
Trabajo en equipo	32
Programas de aplicación propuestos (software):	33
Material por utilizar	34
Ejemplo de aplicación	35
Instrucciones de la actividad.....	43
Cronograma propuesto	44
Descripción de las Fases	44
Problemas Propuestos	47
Problema 1.....	47
Problema 2.....	48
Problema 3.....	49
Problema 4.....	50
Problema 5.....	51
Problema 6.....	52
Problema 7.....	53
Problema 8.....	54
Problema 9.....	55
Problema 10.....	56
Problema 11.....	57
Problema 12.....	58
Problema 13.....	59
Problema 14.....	60
Problema 15.....	61
Problema 16.....	62
Problema 17.....	63
Problema 18:	64
Problema 19.....	65
Problema 20.....	66
Problema 21.....	67
Problema 22.....	68
Problema 23.....	69
Problema 24.....	70
Problema 25.....	71
Problema 26.....	72
Problema 27.....	73
Problema 28.....	74
Problema 29.....	75
Problema 30.....	76
Problema 31.....	77
Problema 32.....	77
Problema 33.....	78
Problema 34.....	79
Problema 35.....	80
Problema 36.....	81
Problema 37.....	82
Problema 38.....	83
Problema 39.....	84
Problema 40.....	85

Prologo

En el vasto horizonte de la ingeniería, el mundo digital se extiende como un inmenso lienzo de posibilidades, donde cada píxel de información y cada pulso eléctrico dan vida a sistemas que transforman nuestras vidas. El presente libro, "Diseño, Simulación y Construcción de un Prototipo de un Sistema Digital Combinacional mediante Captura Esquemática", marca el inicio de un emocionante viaje para aquellos que se aventuran en el campo de la electrónica digital.

Desde los albores de la civilización, los seres humanos han buscado formas de simplificar, automatizar y mejorar sus tareas diarias. En este camino, la electrónica digital ha emergido como un pilar fundamental, permitiéndonos no solo procesar información a velocidades asombrosas, sino también dar vida a sistemas complejos que abarcan desde la comunicación instantánea hasta el control de máquinas y la exploración del espacio exterior.

Los estudiantes de ingeniería, en su travesía hacia su formación como profesionista, se encuentran con desafíos emocionantes y gratificantes. La creación de sistemas electrónicos digitales no solo requiere habilidades técnicas, sino también un profundo pensamiento lógico y una comprensión de cómo los elementos más básicos pueden combinarse para lograr resultados extraordinarios. Este libro ha sido concebido para guiar a los estudiantes a través de este emocionante proceso, brindándoles las herramientas y el conocimiento necesario para dar vida a sus ideas en forma de circuitos digitales funcionales.

El núcleo de esta obra se centra en la técnica de captura esquemática, una habilidad esencial en el arsenal de cualquier ingeniero electrónico. A través de esta técnica, los estudiantes aprenderán a traducir sus conceptos y diseños en diagramas comprensibles que los dispositivos lógicos programables pueden entender.

No obstante, más allá de las habilidades técnicas, este libro también busca fomentar el pensamiento lógico y la creatividad en los futuros ingenieros.

A medida que los estudiantes se enfrentan a su primera experiencia en el diseño, simulación y construcción de prototipos de sistemas electrónicos, estoy seguro de que encontrarán no solo desafíos, sino también una profunda satisfacción al ver cómo sus ideas cobran vida en el mundo digital.

Prepárense para embarcarse en un viaje que no solo desbloqueará las puertas de la electrónica digital, sino que también abrirá sus mentes a un océano de posibilidades. El futuro digital aguarda, y este libro es su primera brújula en ese emocionante viaje.

¡Bienvenidos al mundo del diseño y la electrónica digital!

Juan Angel Garza Garza

Introducción

En este libro, dirigido a personas con conocimientos básicos sobre operadores y conceptos fundamentales de la lógica booleana, presentaremos una guía detallada sobre el diseño, simulación y construcción de un prototipo basado en un sistema digital combinacional. Utilizaremos la técnica de captura esquemática y su implementación en un Dispositivo Lógico Programable (PLD, por sus siglas en inglés). Aunque no se requieren conocimientos avanzados, es importante tener una comprensión básica de estos conceptos para aprovechar al máximo el contenido presentado.

Los conceptos propuestos en esta versión son esenciales para las Unidades de Aprendizaje de Electrónica Digital I y Sistemas Digitales, que son consideradas como Ciencias de la Ingeniería. Se proponen 40 problemas en los que tendrás la oportunidad de aplicar un flujo de diseño específico para cada caso. Todos los problemas constan de 5 variables como entradas al sistema combinacional, y se recomienda realizarlos en equipos de máximo tres integrantes. Además, se proporciona un cronograma para completar la actividad en menos de seis semanas. A lo largo del manual, encontrarás ejemplos prácticos, ilustraciones y consejos útiles que te ayudarán a comprender y aplicar los conceptos.

La captura esquemática es un recurso ampliamente utilizado en el diseño de sistemas digitales, que permite representar gráficamente los diferentes componentes y sus interconexiones. Al utilizar esta técnica, los diseñadores pueden visualizar fácilmente el funcionamiento del sistema y realizar cambios o mejoras de manera eficiente.

La implementación práctica del prototipo se llevará a cabo utilizando dispositivos lógicos programables (PLDs). Estos dispositivos brindan una plataforma versátil y flexible para el diseño de sistemas digitales, ya que permiten la configuración y reconfiguración de los componentes lógicos según las necesidades específicas del proyecto.

Es esencial tener en cuenta que el estudio del Álgebra Booleana y el diseño de sistemas digitales son elementos fundamentales para fomentar el pensamiento lógico en la formación de ingenieros. A continuación, se describen algunas maneras en las que el Álgebra Booleana y el diseño de sistemas digitales contribuyen al desarrollo del pensamiento lógico:

- **Abstracción y simplificación:**

El álgebra booleana permite abstraer problemas complejos en términos de variables y funciones lógicas. Los ingenieros deben ser capaces de identificar los elementos esenciales de un problema y simplificarlo mediante la representación simbólica de las variables y las operaciones lógicas. Esta habilidad de abstracción y simplificación es clave para el pensamiento lógico.

- **Razonamiento deductivo:**

El diseño de sistemas digitales requiere seguir un razonamiento deductivo, donde se establecen premisas y se deducen conclusiones utilizando las reglas del álgebra booleana. Los ingenieros deben ser capaces de seguir una secuencia lógica de pasos para diseñar y analizar circuitos digitales (Flujo de diseño), lo que fortalece su capacidad para el razonamiento deductivo en general.

- **Solución de problemas complejos:**

Se implica abordar desafíos complejos y descubrir soluciones efectivas. En este proceso, los ingenieros deben aplicar el pensamiento lógico para descomponer un problema en componentes más pequeños, a través de módulos, identificar las interrelaciones entre ellos y lograr una solución global coherente.

- **Análisis crítico y depuración:**

El análisis crítico de circuitos y la habilidad de depurar problemas en el funcionamiento de los sistemas. Los ingenieros deben identificar y corregir errores lógicos, fallos de diseño o problemas operativos (detección y corrección de fallas). Esto fomenta la capacidad de evaluar críticamente, detectar inconsistencias y aplicar principios lógicos en la resolución de problemas.

- **Pensamiento sistémico y enfoque estructurado:**

Los ingenieros deben considerar cómo diferentes componentes interactúan entre sí y cómo afecta cada cambio en el sistema en su conjunto. Esto desarrolla la capacidad de pensar de manera estructurada, comprender las relaciones entre los componentes y evaluar el impacto de las decisiones en el sistema.

La realización de esta actividad de aprendizaje implica el desarrollo y aplicación de competencias transversales o competencias suaves tales como:

- **Creatividad e innovación:**

El diseño de un sistema digital combinacional requiere pensar de forma creativa para encontrar soluciones originales y novedosas. La capacidad de pensar fuera de los esquemas establecidos, proponer ideas innovadoras y aplicar enfoques no convencionales es fundamental en este tipo de actividad.

- **Gestión del tiempo y organización:**

La actividad implica gestionar adecuadamente el tiempo y los recursos disponibles. Esto implica establecer plazos, planificar las tareas necesarias, definir prioridades y mantener un seguimiento efectivo del progreso del proyecto.

- **Trabajo en equipo:**

Esta actividad está diseñada para trabajar en equipo. Es fundamental tener habilidades de comunicación efectiva, colaboración, negociación y coordinación para alcanzar los objetivos de manera conjunta.

- **Habilidades de comunicación:**

La capacidad de transmitir claramente ideas y conceptos técnicos a través de la comunicación oral y escrita es esencial en el proceso de diseño y simulación. Esto implica explicar y presentar los resultados del prototipo, informar sobre el progreso del proyecto y articular ideas de manera efectiva con diferentes audiencias.

- **Documentación técnica:**

Es esencial poder comunicar los resultados técnicos de manera estructurada, clara y concisa. Esto implica la capacidad de escribir documentación técnica, informes y manuales que describan los diseños, las especificaciones y los resultados obtenidos. Una buena comunicación escrita facilita la comprensión de los sistemas y ayuda a otros ingenieros a trabajar con el diseño.

- **Presentaciones efectivas:**

La capacidad de comunicar de manera efectiva a través de presentaciones orales es crucial para transmitir la información de manera clara, persuasiva y comprensible para el público.

El libro se divide en varias secciones que siguen un orden lógico para abordar el diseño de sistemas digitales combinacionales. A continuación, se presenta una descripción general de las secciones y su contenido:

Sección 1: Fundamentos de los sistemas digitales combinacionales.

- Conceptos básicos de los sistemas digitales combinacionales.
- Representación de funciones booleanas mediante tablas de verdad y sus formas canónicas Suma de productos (SOP) y Productos de Suma (POS).
- Obtención de ecuaciones mínimas en las formas SOP o POS considerando el menor Input Cost y Gate Cost.

Sección 2: Diseño mediante captura esquemática de las ecuaciones mínimas obtenidas.

- Selección y colocación de componentes en un entorno de diseño.
- Realización de conexiones entre componentes.

Sección 3: Simulación del sistema.

- Uso de herramientas de software especializadas para simular el sistema.
- Análisis o evaluación mediante la comparación de la simulación contra el comportamiento esperado del sistema.
- En caso de no coincidir detectar posibles problemas y corregir y luego volver a simular.

Sección 4: Construcción del prototipo físico.

- Selección de componentes electrónicos adecuados.
- Programación del PLD para implementar el diseño.
- Implementación física utilizando PLDs.
- Comprobar el funcionamiento correcto del prototipo cumpliendo con lo establecido.

Como complemento y ayuda en la comprensión de cada una de las secciones, se incluyen videos disponibles en la plataforma YouTube y MsStream que explican cada paso del método de aplicación del flujo de diseño.

Objetivo:

El objetivo de este libro es desarrollar en los estudiantes de ingeniería las competencias básicas necesarias de las unidades de aprendizaje de Sistemas Digitales y Electrónica Digital I, de acuerdo con el perfil de egreso del ingeniero. Para lograrlo, se propone una *secuencia didáctica* compuesta por tres etapas:

1. **Familiarización**, se busca que los estudiantes se familiaricen con los conceptos, leyes y modelos que serán aplicados posteriormente en situaciones prácticas. Se fomenta la construcción de conocimiento y la comprensión profunda, para que los estudiantes puedan manejar adecuadamente el lenguaje técnico y establecer una comunicación efectiva con sus compañeros y profesores.
2. **Aprendizaje Guiado**, una vez que los estudiantes han comprendido los conceptos, leyes y modelos, se enfoca en que dominen el método, procedimiento o flujo de diseño requerido para las aplicaciones específicas. El profesor guiará a los estudiantes mostrando el método y su aplicación en situaciones típicas, y luego planteará desafíos para que los estudiantes intenten resolverlos aplicando el método propuesto. El nivel de guía del profesor se irá ajustando en función de las necesidades del estudiante, permitiéndole actuar de forma independiente a medida que avanza en la etapa.
3. **Aprendizaje Autónomo**, se promueve que los estudiantes apliquen de manera autónoma el método propuesto en situaciones nuevas, demostrando su desempeño completo. En esta etapa, los estudiantes pueden trabajar solos o en equipo y solo acudirán al profesor cuando encuentren situaciones que no puedan resolver por sí mismos.



Fig. 1. Secuencia Didáctica para el aprendizaje en la aplicación del flujo de diseño

Competencias Específicas de esta actividad fundamental:

Se espera que los estudiantes sean capaces de aplicar un flujo de diseño para desarrollar y construir prototipos de Sistemas Combinacionales basados en los fundamentos teóricos y prácticos del álgebra booleana, utilizando herramientas de Tecnologías de la Información (TI) que les permitan verificar su correcto funcionamiento. Además, se busca que los estudiantes desarrollen un método para detectar y corregir fallas, así como realizar la implementación física utilizando dispositivos de función fija y/o programable.

Adicionalmente, se espera que los estudiantes adquieran habilidades para el trabajo en equipo, así como para documentar adecuadamente los resultados de sus diseños y presentarlos tanto de forma oral como escrita. Esto implica que los estudiantes sean capaces de comunicar de manera efectiva los resultados de sus diseños y simulaciones, utilizando la terminología técnica adecuada y siguiendo las normas establecidas para la presentación de informes técnicos.

Conceptos básicos del diseño de sistemas digitales:

Álgebra Booleana

El álgebra booleana es un sistema lógico matemático basado en el trabajo del matemático británico George Boole en el siglo XIX. Se utiliza para el estudio de operaciones lógicas y el manejo de valores de verdad, que pueden ser verdadero (1) o falso (0).

En su forma más básica, el álgebra booleana se basa en tres operaciones fundamentales: la conjunción (AND), la disyunción (OR) y la negación (NOT). Estas operaciones permiten combinar y manipular valores lógicos para obtener resultados determinados. A través de estas operaciones, se pueden construir expresiones booleanas más complejas y realizar cálculos lógicos.

La evolución del álgebra booleana ha sido fundamental en el desarrollo de la electrónica digital y la computación. En la década de 1930, Claude Shannon, un ingeniero eléctrico estadounidense, estableció una conexión entre el álgebra booleana y los circuitos eléctricos, lo que sentó las bases para la implementación de sistemas digitales. Shannon demostró que las operaciones lógicas se podían realizar mediante circuitos electrónicos utilizando interruptores y puertas lógicas.

A partir de ese momento, el álgebra booleana se convirtió en un componente esencial en el diseño y análisis de sistemas digitales, incluyendo computadoras, procesadores, circuitos integrados y otros dispositivos electrónicos. Se desarrollaron diversas extensiones y variantes del álgebra booleana, como el álgebra de Boole de orden superior, el álgebra booleana probabilística y el álgebra de Boole difusa. En la actualidad, el álgebra booleana sigue siendo un pilar fundamental en el campo de la lógica computacional y la teoría de la computación. Sus principios y conceptos subyacentes se aplican en el diseño de algoritmos, el análisis y síntesis de circuitos digitales, la programación lógica, la inteligencia artificial y muchos otros campos relacionados con la informática y la tecnología.

Sistemas Combinacionales

Un sistema digital combinacional se compone de una combinación de componentes electrónicos, como compuertas lógicas y circuitos de conmutación, que interactúan entre sí para realizar una función específica. Este tipo de sistema digital utiliza exclusivamente circuitos combinacionales, los cuales son aquellos en los que las salidas dependen únicamente de las entradas actuales y no tienen memoria interna. En otras palabras, no tienen retroalimentación, por lo que cada vez que se aplica una combinación de entradas, se obtiene una salida determinada.

En este sistema, la función de salida se determina directamente a partir de las combinaciones de las entradas presentes en ese momento. Esto se logra mediante el uso de puertas lógicas, como AND, OR, NOT, XOR, entre otras, y sus correspondientes combinaciones en circuitos más complejos. Estas puertas lógicas reciben las señales de entrada y generan una señal de salida en función de su lógica interna.

El diseño de un sistema digital combinacional implica definir las funciones lógicas requeridas y luego implementarlas utilizando puertas lógicas y circuitos combinacionales adecuados. Los sistemas digitales combinacionales se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, como en la aritmética binaria, decodificadores, multiplexores, demultiplexores, generadores de paridad, comparadores, entre otros.

Formas de representación

Las formas más comunes de expresar circuitos combinacionales son la Forma Normal Suma de Productos (SOP, por sus siglas en inglés) y la Forma Normal Producto de Sumas (POS, por sus siglas en inglés).

La Forma Normal **Suma de Productos (SOP)** es una expresión booleana en la cual se representa una función lógica como una suma lógica (OR) de productos lógicos (AND). Cada producto lógico corresponde a una combinación de entradas para la cual la función de salida es igual a 1.

Por ejemplo, la expresión SOP "AB + CD" representa una función lógica que es igual a 1 cuando las entradas A y B están activas, o cuando las entradas C y D están activas.

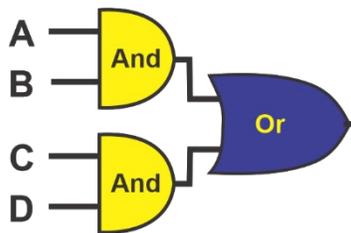


Fig. 2 Forma SOP And/Or

La Forma Normal **Producto de Sumas (POS)** es una expresión booleana en la cual se representa una función lógica como un producto lógico (AND) de sumas lógicas (OR). Cada suma lógica corresponde a una combinación de entradas para la cual la función de salida es igual a 0. Por ejemplo, la expresión POS " $(A+B) * (C+D)$ " representa una función lógica que es igual a 0 cuando las entradas A o B están activas, y también cuando las entradas C o D están activas.

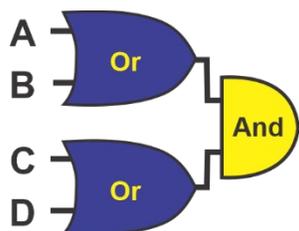


Fig. 3 Forma POS Or/And

Ambas formas, SOP y POS, son equivalentes y pueden convertirse una en la otra mediante el uso del Teorema de D. Morgan.

Derivada de la Forma And/Or se pueden obtener otras tres formas consideradas como estándar como se muestra en la fig. 5.

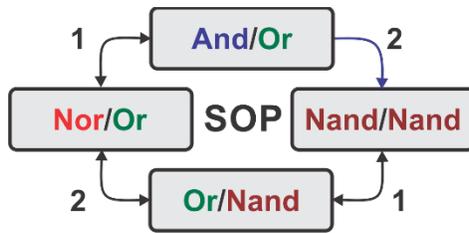


Fig. 4. Las 4 diferentes formas basadas en SOP

Derivada de la Forma Or/And se pueden obtener otras tres formas consideradas como estándar como se muestra en la fig. 6

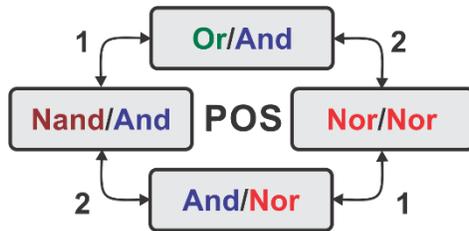


Fig. 5. Las 4 diferentes formas basadas en POS

La elección entre SOP y POS depende de la conveniencia para el diseño del circuito en particular y las preferencias del diseñador.

Es importante destacar que tanto SOP como POS son solo dos formas de representar un circuito combinacional. También existen otras representaciones, como tablas de verdad, diagramas de flujo y diagramas de circuitos, que pueden ser utilizados según la necesidad y el contexto del diseño.

Flujo de Diseño

En electrónica digital, el flujo de diseño se refiere al proceso de diseño y desarrollo de un sistema digital, desde la etapa de concepto hasta la implementación final. Este flujo implica una serie de pasos y etapas que se siguen de manera sistemática para asegurar que el sistema cumpla con los requisitos y funcionalidades deseadas, específicamente para esta actividad se proponen los siguientes pasos.

Pasos del Flujo de Diseño para esta actividad

1. **Lectura comprensiva del problema**, identificación de variables de Entrada y Salida, Diagrama de Bloques.
2. **Planteamiento**, trasladar el comportamiento a una Tabla de Verdad identificando de la tabla los Minitérminos y Maxiterminos representados preferentemente en sus formas canónicas.
3. Obtener las **Ecuaciones mínimas** por medio del programa LogicAid (ecuaciones, términos o tabla de verdad) y representar su diagrama esquemático.
4. Realizar la **Captura esquemática** Diagrama esquemático compuertas lógicas AON utilizando Schematic del programa IspLEVER (ecuaciones mínimas) de la opción más conveniente SOP o POS.
5. Efectuar las **simulaciones** mediante los programas IspLEVER y PROTEUS y Generar una evidencia visual del funcionamiento correcto GIF animado.
6. **Programar** el Dispositivo Lógico Programable (PLD, por sus siglas en inglés) PLD.
7. **Construir** el prototipo y comprobar su funcionamiento.
8. Generar el reporte correspondiente al diseño incluyendo los archivos entregables.

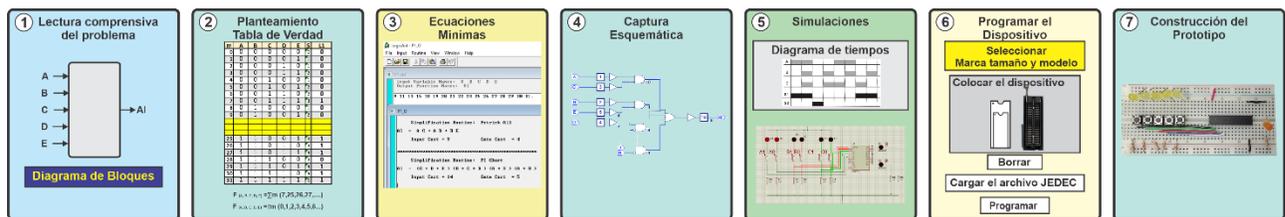


Fig. 6. Flujo de diseño propuesto

A lo largo de estas etapas, aprenderemos cómo transformar un problema o requerimiento en un diseño digital funcional y eficiente. Las etapas finales del flujo de diseño son la elaboración del reporte y la presentación de resultados oral y escrita por medio de una entrevista.

1.- Lectura comprensiva del problema

En la primera etapa del diseño de sistemas digitales combinacionales, es crucial comprender los requisitos y especificaciones del problema a resolver. Esto implica analizar detalladamente la descripción del problema y establecer una comprensión clara de las variables de entrada y salida involucradas.

Las variables de entrada son los datos que el sistema recibirá como información, mientras que las variables de salida son los resultados o respuestas que el sistema debe generar. Una vez identificadas estas variables, se construye un diagrama de bloques para representar el sistema conceptualmente.

El diagrama de bloques se enfoca en las interfaces del sistema, mostrando cajas que representan las entradas y salidas, así como las conexiones entre ellas. Aunque este diagrama simplificado no proporciona detalles sobre las funciones lógicas o operaciones específicas, ayuda a comprender la estructura general del sistema y su interacción con otros componentes o sistemas.

Es importante tener en cuenta que este diagrama de bloques no especifica la implementación detallada de cada bloque ni su lógica interna. Su propósito principal es ofrecer una representación visual abstracta del sistema, lo que facilita la comprensión y el análisis antes de avanzar en las etapas posteriores del diseño.

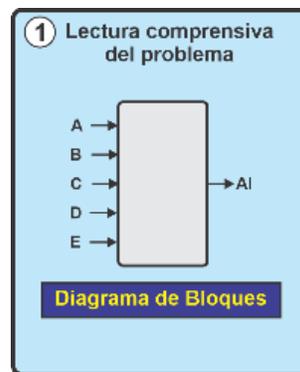


Fig. 7. Diagrama de Bloques

2.- Planteamiento

La cantidad de entradas y salidas del sistema solicitado permite representar el comportamiento de un sistema digital combinacional mediante una Tabla de Verdad.

Una tabla de verdad se define como una representación sistemática de todas las combinaciones posibles de valores de entrada y sus correspondientes valores de salida en un sistema digital.

En ella se enumeran todas las combinaciones de valores binarios que pueden tomar las entradas del sistema, y se muestra el resultado o estado correspondiente de las salidas para cada combinación de entrada. La tabla de verdad es una herramienta fundamental para analizar y comprender el comportamiento lógico de un sistema digital combinacional, ya que proporciona una descripción exhaustiva y precisa de cómo responde el sistema a diferentes configuraciones de entrada.

A partir de una tabla de verdad, es posible obtener la representación de las formas canónicas SOP (Suma de Productos) y POS (Producto de Sumas). Estas formas canónicas son representaciones algebraicas de la función lógica del sistema.

En la forma canónica SOP, se identifican las combinaciones de entrada que generan una salida de valor 1 y se realiza la suma lógica de los términos correspondientes $F(A, B, C, D, E) = \sum m(\text{---})$.

En la forma canónica POS, se identifican las combinaciones de entrada que generan una salida de valor 0 y se realiza el producto lógico de los términos complementados correspondientes $F(A, B, C, D, E) = \prod M(\text{---})$.

Estas formas canónicas proporcionan una representación compacta y estándar de la función lógica del sistema, lo que facilita su análisis, simplificación y diseño de circuitos lógicos.

2 Planteamiento
Tabla de Verdad

m	A	B	C	D	E	F	G
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0
2	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	0	1	1	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0
5	0	0	1	0	1	0	0
6	0	0	1	1	0	0	0
7	0	0	1	1	1	0	0
8	0	1	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	1	0	0
10	0	1	0	1	0	0	0
11	0	1	0	1	1	0	0
12	0	1	1	0	0	0	0
13	0	1	1	0	1	0	0
14	0	1	1	1	0	0	0
15	0	1	1	1	1	0	0
16	1	0	0	0	0	1	1
17	1	0	0	0	1	1	1
18	1	0	0	1	0	1	1
19	1	0	0	1	1	1	1
20	1	0	1	0	0	1	1
21	1	0	1	0	1	1	1
22	1	0	1	1	0	1	1
23	1	0	1	1	1	1	1
24	1	1	0	0	0	1	1
25	1	1	0	0	1	1	1
26	1	1	0	1	0	1	1
27	1	1	0	1	1	1	1
28	1	1	1	0	0	1	1
29	1	1	1	0	1	1	1
30	1	1	1	1	0	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1

$F(A, B, C, D, E) = \sum m(7, 25, 26, 27, \dots)$
 $F(A, B, C, D, E) = \prod M(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots)$

Fig. 8. Tabla de verdad

3.- Ecuaciones mínimas

Existen diversos métodos y recursos para simplificar funciones booleanas y reducir la complejidad de los circuitos a implementar. Algunos de estos recursos incluyen la manipulación algebraica y el uso de Mapas de Karnaugh (KMap). Estos métodos permiten obtener la mínima expresión de una función booleana, lo que ayuda a simplificar el diseño del circuito.

LogicAid es un programa de aplicación que permite introducir ecuaciones, términos en formas canónicas SOP o POS e incluso tablas de verdad. Utilizando esta herramienta, es posible obtener la ecuación mínima de una función booleana y comparar el tamaño del circuito resultante en términos de "Input Cost" (cantidad de entradas utilizadas) y "Gate Cost" (cantidad de compuertas utilizadas).

Puedes consultar los siguientes videos para aprender cómo utilizar la aplicación:

Video en Microsoft Stream: <https://web.microsoftstream.com/video/5a891da9-d99f-4279-b7b8-2a14a25b3dde>

Video en YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=FjK8VFWOHs&t=4s&ab_channel=JuanAngelGarzaGarza

. Cuantas menos entradas y compuertas se utilicen, más compacto será el diseño del circuito.

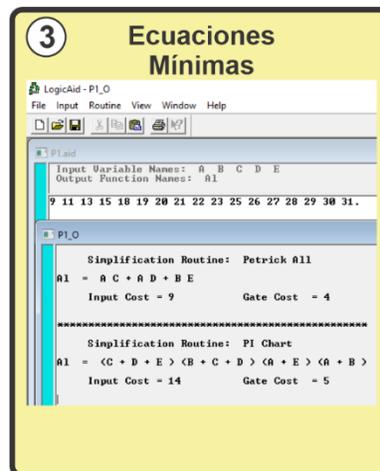


Fig. 9. Ecuaciones Mínimas

Diagrama esquemático

Un diagrama esquemático de una función booleana es una representación gráfica que muestra las entradas, operadores lógicos y salidas y las conexiones entre ellas. Este tipo de diagrama se utiliza para ilustrar el diseño de un circuito lógico que implementa la función booleana específica.

En un diagrama esquemático, las entradas se representan por medio de variables, como A, B, C, etc. Las salidas se indican con símbolos que representan las operaciones lógicas aplicadas a las entradas, como AND, OR, NOT, XOR, etc. Las conexiones entre las entradas, operaciones lógicas y salidas se muestran mediante líneas que indican la dirección del flujo de la señal.

El objetivo principal de un diagrama esquemático es proporcionar una representación visual clara y concisa de la estructura y funcionalidad del circuito lógico. Esto permite a los diseñadores y técnicos comprender y analizar fácilmente el comportamiento del circuito, identificar posibles problemas y realizar modificaciones o mejoras según sea necesario.

Para esta actividad en particular se pueden utilizar los diagramas esquemáticos de las formas AND/OR o la forma OR/AND.

En la forma AND/OR, las compuertas AND se utilizan para combinar las entradas y generar resultados intermedios. Luego, las compuertas OR se utilizan para combinar los resultados intermedios y obtener la salida final. En este tipo de diagrama, las compuertas AND se colocan en las primeras etapas y las compuertas OR se colocan en las últimas etapas del circuito.

En la forma OR/AND, las compuertas OR se utilizan para combinar las entradas y generar resultados intermedios. Luego, las compuertas AND se utilizan para combinar los resultados intermedios y obtener la salida final. En este tipo de diagrama, las compuertas OR se colocan en las primeras etapas y las compuertas AND se colocan en las últimas etapas del circuito.

Ambas formas de diagramas esquemáticos son igualmente válidas y se utilizan en diferentes contextos y enfoques de diseño de circuitos. La elección entre la forma AND/OR y la forma OR/AND depende de la conveniencia y las necesidades específicas del circuito y la función booleana que se esté implementando.

Antes de pasar a la captura esquemática es conveniente asignar las terminales que se van a utilizar en el PLD.

Por ejemplo, en el PLD 22V10, las 22 posibles terminales de entrada son de la 1 a la 11 y de la 13 a la terminal 23, Y las 10 posibles salidas son de 14 a 23 como se muestra en la siguiente figura.

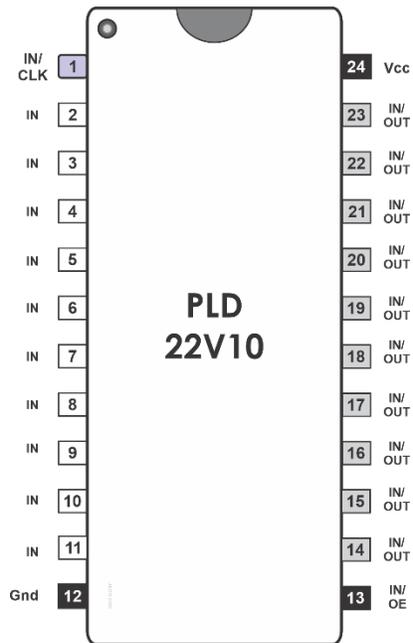


Fig. 10 Distribución de terminales (PIN OUT) en un PLD 22V10

4.- Captura esquemática

La captura esquemática realizada por un programa de aplicación se refiere al proceso de utilizar un software especializado en diseño de circuitos para crear un diagrama o esquema del circuito digital combinacional. En nuestro caso recomendamos el programa Isp Starter de la compañía Lattice semiconductor que proporciona herramientas y funciones que permiten seleccionar y colocar símbolos de compuertas lógicas, conectarlos mediante líneas y etiquetar las entradas y salidas del circuito.

Al utilizar un programa de captura esquemática, el usuario puede seleccionar los símbolos de las compuertas lógicas deseadas desde una biblioteca de componentes. Luego, estos símbolos se pueden arrastrar y colocar en el área de trabajo del software, donde se puede establecer las conexiones entre ellos mediante líneas de conexión.

Una vez que se ha realizado la captura esquemática del circuito en el programa de aplicación, se pueden utilizar otras funciones del software, como la simulación Test_Vectors, o la generación de archivos tipo JED para su posterior simulación en otros programas o su la programación de un Dispositivo Lógico Programable (PLD).

En resumen, la captura esquemática realizada por un programa de aplicación se refiere al proceso de utilizar software especializado para crear de manera visual y interactiva el diagrama del circuito digital combinacional, facilitando el diseño, la verificación y la documentación del circuito.

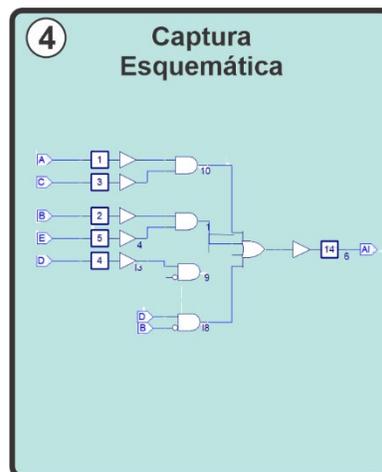


Fig. 11 Captura Esquemática

Detección y corrección de fallas

En el proceso de diseño de un sistema y la construcción de un prototipo se pueden presentar algunos errores, que se pueden clasificar en tres tipos:

1.- Errores en el diseño.

Tabla de verdad, selección de Minitérminos y/o Maxiterminos, ecuaciones, minimización y diagrama esquemático.

2.- Errores en la implementación del prototipo.

Falsos contactos, componentes mal ubicados o polarizados, medición de voltajes de alimentación y entradas y salidas de los dispositivos.

3.- Componentes defectuosos.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo recomendado para la detección y corrección de fallas.

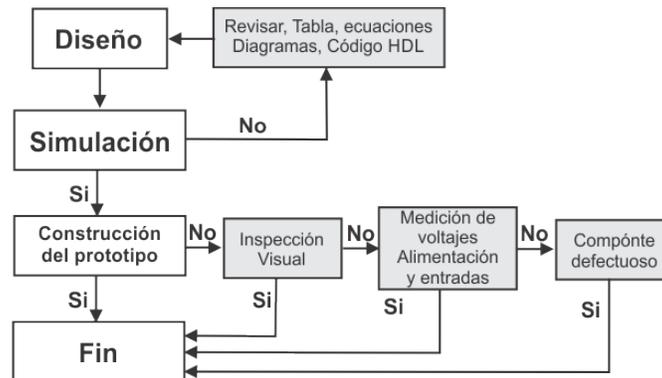


Fig. 12. Método de detención y corrección de fallas

5.- Simulación por medio de un Test Vectors

La simulación Test Vectors (vectores de prueba) se refiere a la técnica de verificar y validar un circuito digital utilizando un conjunto de entradas de prueba predefinidas y observando las salidas resultantes. En este enfoque, se generan una serie de patrones de entrada conocidos como vectores de prueba, y se aplican al circuito para observar y analizar las salidas correspondientes.

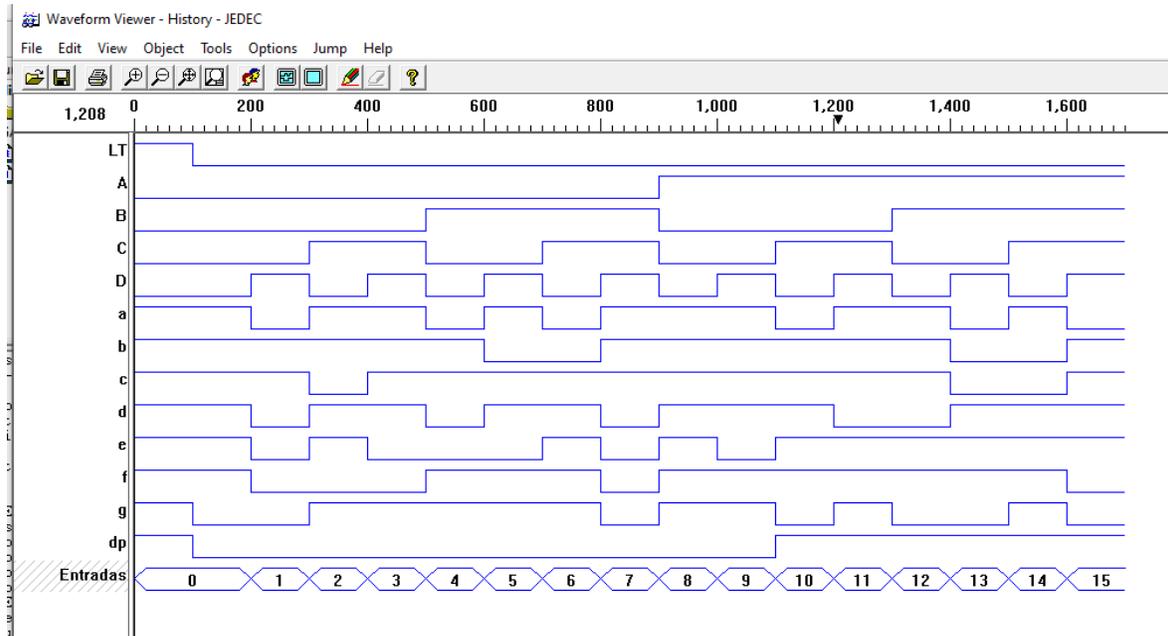


Fig. 13 imagen de la simulación utilizando Test_Vectors

6.- Diagrama esquemático y simulación en PROTEUS

El programa de Diseño Electrónico Asistido (CAE) PROTEUS permite simular el funcionamiento de un sistema antes de construir el prototipo, lo que permite verificar su correcto funcionamiento. PROTEUS incluye todas las herramientas necesarias para realizar simulaciones utilizando las compuertas requeridas en el diseño o un PLD específico, como el 22V10.

En la simulación, se pueden utilizar diversos tipos de interruptores o sensores como entradas, y se pueden utilizar LED (Diodos Emisores de Luz) u otros dispositivos como salidas. Una vez realizadas las interconexiones de entrada y salida en el caso del PLD AM22V10, se carga el archivo JED generado en el programa Isp Lever, el cual contiene la arquitectura del circuito resultante de la captura esquemática.

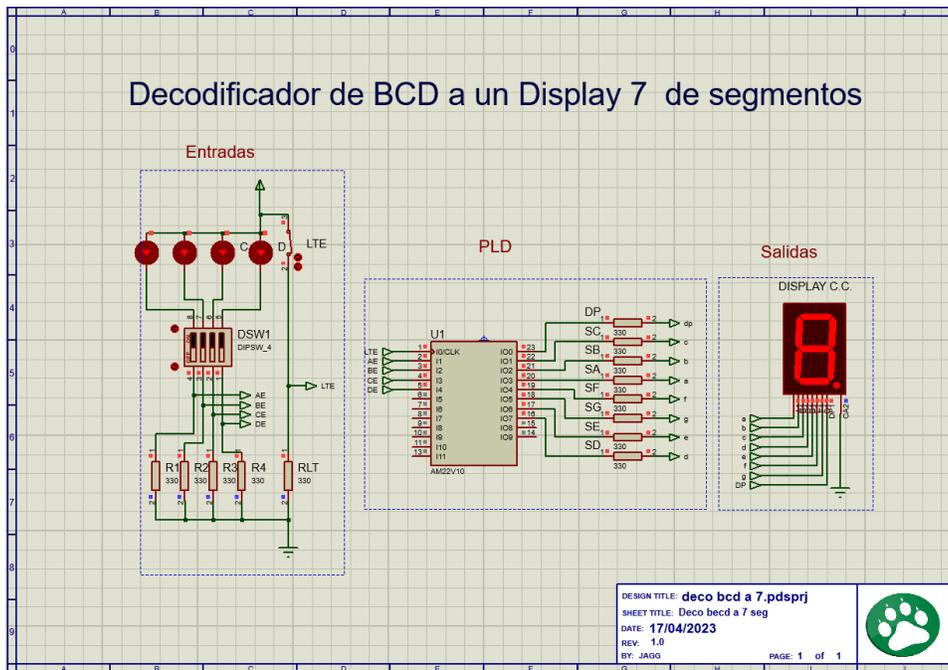


Fig. 14 imagen de la simulación utilizando PROTEUS

Durante la simulación en PROTEUS, se prueban todas las posibles combinaciones de entrada al sistema y se verifica, para cada combinación, que el valor de salida coincida con la tabla de verdad propuesta para el diseño.

En el caso de no coincidir una o varias combinaciones se debe de revisar de nuevo el procedimiento de diseño, corregir y volver a simular.

Para tener una evidencia visual de este comportamiento, es posible utilizar el programa Screen To Gif y generar un archivo GIF animado que muestre la secuencia de eventos. Este archivo GIF es de tamaño pequeño en comparación con un archivo de video y, por lo tanto, es fácilmente portable.

Es importante aclarar que la simulación realizada en el Test_Vectors en una sola imagen se pueden observar todos los resultados mientras que en PROTEUS se recurre a un GIF animado para poder observar y comparar el comportamiento.

En el caso de no coincidir las simulaciones con la tabla de verdad se recomienda seguir el método de detección y corrección de fallas para esta parte del diseño en donde se recomienda:

- 1.- Revisar la tabla de verdad.
- 2.- La forma canónica que incluya todas las combinaciones seleccionadas.
- 3.- Revisar el proceso de minimización si están incluidos todos los términos seleccionados en las formas canónicas.
- 4.- Revisar el Diagrama esquemático que incluya todas las variables afirmadas y negadas a las compuertas.

Hecho lo anterior generar de nuevo la simulación.

7.- Construcción del prototipo

Recomendaciones para la construcción del prototipo del sistema digital combinacional en una tablilla de conexiones:

Planificación previa: Antes de comenzar la construcción del prototipo, es importante realizar una planificación detallada. Define los componentes que utilizarás, las conexiones que debes hacer y el diseño general del circuito. Esto te ayudará a tener una visión clara del proceso y evitará posibles errores.

Selección de componentes: Asegúrate de tener los componentes adecuados para tu prototipo. Verifica que las características y especificaciones de los componentes sean las adecuadas para tus necesidades. También asegúrate de contar con una fuente de alimentación adecuada para suministrar energía al circuito.

Organización y orden: Mantén un enfoque ordenado durante la construcción. Organiza los componentes y las conexiones de manera lógica y ordenada en la tablilla de conexiones. Esto facilitará la comprensión del circuito y la identificación de posibles errores.

Uso de cables adecuados: Utiliza cables de conexión adecuados para realizar las conexiones entre los componentes. Asegúrate de que los cables sean lo suficientemente largos y flexibles para facilitar el montaje y las pruebas. Evita cables demasiado cortos o enredados que puedan causar problemas de conexión.

Verificación continua: A medida que vayas construyendo el prototipo, verifica regularmente las conexiones y los componentes. Comprueba que las conexiones estén bien hechas, que no haya cables sueltos o mal conectados, y que los componentes estén correctamente insertados en la tablilla de conexiones.

Etiquetado y documentación: Es recomendable etiquetar los componentes y las conexiones de manera clara para facilitar la identificación y comprensión del circuito. Además, lleva un registro o documentación detallada de las conexiones realizadas y de los resultados obtenidos durante las pruebas. Esto te será útil en caso de que necesites modificar o solucionar problemas en el prototipo en el futuro.

Pruebas y ajustes: Una vez que hayas construido el prototipo, realiza pruebas exhaustivas para verificar su funcionamiento. Asegúrate de probar todas las posibles combinaciones de entrada y salida del sistema digital. Si encuentras problemas o comportamientos inesperados, aplica el método de detección y corrección de fallas propuesto en este libro

Seguridad: Recuerda siempre tomar las precauciones adecuadas en términos de seguridad eléctrica al trabajar con circuitos y componentes. Desconecta la alimentación antes de hacer cualquier cambio en el prototipo y asegúrate de que todos los cables estén bien aislados.

Estas recomendaciones te ayudarán a llevar a cabo la construcción del prototipo de forma eficiente y asegurar que funcione correctamente. Recuerda consultar también las guías o manuales de los componentes específicos que estés utilizando para obtener información adicional sobre su construcción y conexión.

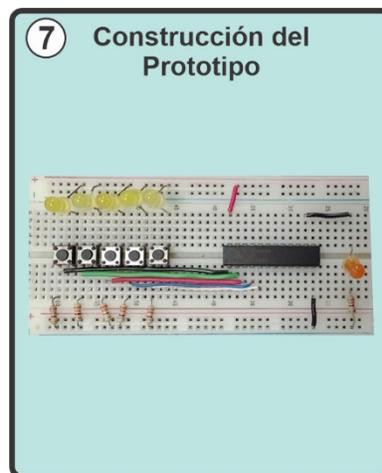


Fig. 15. Prototipo implementado

8.- Elaboración del Reporte

Recomendaciones para la elaboración del reporte siguiendo las instrucciones de la actividad de aprendizaje:

Estructura clara y organizada: El reporte debe tener una estructura clara y organizada para facilitar la comprensión de la información. Utiliza encabezados, subencabezados y párrafos bien definidos para separar y organizar cada sección del reporte.

Introducción: Inicia el reporte con una introducción que presente el propósito y los objetivos de la actividad de aprendizaje. Describe brevemente el sistema digital combinacional que se diseñó, simuló y construyó, y menciona los componentes clave utilizados.

Método o Flujo de diseño: Detalla los pasos y procedimientos seguidos durante la actividad de aprendizaje. Explica cómo se realizó el diseño del circuito, la captura esquemática, la simulación y la construcción del prototipo en la tablilla de conexiones. Incluye información sobre las herramientas de software utilizadas, las configuraciones específicas y cualquier consideración especial.

Resultados: Presenta los resultados obtenidos durante la simulación y la construcción del prototipo. Incluye gráficos, tablas o imágenes relevantes que muestren el comportamiento del sistema digital combinacional. Analiza y comenta los resultados, destacando los aspectos positivos y cualquier desviación o problema identificado.

Análisis y discusión: Realiza un análisis detallado de los resultados obtenidos y su correspondencia con los objetivos planteados. Explica cualquier discrepancia o discrepancia entre la simulación y la construcción física del prototipo. Discute las limitaciones o desafíos encontrados durante el proceso y propón posibles soluciones o mejoras.

Conclusiones: Resume las conclusiones principales del reporte, resaltando los logros alcanzados y los aprendizajes adquiridos durante la actividad de aprendizaje. Reafirma la importancia del diseño, simulación y construcción de sistemas digitales combinacionales y su relevancia en el contexto más amplio.

Recomendaciones: Ofrece recomendaciones para futuros trabajos o mejoras en el diseño, simulación y construcción de sistemas digitales combinacionales. Identifica posibles áreas de investigación o desarrollo relacionadas con el tema.

Referencias: Incluye una lista de las fuentes bibliográficas, documentos técnicos, herramientas de software u otros recursos utilizados durante la actividad de aprendizaje. Asegúrate de seguir un formato de referencia adecuado (APA, MLA, etc.) según las instrucciones proporcionadas.

Presentación y estilo: Presta atención a la presentación y estilo del reporte. Utiliza un lenguaje claro y conciso, evitando jerga técnica innecesaria. Revisa la gramática, ortografía y puntuación para asegurarte de que el reporte sea de calidad profesional.

Anexos: Si es necesario, incluye anexos o apéndices con información adicional que complemente el reporte, como diagramas esquemáticos detallados, fotografías del prototipo construido o resultados de pruebas adicionales.

Recuerda seguir las instrucciones específicas proporcionadas para el reporte y ajustar estas recomendaciones según los requisitos de formato y contenido de tu actividad de aprendizaje.

9.- Archivos entregables

La importancia para documentar y respaldar los resultados obtenidos durante el proceso de diseño.

Estos archivos sirven como evidencia tangible de las etapas y decisiones tomadas, y permiten reproducir y validar el flujo de diseño en caso de solicitar cambios o realizar mejoras en el futuro.

A continuación, se presentan algunas razones clave para justificar la entrega de estos archivos:

Evidencia de resultados: Los archivos entregables proporcionan una evidencia tangible de los resultados obtenidos en cada etapa del proceso. Esto es especialmente relevante en el campo del diseño, simulación y construcción de sistemas digitales combinacionales, donde se pueden realizar múltiples iteraciones y ajustes. Los archivos permiten demostrar y respaldar los logros alcanzados, tanto a nivel técnico como conceptual.

Reproducibilidad: Los archivos entregables permiten la reproducción del flujo de diseño de manera oportuna y precisa. Proporcionan toda la información necesaria para comprender y replicar el diseño, desde los esquemas y simulaciones hasta los detalles de los componentes utilizados. Esto es especialmente valioso si se necesitan realizar cambios o modificaciones en el diseño en el futuro, ya que los archivos entregables facilitan la comprensión de las decisiones tomadas previamente.

Es recomendable utilizar una Nomenclatura clara y consistente: Utiliza una nomenclatura clara y consistente al nombrar tus archivos. Proporciona nombres descriptivos que reflejen el contenido y la función de cada archivo. Evita utilizar nombres genéricos o confusos que puedan dificultar la identificación de los archivos relevantes.

En resumen, los archivos entregables justifican su importancia al proporcionar evidencia de resultados, permitir la reproducción del flujo de diseño, facilitar la colaboración y comunicación, respaldar el control de calidad y la revisión, y permitir la transferencia de conocimiento. Estos archivos son fundamentales para respaldar el trabajo realizado, garantizar la consistencia y facilitar la continuidad del proceso de diseño.

10.-Entrevista

Algunas recomendaciones para la entrevista efectiva en la entrega de resultados del equipo considerando que es una oportunidad clave para presentar los logros y aprender de la experiencia del equipo.

Preparación previa: El equipo que realizó el proyecto debe de prepararse antes de la entrevista, repasando el flujo de diseño, la simulación y la construcción del prototipo para tener una comprensión clara de los resultados y los desafíos encontrados.

Presentación estructurada: Se debe presentar los resultados de manera estructurada y organizada. Utiliza una introducción para resumir el propósito del proyecto y los objetivos establecidos. Luego, presenta cada etapa del proceso, desde el diseño esquemático hasta la construcción del prototipo, detallando los resultados obtenidos en cada una.

Destacar aspectos clave: Resalta los aspectos más destacados del proyecto, como soluciones innovadoras, desafíos superados y resultados sobresalientes. También es importante mencionar cualquier resultado inesperado o lecciones aprendidas durante el proceso.

Explicar el enfoque de diseño: Describe el enfoque de diseño utilizado y las decisiones clave tomadas durante el proceso. Explica cómo se seleccionaron los componentes, se abordaron las limitaciones y se garantizó la funcionalidad del sistema digital combinacional.

Mostrar evidencia visual: Utiliza gif animados, gráficos, diagramas y fotografías para respaldar tu presentación. Las imágenes pueden ayudar a ilustrar el diseño esquemático, las simulaciones realizadas y el prototipo construido. La evidencia visual hace que los resultados sean más comprensibles y atractivos.

Responder preguntas con claridad: Los evaluadores pueden hacer preguntas sobre el proyecto y los resultados presentados. Responde con claridad y precisión, proporcionando información adicional si es necesario. Si no tienes una respuesta inmediata, es aceptable tomar nota de la pregunta y comprometerte a proporcionar una respuesta posteriormente.

Reconocer las limitaciones: Si el proyecto tuvo limitaciones o desafíos que no pudieron resolverse completamente, es importante reconocerlos y explicar cómo se abordaron. La honestidad y la transparencia son valoradas en una entrevista.

Destacar el trabajo en equipo: Reconoce la contribución de cada miembro del equipo y cómo trabajaron juntos para lograr los resultados del proyecto. La colaboración y el esfuerzo conjunto son aspectos importantes en cualquier proyecto de equipo.

Mostrar entusiasmo y confianza: La entrevista es una oportunidad para mostrar entusiasmo por el proyecto y confianza en los resultados obtenidos. La pasión por el trabajo realizado y la confianza en los logros son aspectos que pueden dejar una impresión positiva en los evaluadores.

Agradecer y estar abierto a comentarios: Al final de la entrevista, agradece a los evaluadores por su tiempo y consideración. Está abierto a recibir comentarios y sugerencias constructivas sobre el proyecto y la presentación. La retroalimentación puede ayudar a mejorar tu formación como ingeniero.

Trabajo en equipo

El trabajo en equipo es una actividad que favorece el aprendizaje integral de los estudiantes. Saber trabajar en equipo es una aptitud fundamental necesaria a lo largo de nuestra vida, especialmente a nivel laboral como ingeniero. A través del trabajo en equipo, aprenderás a colaborar de manera efectiva con tus compañeros, lo que facilitará la finalización de las actividades dentro del plazo establecido. Además, cuando surjan problemas, el equipo podrá proponer soluciones que de forma individual serían más difíciles de encontrar.

Trabajar junto con otras personas mientras se persigue el mismo objetivo fomenta, entre otras cosas, la comunicación, el respeto mutuo, el sentido de identidad y la solidaridad. Mejora la comunicación y el diálogo, ya que trabajar en equipo implica situaciones en las que las distintas partes pueden tener diferentes opiniones o puntos de vista. Aprender a debatir en estos momentos es fundamental para evitar discusiones y llegar a acuerdos.

Todo equipo necesita establecer normas de convivencia, como, por ejemplo:

1. **Horarios de trabajo:** Es necesario sincronizar las agendas para establecer reuniones periódicas, ya sea presenciales o en línea. Se recomienda al menos dos reuniones semanales de una hora de duración. Durante estas reuniones, se puede comenzar con la lectura comprensiva del problema, identificando las variables de entrada y salida, y elaborando el Diagrama de Bloques.
2. **Formas de comunicación:** La comunicación y el seguimiento son herramientas fundamentales para llevar a cabo el trabajo en equipo. Es importante establecer cómo se comunicarán los miembros del equipo y cómo se mantendrá el seguimiento de las tareas asignadas.
3. **Recursos:** Es necesario revisar si se cuenta con los elementos suficientes para llevar a cabo el proyecto solicitado. Esto incluye verificar si se tienen los recursos materiales, tecnológicos o de información necesarios para completar el trabajo de manera efectiva.
4. **Bitácora:** Llevar un registro de cada reunión y los avances del proyecto en una agenda.

Nota Importante: En caso de que uno o varios miembros del equipo tengan problemas para participar, es importante comunicarlo lo más pronto posible al profesor o a los becarios, para que se puedan tomar las medidas pertinentes.

“La fuerza del equipo viene de cada miembro. La fuerza de cada miembro es el equipo.

“Phil Jackson”

Programas de aplicación propuestos (software):

1. LogicAid

Programa para obtener o comprobar los resultados óptimos de la minimización de funciones booleanas.

2. IspLEVER Classic

Es un programa CAE (Diseño electrónico Asistido) ambiente de diseño y simulación de sistemas electrónicos digitales para dispositivos lógicos programables por medio de Captura esquemática y/o Lenguajes de descripción de hardware Simulación

3. Proteus Design suite

PROTEUS que es una herramienta software que permite la simulación de circuitos electrónicos, así, como la elaboración de Circuitos Impresos.

4. ScreenToGif

Es un software libre, que nos permite elaborar animaciones del comportamiento de los diseños solicitados para demostrar visualmente su correcto funcionamiento.

5. Draw I/O

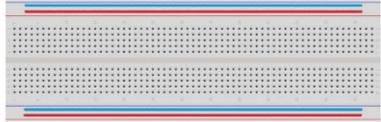
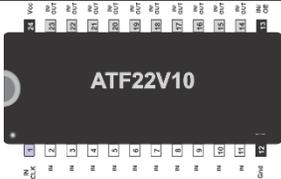
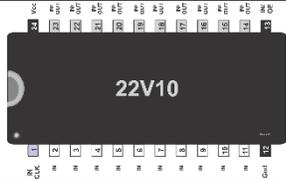
Herramienta CAD gratuita con la que se puede dibujar, esquemas o diferentes representaciones gráficas, como diagrama de jerarquía o conjuntos. Link de la página WEB:
<https://app.diagrams.net/>

6. Microsoft Word (elaboración del reporte)

7. Microsoft Excel (presentación y análisis de la tabla de verdad)

8. Microsoft Power Point (presentación oral de los resultados)

Material por utilizar

Cant..	Descripción	Imagen
1	Una fuente de alimentación de cinco volts corriente directa	
9	Resistores de 330 W a 1/4 W	
9	Led's de 5 mm económico diferentes colores, ámbar, Azul, rojos y verdes.	
1	Tablilla de conexiones (Proto-Board) 1 Bloque 2 Tiras 830 puntos	
1	DIP Switch deslizable (4 o 8 interruptores deslizables) tipo TTL	 
5	Switch Push Micro NO (interruptor de no retención normalmente abierto)	
1	Cables diferentes tamaños ya listos para alambrar	
1	Dispositivo Lógico Programable (PLD) 22V10	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Microchip</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Lattice</p> </div> </div>

Este material solicitado es solo para esta actividad te recomendamos que consultes la lista de materiales del todo el curso ya que la diferencia en precio con respecto a lo solicitado no es muy significativa.

Ejemplo de aplicación

Diseñe, simule y construya un prototipo de un sistema digital combinacional para el control de alarma de una planta de montaje encargado de la señal de aviso de evacuación. El proceso de la planta cuenta con cinco sensores:

- a) Temperatura.
- b) Humedad.
- c) Presión.
- d) Fuga de gas.
- e) Fuga del tanque de solución ácida.

Estos sensores generan un valor lógico de 1 cuando exceden los límites permitidos y un valor de 0 cuando están dentro del rango de tolerancia.

Los materiales utilizados en la planta son inflamables y solo toleran ciertas combinaciones mínimas de los siguientes sensores, que representan riesgos para el personal de la planta si se exceden los límites permitidos:

- 1) Presión y Temperatura de forma conjunta.
- 2) Fuga de Gas.
- 3) Fuga del tanque de solución ácida y Humedad de forma conjunta.
- 4) Excluyendo el caso en donde solo exceden la Presión y Fuga de Gas

El sistema por diseñar debe activar una señal de alarma AL con un valor lógico igual a 1 cuando se presente cualquiera de esas tres combinaciones, con el objetivo de prevenir accidentes en la planta.

Para este diseño obtenga:

a). - El Dibujo del Diagrama de bloques

Se pueden identificar como variables de entrada A=Temperatura, B= Humedad, C= Presión, D= Fuga de gas y E= Fuga del tanque de solución ácida y AI como variable de salida.

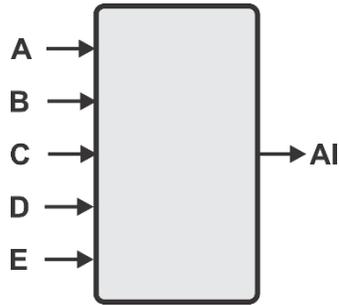


Fig. 16 Diagrama de Bloques

b).- Tabla de verdad.

m	Entradas					Salida	
	Temperatura	Humedad	Presión	Gas	Tanque	Al	inciso
	A	B	C	D	E		
0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	1	0	
2	0	0	0	1	0	1	2
3	0	0	0	1	1	1	2
4	0	0	1	0	0	0	
5	0	0	1	0	1	0	
6	0	0	1	1	0	0	E
7	0	0	1	1	1	1	2
8	0	1	0	0	0	0	
9	0	1	0	0	1	1	3
10	0	1	0	1	0	1	2
11	0	1	0	1	1	1	2, 3
12	0	1	1	0	0	0	
13	0	1	1	0	1	1	3
14	0	1	1	1	0	1	2, 4
15	0	1	1	1	1	1	2, 3
16	1	0	0	0	0	0	
17	1	0	0	0	1	0	
18	1	0	0	1	0	1	2
19	1	0	0	1	1	1	2
20	1	0	1	0	0	1	1
21	1	0	1	0	1	1	1
22	1	0	1	1	0	1	1, 2
23	1	0	1	1	1	1	1, 2
24	1	1	0	0	0	0	
25	1	1	0	0	1	1	3
26	1	1	0	1	0	1	2
27	1	1	0	1	1	1	2, 3
28	1	1	1	0	0	1	1
29	1	1	1	0	1	1	1,3
30	1	1	1	1	0	1	1, 2
31	1	1	1	1	1	1	1, 2, 3
<i>Minitérminos</i>						22	
<i>Maxitérminos</i>						9	

c).- Obtención de las Ecuaciones Mínimas

Partiendo de cualquiera de las dos formas canónicas se puede obtener la ecuación mínima Utilizando el programa de aplicación LogicAid.

FAL (A, B, C, D, E) = $\sum m$ (2, 3, 5, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31)

F AL (A, B, C, D, E) = Πm (0, 1, 4, 5, 6, 8, 12, 16, 17, 24)

Los resultados se pueden solicitar en cualquiera de las formas And/Or (SOP) y Or/And (POS) y de ahí seleccionar la que contenga menor cantidad de entradas y compuertas elabore su diagrama esquemático.

Resultados And/Or, Ecuaciones Mínimas

<p>Forma And/Or (SOP)</p> <p>$AL_{(A, B, C, D)} = AC + BE + BD + DE + C'D$</p>	<p><i>Input Cost = 15, Gate Cost = 5</i></p>
<p>Forma Or/And (POS)</p> <p>$AL_{(A, B, C, D)} = (C+D+E)(B+C+D)(A+D+E)(A+B+C'+E)(A+B+D)$</p>	<p><i>Input Cost = 21, Gate Cost = 6</i></p>

Diagrama Esquemático Lógico

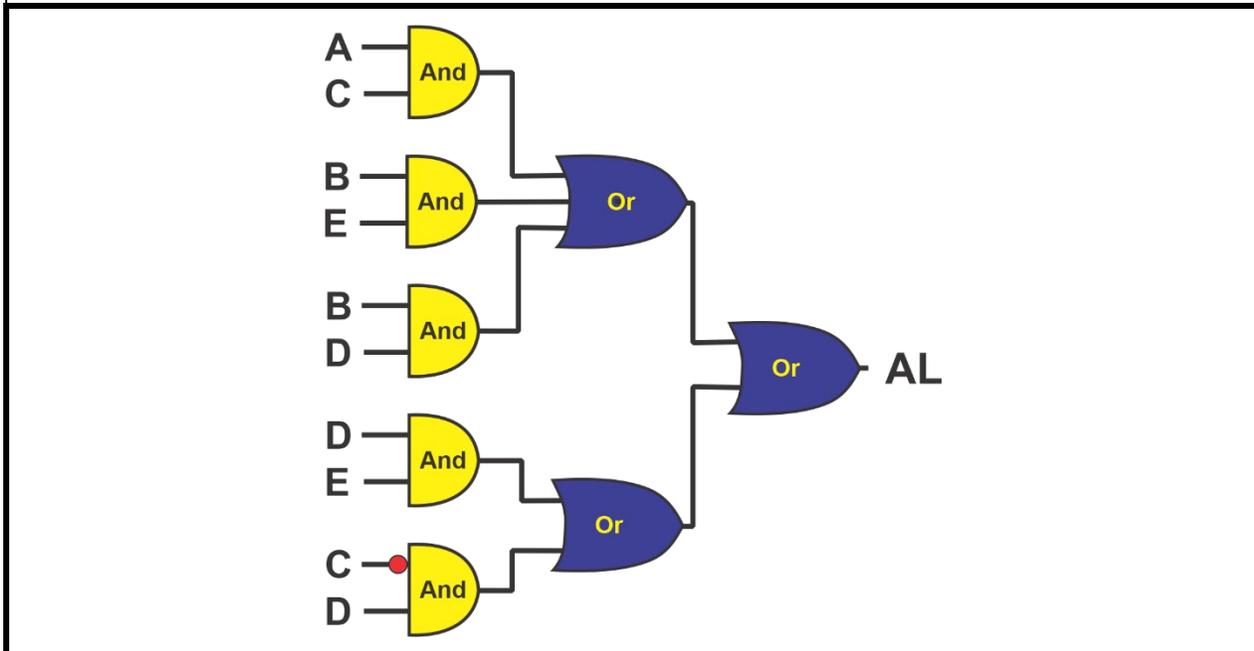


Fig. 17. Imagen del Diagrama esquemático de la forma And/Or, SOP

Captura Esquemática

En la aplicación de captura esquemática no se dispone de compuertas de más de cuatro entradas por lo que se utiliza la propiedad asociativa.

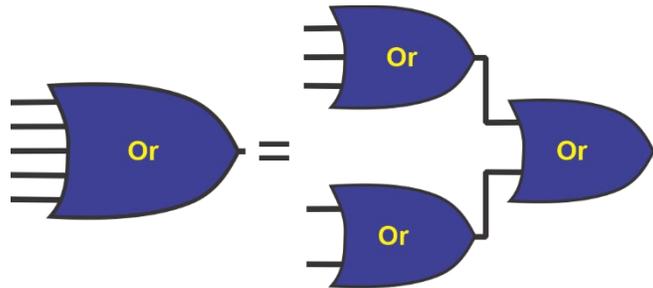


Fig. 18. Aplicación de la propiedad Asociativa

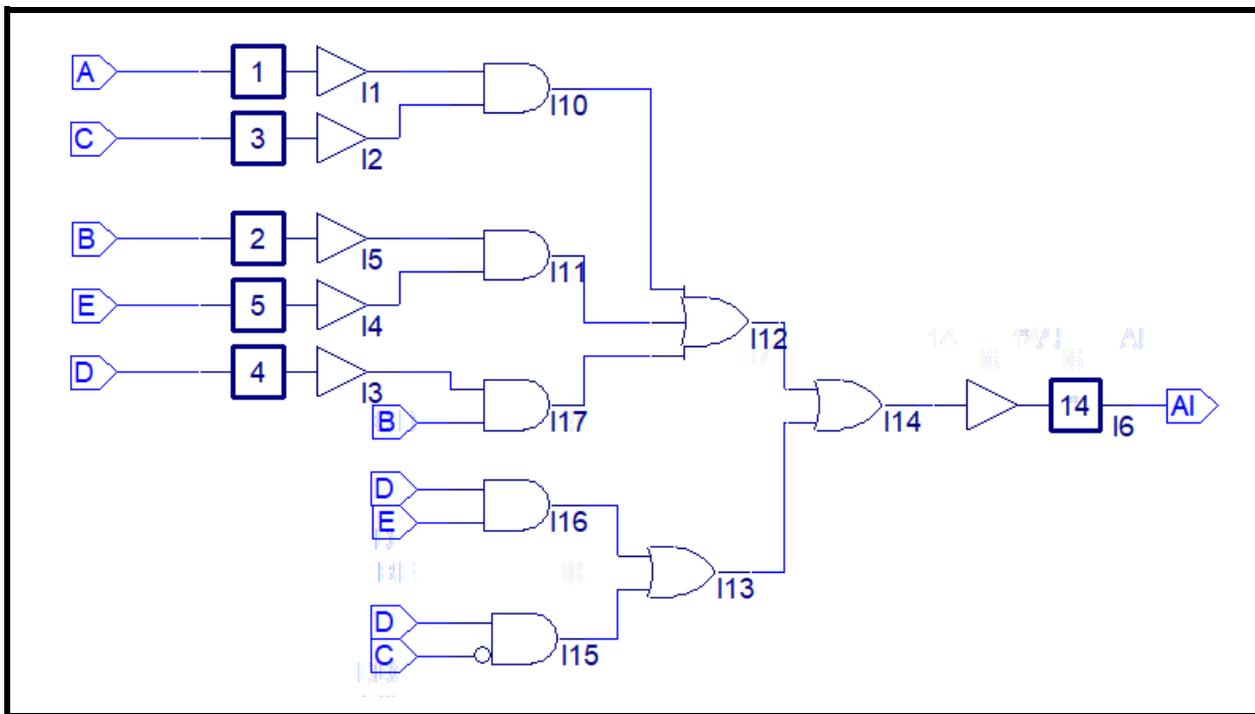


Fig. 19. Imagen de la captura esquemática de la forma And/Or, SOP

d).- Código del archivo Test_vectors ABV.

```
Module AF
"20 junio 2023
" simulación del ejemplo de la AF
"JAGG
"Entradas
A,B,C,D,E PIN;
"Salida
Al pin istype 'com';
test_vectors
([A,B,C,D,E]->AI)
[0,0,0,0,0]->.x.;
[0,0,0,0,1]->.x.;
[0,0,0,1,0]->.x.;
[0,0,0,1,1]->.x.;
[0,0,1,0,0]->.x.;
[0,0,1,0,1]->.x.;
[0,0,1,1,0]->.x.;
[0,0,1,1,1]->.x.;
[0,1,0,0,0]->.x.;
[0,1,0,0,1]->.x.;
[0,1,0,1,0]->.x.;
[0,1,0,1,1]->.x.;
[0,1,1,0,0]->.x.;
[0,1,1,0,1]->.x.;
[0,1,1,1,0]->.x.;
[0,1,1,1,1]->.x.;
[1,0,0,0,0]->.x.;
[1,0,0,0,1]->.x.;
[1,0,0,1,0]->.x.;
[1,0,0,1,1]->.x.;
[1,0,1,0,0]->.x.;
[1,0,1,0,1]->.x.;
[1,0,1,1,0]->.x.;
[1,0,1,1,1]->.x.;
[1,1,0,0,0]->.x.;
[1,1,0,0,1]->.x.;
[1,1,0,1,0]->.x.;
[1,1,0,1,1]->.x.;
[1,1,1,0,0]->.x.;
[1,1,1,0,1]->.x.;
[1,1,1,1,0]->.x.;
[1,1,1,1,1]->.x.;
End
```

e).- Imagen de la simulación

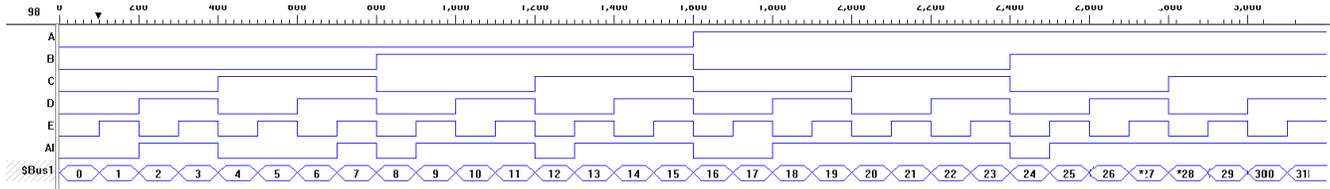


Fig. 20. Imagen de la simulación

Se puede constatar que cumple con la función $FAL(A, B, C, D) = \Pi m(0, 1, 4, 5, 6, 8, 12, 16, 17, 24)$ toman el valor de cero por lo que podemos decir que coincide con la tabla de verdad.

f).- Imagen del diagrama esquemático en PROTEUS

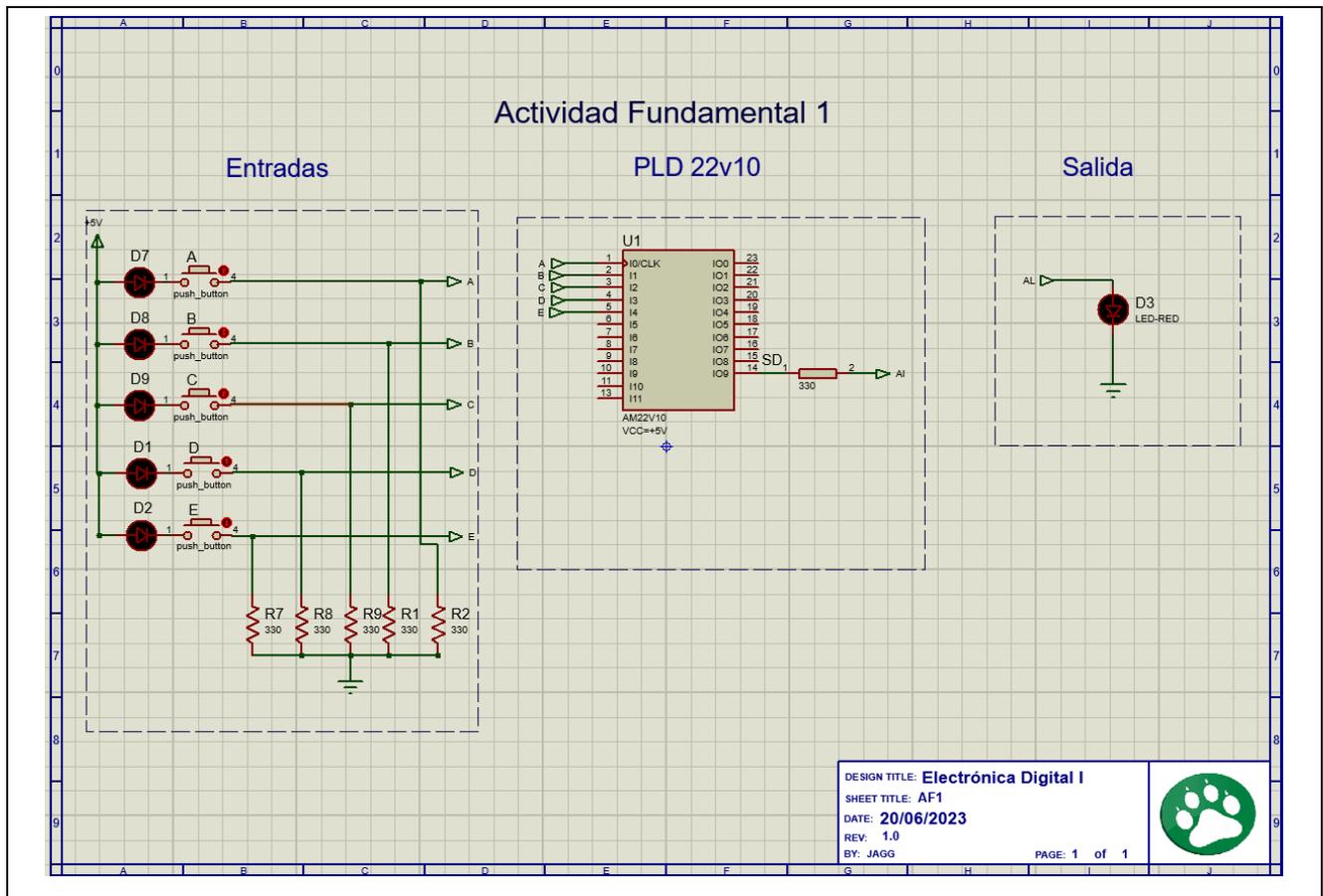
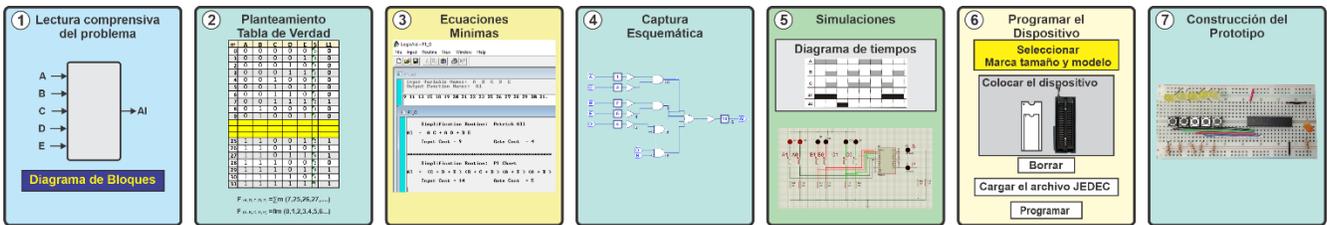
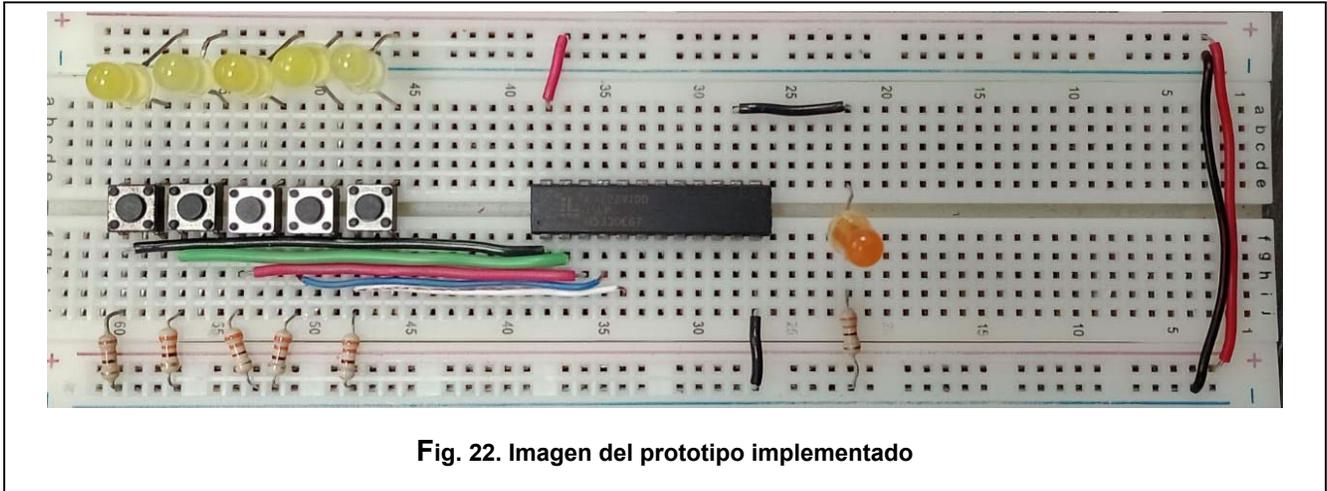


Fig. 21. Imagen de la Diagrama esquemático

g).- Imagen del prototipo



Instrucciones de la actividad

1.- Diseñar, efectuar la simulación y construir el prototipo del problema del sistema digital asignado siguiendo el flujo de diseño propuesto en este documento.

2.-Documentar el proceso de diseño.

3.- Subir los archivos entregables al equipo correspondiente de la plataforma Google Classroom.

Nota: Cada uno de los integrantes del equipo deberá de escribir sus propias conclusiones y recomendaciones, y cargar sus evidencias de aprendizaje (archivos entregables solicitados) a la plataforma Google Classroom antes de la fecha límite señalada.

4.- Una vez cumplido con lo anterior, el equipo debe de solicitar una entrevista presencial con los becarios, para mostrar funcionando correctamente los prototipos, así como explicar el procedimiento y resultados obtenidos, esto antes de la fecha límite acordada.

Reporte (.Pdf)

Elaborar un reporte escrito permite documentar adecuadamente cada etapa del proceso de diseño, simulación y construcción del sistema combinacional. Esto facilita la comunicación entre los miembros del equipo de diseño, profesores y otras partes interesadas. Un reporte bien redactado garantiza que todos los aspectos relevantes del proyecto estén claramente explicados y puedan ser comprensibles para cualquier persona que lea el informe en el futuro.

Al documentar adecuadamente los pasos, decisiones y resultados, se asegura de que el conocimiento no se pierda y pueda ser utilizado en proyectos futuros.

El reporte con los resultados obtenidos en el flujo de diseño debe de contener lo siguiente:

1.- Portada

- a). - U.A.N.L. F.I.M.E. (logotipos y nombres) y Nombre del curso
- b). - Número y nombre de la actividad
- c). - Nombre, número de matrícula del Alumno y Programa Educativo
- d). - Hora del grupo y número de lista
- e). - Fecha de elaboración.
- f). - Tiempo estimado que se le dedico a esta actividad (horas)

2.- Redacción del problema.

3.- Diagrama de Bloques (Definición de las Entradas y salidas).

4.- Tabla de Verdad.

5.- Formas canónicas de los **Minitérminos** (SOP) $F_{(A,B,C,D,E)} = \sum()$ y **Maxitérminos** POS) $F_{(A,B,C,D,E)} = \pi()$

6.- Ecuaciones mínimas SOP y POS indicando la cantidad de entradas totales (Input Cost) y la cantidad de compuertas (Gate Cost) de cada uno de los resultados obtenidos.

7.- Diagrama esquemático (figura del archivo SCH).

8.-Código de la simulación ABV (código del archivo).

9.- Imagen de la Simulación Test_vectors (captura de pantalla).

10.- Diagrama de la distribución de terminales (pin out) mostradas en el del archivo RPT.

11.- Imagen del circuito en PROTEUS (usando Logic State como entradas y Logic Probe como salidas).

12.- Las Ecuaciones mínimas mostradas en el archivo RPT.

13.- Archivo JED.

14.- Foto del prototipo implementado.

15.- Bibliografía completa.

16.- Conclusiones, cada miembro del equipo debe de redactar su propia conclusión.

Un reporte sin conclusiones carece de valor.

17.- Recomendaciones.

Presentación en Power Point

Para la presentación oral de los resultados obtenidos, se recomienda utilizar una presentación como apoyo visual, que muestre de manera clara y concisa cada una de las etapas del flujo de diseño.

Diapositivas recomendadas para la presentación en la entrevista:

1	Portada	
2	Redacción del problema	
3	Diagrama de Bloques	
4	Tabla de Verdad	
5	Formas canónicas SOP y POS	
6	Ecuaciones mínimas SOP y/o POS indicando el Input Cost y Gate Cost (LogicAid)	
7	Imagen del Diagrama esquemático de compuertas en la forma AON	
8	Imagen del archivo con código ABV.	
9	Imagen de la distribución de terminales Pin Out.	
10	Imagen de la simulación de Test_Vectors.	
11	Diagrama lógico en Proteus y Gif animado.	
12	Foto del prototipo implementado.	
13	Conclusiones de cada integrante	
14	Recomendaciones de cada integrante.	

El uso de una presentación como apoyo visual al presentar los resultados de forma oral ofrece claridad, organización, apoyo visual, destaca aspectos clave, gestiona el tiempo de manera eficiente y proporciona documentación y referencia para el público. Esta herramienta mejora la comprensión y retención de la información, y permite una presentación más efectiva y profesional de los resultados del flujo de diseño.

Archivos Entregables

Archivos Entregables		extensión	Todos incluidos en un solo archivo ZIP o RAR llamado MXNLY. X=hora, Y=No. de lista Ejemplo M1NL03:zip
1	Reporte completo	PDF	
2	Archivo de Captura Esquemática	SCH	
3	Archivos de las Ecuaciones mínimas	AID y OUT	
4	PROTEUS	PSDPRJ	
5	Archivo JEDEC	JED	
6	Archivo de Simulación ABEL	ABV	
7	Animación de la simulación	GIF	
8	Presentación	PPT	

Importante: Con el profesor o los becarios podrás solicitar asesorías/revisión de actividades y proyectos, de forma presencial.

Problemas Propuestos

Problema 1

El problema de diseño combinacional planteado consiste en desarrollar un sistema digital que simule y construya un prototipo para la toma de decisiones en un ayuntamiento municipal de una localidad pequeña. Este ayuntamiento está compuesto por un alcalde (A) con tres votos, un secretario (S) con dos votos y tres delegados de barrio (D1, D2 y D3) con un voto cada uno.

El sistema debe tener cinco entradas correspondientes a los miembros mencionados anteriormente: A, S, D1, D2 y D3.

El objetivo del sistema es determinar si una propuesta es aceptada o rechazada en base a los votos recibidos.

La propuesta será aceptada si se obtienen al menos cinco votos a favor (1), pero si los tres delegados emiten un voto en contra (0) simultáneamente, se producirá un veto al acuerdo y la propuesta será rechazada.

La votación se realizará a través de botones asignados a cada miembro del ayuntamiento. Cuando se oprima un botón, se generará un valor lógico de 1, y el sistema deberá considerar este valor como el voto correspondiente de cada miembro.

El diseño combinacional debe tener dos salidas llamadas M y N, que se mostrarán a través de LEDs. Estas salidas indicarán lo siguiente:

	M	N
Sin Votación	0	0
Rechazada	0	1
Empate	1	0
Aceptada	1	1

Las salidas M y N se mostrarán en forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 2

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera:

A=35%, B=35%, C=10%, D=10% y E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital para el escrutinio en la toma de decisiones. La opinión se obtiene a través de botones de votación, uno para cada accionista (A, B, C, D y E respectivamente). Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (**L1 y L0**) de salida de la siguiente manera:

L1	L0	
0	0	No Hay Resultado
0	1	Menor o igual a 35%
1	0	Mayor que 35% y menor o igual a 60%
1	1	Mayor de 60%, aprobada

El valor de las salidas L1 y L0 se mostrarán en forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 3

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa que tiene 10 acciones, las cuales están distribuidas entre 5 accionistas de la siguiente forma:

Accionista		No de Acciones
Sr. Álvarez:	A	3
Sr. Batres	B	2
Sr. Campos:	C	2
Sra. Díaz	D	2
Sr. Escobar	E	1

Cada uno de estos accionistas si oprime su interruptor correspondiente que genera un estado lógico alto (1) cuando desea votar a favor de alguna decisión durante las reuniones del consejo de la empresa.

Considerando en el valor de dicho voto su participación con el número de acciones.

Las decisiones favorables de una propuesta se toman por mayoría simple de votos a favor (>5).

Diseñe, efectué la simulación y construya un prototipo de un sistema digital combinacional, que por medio de una salida V indique con el valor $V=1$ cuando la decisión sea a favor y $V=0$ cuando es empate o en contra.

Nota: El resultado de la salida V se mostrará en forma visual por medio de un Led en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 4

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera:

A=35%, B=35%, C=10%, D=10% y E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital para el escrutinio en la toma de decisiones.

La opinión se obtiene a través de botones de votación, uno para cada accionista (A, B, C, D y E respectivamente). Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (**L1 y L0**) de salida de la siguiente manera:

L1	L0	
0	0	No Hay resultado o menor o igual a 30%
0	1	Mayor que 30% 0 Menor o igual a 50%
1	0	Mayor que 50% y menor o igual a 70%
1	1	Mayor de 70%

Los valores de las salidas L1 y L0 se mostrarán en forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 5

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a un sistema de control para un proceso de producción que consta de cuatro sensores como entradas, denominados A, B, C, D y además una entrada de validación llamada V. El sistema debe diseñarse, simular y construir un prototipo de forma que cumpla con las siguientes condiciones:

- a) La salida S1 tendrá el valor lógico "uno" únicamente cuando la mayoría de las entradas A, B, C y D sean "uno".
- b) La salida S0 se activará ($S0=1$) solo si las combinaciones de las entradas A, B, C y D contienen la misma cantidad de "unos" y "ceros".

Los valores de las salidas S1 y S0 solo se mostrarán si la entrada de verificación V tiene el valor "uno". En caso contrario, si $V=0$, ambas salidas S1 y S0 deberán tener el valor "cero".

Los valores de las salidas L1 y L0, se mostrarán en forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 6

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una producción de artefactos comerciales en serie, el sistema de control extrae 5 muestras de cada lote llamados A, B C, D y E.

Si la muestra es aprobada su sensor muestra un 1, por otro lado, mostrará un 0 en caso de ser rechazada. Diseñe, efectúe la simulación y construya un prototipo de un sistema digital combinacional, que contenga dos salidas llamadas TR y MR en donde se determine lo siguiente:

- A) La salida TR tome el valor de "uno" ($TR = 1$), cuando cuatro o más muestras hayan sido rechazadas.
- B) La salida MR tome el valor de "uno" ($MR=1$) cuando menos de cuatro muestras hayan sido rechazadas.

Las salidas TR y TM se mostrarán en forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 7

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a un proceso industrial en el que se monitorean cinco variables (A, B, C, D y E) como entradas del sistema.

El objetivo es diseñar, simular y construir un prototipo de un sistema digital combinacional que detecte cuando solo dos o tres de las cinco variables de entrada tienen el valor de uno, y en esos casos la salida S sea igual a cero ($S=0$). En todos los demás casos, la salida S será igual a uno ($S=1$).

Se requiere implementar un indicador visual para mostrar el valor de la salida S. Para ello, se utilizará un LED que estará apagado cuando el valor de S sea igual a cero y encendido cuando el valor de S sea igual a uno.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 8

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera:

A=35%, B=30%, C=15%, D=10% y E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital para el escrutinio en la toma de decisiones.

La opinión se obtiene a través de botones de votación, uno para cada accionista (A, B, C, D y E respectivamente).

Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (**L1 y L0**) de salida de la siguiente manera:

L1	L0	
0	0	No Hay Resultado
0	1	Menor o igual a 30%
1	0	Mayor que 30% y menor o igual a 60%
1	1	Mayor de 60%, aprobada

El Valor de las salidas L1 y L0 se mostrarán en forma visual por medio de Leds en donde con el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 9

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera:

A=35%, B=30%, C=15% y D=10%, E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital para el escrutinio en la toma de decisiones.

La opinión se obtiene a través de botones de votación, uno para cada accionista (A, B, C, D y E respectivamente).

Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (**L1 y L0**) de salida de la siguiente manera:

L1	L0	
0	0	No Hay Resultado
0	1	Menor o igual a 40%
1	0	Mayor que 40% y menor o igual a 70%
1	1	Mayor de 70%, aprobada

Los valores de las salidas L1 y L0 se mostrarán en forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 10

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera:

A=40%, B=20%, C=20%, D=10% y E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital para el escrutinio en la toma de decisiones. La opinión se obtiene a través de botones de votación, uno para cada accionista (A, B, C, D y E respectivamente).

Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (**L1 y L0**) de salida de la siguiente manera:

L1	L0	
0	0	No Hay resultado o menor/ igual a 20%
0	1	Mayor que 20% o Menor/ igual a 50%
1	0	Mayor que 50% y menor/ igual a 70%
1	1	Mayor de 70%, aprobada

Los valores de las salidas L1 y L0 se mostrarán de forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 11

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera:

A=40%, B=30%, C=10% y D=10%, E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital para el escrutinio en la toma de decisiones. La opinión se obtiene a través de botones de votación, uno para cada accionista (A, B, C, D y E respectivamente).

Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (**L1 y L0**) de salida de la siguiente manera:

:

L1	L0	
0	0	No Hay Resultado
0	1	Menor o igual a 30%
1	0	Mayor que 30% y menor o igual a 50%
1	1	Mayor de 50%, aprobada

Los valores de las salidas L1 y L0 se mostrarán de forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados

Problema 12

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a la producción en serie de artefactos comerciales. En este sistema de control, se extraen cinco muestras de cada lote, denominadas A, B, C, D y E.

Cada muestra es evaluada por un sensor que muestra un valor de 1 si es aprobada y un valor de 0 si es rechazada.

El objetivo del diseño es desarrollar, simular y construir un sistema digital combinacional que cumpla con las siguientes condiciones y tenga dos salidas llamadas TA y MA:

La salida TA tomará el valor de $TA=1$ únicamente cuando todas las muestras (A, B, C, D y E) hayan sido aprobadas.

La salida MA tomará el valor de $MA=1$ si la mayoría de las muestras han sido aprobadas, excluyendo los siguientes casos:

- a) Cuando todas las muestras han sido aprobadas.
- b) Cuando las muestras A, B y C están aprobadas, pero D y E no.
- c) Cuando las muestras A, B, C y D están aprobadas, pero E no.

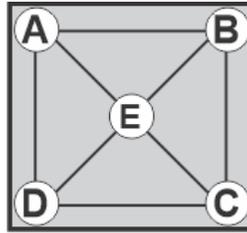
Los valores de las salidas TA y TM se mostrarán en forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 13

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al desarrollo, simulación y construcción de un prototipo de un sistema electrónico digital combinacional para un proceso de inspección de calidad. Este sistema utiliza un arreglo de cinco Foto-celdas denominadas A, B, C, D y E.

Cada Foto-celda tiene la capacidad de activarse, lo que se representa mediante el valor "uno". Si una Foto-celda no está activada, se muestra el valor "cero".



Considerando el arreglo mostrado en la figura anterior, la salida **S** deberá tomar el valor de "uno" cuando: Solo dos Fotoceldas *adyacentes* están activadas.

Adyacente= Que está muy próximo o unido a otra cosa.

Nota: El valor de la salida S se mostrará de forma visual por medio de un led en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 14

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera

A=40%, B=30%, C=10% y D=10%, E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital combinacional para el escrutinio en la toma de decisiones.

La opinión de los accionistas se obtiene a través de botones de votación, uno para cada directivo (A, B, C, D y E respectivamente). Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (L1 y L0) de salida de la siguiente manera:

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (L1 y L0) de salida de la siguiente manera:

L1	L0	
0	0	No Hay Resultado
0	1	Menor o igual a 30%
1	0	Mayor que 30% y menor o igual a 70%
1	1	Mayor de 70%, aprobada

Los valores de las salidas L1 y L0 se mostrarán de forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 15

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a la producción de artefactos comerciales en serie, el sistema de control extrae 5 muestras de cada lote llamadas **A, B, C, D y E**.

Si la muestra es aprobada, su sensor muestra un 0; por otro lado, mostrará un 1 en caso de ser rechazada.

Diseñe, efectúe la simulación y construya un prototipo de un sistema electrónico digital Combinacional, que contenga dos salidas llamadas **TA** y **MA** en donde se determine lo siguiente:

La salida **TA** tome el valor de $TA=1$, solo cuando todas las muestras han sido aprobadas.

Una La salida **MA** tome el valor de $MA=1$, si la mayoría de las muestras han sido aprobadas, excluyendo los casos en donde:

- 1.- **A, B y C** están aprobadas, pero no **D y E**
- 2.- **A, B, C, D** están aprobadas, pero no **E**.

Las salidas se mostrarán de forma visual por medio de leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 16

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a la creación de un sistema electrónico digital para jugar a adivinar un número. El objetivo es diseñar, simular y construir un prototipo de este sistema.

El sistema consta de varias componentes. En primer lugar, hay una entrada S de 2 bits (S1, S0), la cual codifica un número secreto en binario sin signo. El rango de valores posibles para este número va desde cero hasta tres en código binario natural (00, 01, 10 y 11).

Además, hay otra entrada N de 2 bits (N1, N0) conectada a una serie de interruptores, donde el jugador ingresará un número de cero a tres en código binario natural.

Una vez que los números S y N están presentes en las entradas del sistema, se realiza la comparación mediante un interruptor de no retención llamado C compara.

Cuando este interruptor se activa ($C=1$), el circuito encenderá uno de los tres LEDs de salida para indicar si el número introducido por el jugador es Mayor (My), Menor (Me) o Igual (Eq) que el número secreto S. Si el interruptor C no está activado, ninguna de las tres salidas se encenderá.

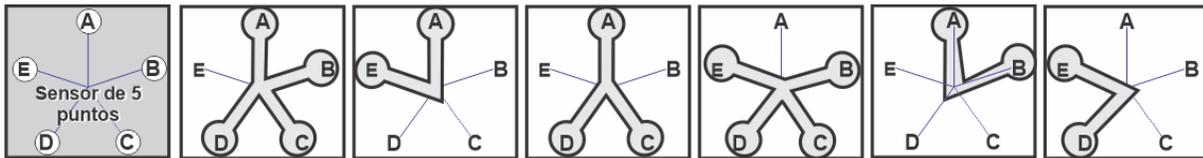
Las salidas se mostrarán de forma visual por medio de leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 17

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al desarrollo de un sistema para la verificación de la calidad de un producto basado en patrones de textura. La textura se define como la organización de una superficie en forma de elementos repetidos.

El proceso automático de clasificación de texturas artificiales consta de un sensor de 5 puntos (A, B, C, D y E) que envía señales a un circuito encargado de identificar los seis elementos correspondientes a la figura:



Un sensor se considera activo cuando coincide con la posición del patrón de la textura y produce un 1 lógico, y un sensor desactivado un cero lógico.

Diseño, efectué la simulación y construya un prototipo de un sistema digital se activa una salida llamada **OK con un valor de uno**, Cuando el resultado de la inspección coincida con alguno de los seis diseños mostrados, en todos los demás casos el led deberá de permanecer apagado.

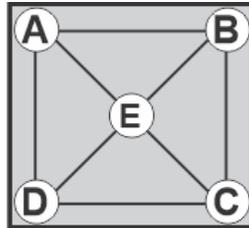
La salida OK se mostrará de forma visual por medio de leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 18:

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al para un proceso de inspección de calidad, que consta de un arreglo con cinco Foto-celdas llamadas **A, B, C, D y E**.

Si la Foto-celda esta activada, ésta tomará el valor de un "uno", en caso contrario se mostrará con el valor de "cero".



Diseñe, efectúe la simulación y construya un prototipo de un sistema electrónico digital Combinacional,

Considerando el arreglo mostrado en la figura anterior, la salida **S** deberá tomar el valor de "uno" cuando solo tres foto-celdas adyacentes están activadas.

El resultado de la salida S se mostrará por medio de un Led en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 19

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al diseño, simulación y construcción de un prototipo de un sistema capaz de determinar al ganador entre dos adversarios en el tradicional juego de Piedra, Papel o Tijera.

El sistema estará definido por las entradas de los jugadores A (A_1, A_0) y B (B_1, B_0), cada una de dos bits, y dos salidas llamadas GA y GB . El código utilizado para identificar cada jugada es el siguiente:

	Código		Esquema de Piedra, Papel o Tijera.
No hay propuesta	0	0	
Tijera	0	1	
Papel	1	0	
Piedra	1	1	

Cada elemento vence a uno de los otros dos y, a su vez, es vencido por el tercero.

Se requiere un botón adicional llamado J (Juego), que al ser oprimido ($J=1$), muestre el resultado a través de las salidas GA (Gano el concursante A) y GB (Gano el concursante B): para indicar qué jugador ganó, ya sea A o B, mediante un uno en la salida correspondiente.

En caso de que uno o ambos jugadores no presenten una propuesta, el resultado será nulo, indicado por las salidas $GA=0$ y $GB=0$.

En caso de empate, se mostrará $GA=1$ y $GB=1$ en las salidas correspondientes.

Durante el proceso de elección ($J = 0$), ambos LEDs de salida permanecerán apagados.

Los valores de las salidas GA y GB se mostrarán mediante LEDs, donde el valor 0 encenderá el LED y el valor 1 lo apagará.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados

Problema 20

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a la producción de artefactos comerciales en serie, el sistema de control extrae 5 muestras de cada lote llamadas **A, B C, D y E**.

Si la muestra es aprobada, su sensor muestra un 0; por otro lado, mostrará un 1 en caso de ser rechazada.

Diseñe, efectúe la simulación y construya un prototipo de un sistema electrónico digital Combinacional, que contenga dos salidas llamadas **TA** y **MA** en donde se determine lo siguiente:

La salida **TA** tome el valor de $TA=1$, solo cuando todas las muestras han sido aprobadas.

La salida **MA** tome el valor de $MA=1$, si la mayoría de las muestras han sido aprobadas, excluyendo los casos en donde:

- 1.- Todas han sido aprobadas
- 2.- Donde **A, B y C** están aprobadas, pero no **D y E**
- 3.- Donde **B, C, D, E** están aprobadas, pero no **A**.

Los valores de las salidas TA y MA se mostrarán por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 21

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al diseño, simulación y construcción de un prototipo de un sistema de control de alarma compuesto por cinco detectores llamados A, B, C, D y E.

Cada detector proporciona un valor lógico de 1 cuando está activado y un valor lógico de 0 cuando está desactivado.

El sistema debe cumplir con las siguientes condiciones:

- a) La alarma debe activarse con una salida $AL=0$ cuando se activen tres o más detectores.
- b) Por razones de seguridad, la alarma debe activarse cuando se presenten las siguientes combinaciones:

$A=0, B=1, C=0, D=0$ y $E=1$.

$A=1, B=1, C=0, D=0$ y $E=0$.

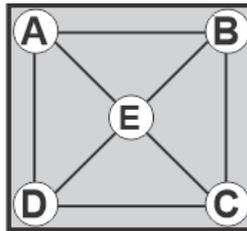
Se utilizará un LED para mostrar el valor de la salida AL, donde el LED estará apagado cuando la salida sea 0 y encendido cuando sea 1.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 22

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al diseño simulación y construcción de un prototipo de un sistema electrónico digital, para un proceso de inspección de calidad, que consta de un arreglo con cinco Foto-celdas llamadas **A, B, C, D y E**.

Si la Foto-celda esta activada, ésta tomará el valor de un "uno", en caso contrario se mostrará con el valor de "cero".



Considerando el arreglo mostrado en la figura anterior, la salida **S** deberá tomar el valor de "cero" cuando solo dos Foto-celdas adyacentes están desactivadas (0).

El resultado de la salida S se mostrará por medio de un Led en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 23

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al diseño, simulación y construcción de un prototipo de un sistema digital capaz de determinar al ganador entre dos adversarios en el tradicional juego de Piedra, Papel o Tijera.

El sistema estará definido por las entradas de los jugadores A (A_1, A_0) y B (B_1, B_0), cada una de dos bits, y dos salidas llamadas GA y GB . El código utilizado para identificar cada jugada es el siguiente:

	Código		Esquema de Piedra, Papel o Tijera.
No hay propuesta	0	0	
Tijera	0	1	
Piedra	1	0	
Papel	1	1	

Cada elemento vence a uno de los otros dos y, a su vez, es vencido por el tercero.

Se requiere un botón adicional llamado J (Juego), que al ser oprimido ($J=1$), muestre el resultado a través de las salidas GA (Gano el concursante A) y GB (Gano el concursante B): para Indicar qué jugador ganó, ya sea A o B, mediante un uno en la salida correspondiente.

En caso de que uno o ambos jugadores no presenten una propuesta, el resultado será nulo, indicado por las salidas $GA=0$ y $GB=0$.

En caso de empate, se mostrará $GA=1$ y $GB=1$ en las salidas correspondientes.

Durante el proceso de elección ($J = 0$), ambos LEDs de salida permanecerán apagados.

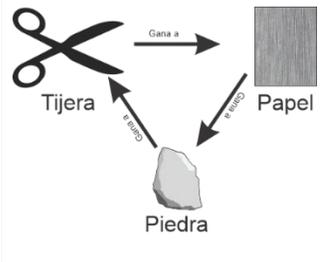
Los valores de las salidas GA y GB se mostrarán mediante LEDs, donde el valor 0 encenderá el LED y el valor 1 lo apagará.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados

Problema 24

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al diseño, simulación y construcción de un prototipo de un sistema digital capaz de determinar al ganador entre dos adversarios en el tradicional juego de Piedra, Papel o Tijera.

El sistema estará definido por las entradas de los jugadores A (A_1, A_0) y B (B_1, B_0), cada una de dos bits, y dos salidas llamadas GA y GB . El código utilizado para identificar cada jugada es el siguiente:

	Código		Esquema de Piedra, Papel o Tijera.	
No hay propuesta	0	0		
Papel	0	1	Cada elemento vence a uno de los otros dos, y a su vez es vencido por uno de ellos	
Tijera	1	0		
Piedra	1	1		

Cada elemento vence a uno de los otros dos y, a su vez, es vencido por el tercero.

Se requiere un botón adicional llamado J (Juego), que al ser oprimido ($J=1$), muestre el resultado a través de las salidas GA (Gano el concursante A) y GB (Gano el concursante B): para indicar qué jugador ganó, ya sea A o B, mediante un uno en la salida correspondiente.

En caso de que uno o ambos jugadores no presenten una propuesta, el resultado será nulo, indicado por las salidas $GA=0$ y $GB=0$.

En caso de empate, se mostrará $GA=1$ y $GB=1$ en las salidas correspondientes.

Durante el proceso de elección ($J = 0$), ambos LEDs de salida permanecerán apagados.

Los valores de las salidas GA y GB se mostrarán mediante LEDs, donde el valor 0 encenderá el LED y el valor 1 lo apagará.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 25

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al diseño, simulación y construcción de un prototipo de un sistema digital capaz de determinar al ganador entre dos adversarios en el tradicional juego de Piedra, Papel o Tijera.

El sistema estará definido por las entradas de los jugadores A (A_1, A_0) y B (B_1, B_0), cada una de dos bits, y dos salidas llamadas GA y GB. El código utilizado para identificar cada jugada es el siguiente:

	Código		Esquema de Piedra, Papel o Tijera.	
No hay propuesta	0	0		
Papel	0	1		
Piedra	1	0		
Tijera	1	1		

Cada elemento vence a uno de los otros dos y, a su vez, es vencido por el tercero.

Se requiere un botón adicional llamado J (Juego), que al ser oprimido ($J=1$), muestre el resultado a través de las salidas GA (Gano el concursante A) y GB (Gano el concursante B): para Indicar qué jugador ganó, ya sea A o B, mediante un uno en la salida correspondiente.

En caso de que uno o ambos jugadores no presenten una propuesta, el resultado será nulo, indicado por las salidas $GA=0$ y $GB=0$.

En caso de empate, se mostrará $GA=1$ y $GB=1$ en las salidas correspondientes.

Durante el proceso de elección ($J = 0$), ambos LEDs de salida permanecerán apagados.

Los valores de las salidas GA y GB se mostrarán mediante LEDs, donde el valor 0 encenderá el LED y el valor 1 lo apagará.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 26

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a la creación, simulación y construcción de un prototipo de un sistema digital para controlar el llenado de un tanque que contiene sustancias peligrosas. El tanque está equipado con 5 sensores de nivel llamados N5, N4, N3, N2 y N1, donde el sensor N5 se encuentra en la parte superior del tanque y N1 en la parte inferior, como se muestra en la figura.

La salida de los sensores de nivel es igual a 1 cuando el nivel de la sustancia está en el mismo nivel o por encima del sensor, y es igual a 0 cuando el nivel está por debajo del sensor.

El tanque se llena mediante una bomba (B) y se requiere una salida de alarma (AL) que se encienda ($AL=1$) solo cuando el tanque esté vacío o cuando se detecte un nivel igual o superior a 1 en el sensor N5 y un nivel igual a 0 en el sensor N1.

El valor de la salida AL se mostrarán visualmente mediante un LED, donde el valor 0 encenderá el LED y el valor 1 lo apagará.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requisitos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 27

El problema de diseño combinacional planteado consiste en crear, simular y construir un prototipo de un sistema digital que facilite el acomodo de personas en lugares disponibles en un auditorio.

Este sistema se aplicará en cada fila del auditorio, la cual consta de cinco sillas contiguas identificadas como A, B, C, D y E, tal como se muestra en la figura adjunta.



Cada una de estas sillas está equipada con un sensor que detecta si está ocupada (representada por un valor de 1) o vacía (representada por un valor de 0).

El objetivo del sistema es proporcionar una salida S que sea igual a 1 cuando haya al menos tres lugares adyacentes disponibles, y 0 en caso contrario.

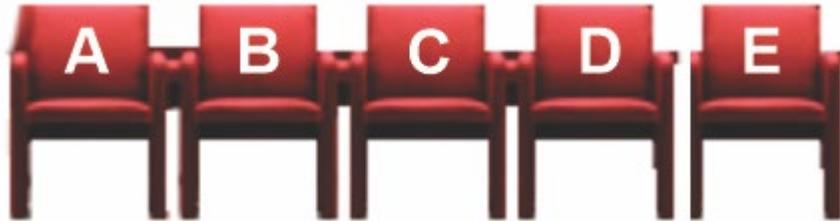
La salida S se visualizará mediante un LED, el cual permanecerá apagado (valor de 0) cuando la salida S sea 0, y se encenderá (valor de 1) cuando la salida S sea 1.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requisitos mencionados. Se llevará a cabo una simulación para verificar el correcto funcionamiento del sistema, y posteriormente se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 28

El problema de diseño combinatorial planteado consiste en crear, simular y construir un prototipo de un sistema digital que facilite el acomodo de personas en lugares disponibles en un auditorio.

Este sistema se aplicará en cada fila del auditorio, la cual consta de cinco sillas contiguas identificadas como A, B, C, D y E, tal como se muestra en la figura adjunta.



Cada una de estas sillas está equipada con un sensor que detecta si está ocupada (representada por un valor de 1) o vacía (representada por un valor de 0).

El objetivo del sistema es proporcionar una salida S que sea igual a 1 cuando haya al menos dos lugares adyacentes disponibles, y 0 en caso contrario.

La salida S se visualizará mediante un LED, el cual permanecerá apagado (valor de 0) cuando la salida S sea 0, y se encenderá (valor de 1) cuando la salida S sea 1.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requisitos mencionados. Se llevará a cabo una simulación para verificar el correcto funcionamiento del sistema, y posteriormente se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 29

El problema de diseño combinacional planteado consiste en diseñar, simular y construir un prototipo de un sistema digital para garantizar la seguridad de los operarios en el manejo de una prensa en una industria del sector automotriz. El sistema funcionará de la siguiente manera:

Para poner en marcha la prensa, se requiere la activación simultánea de cinco pulsadores, identificados como A, B, C, D y E. Cuando estos pulsadores se accionen, se generará una salida S ($S=1$) que pondrá en funcionamiento la prensa.

Si se pulsan solamente cuatro de los cinco pulsadores, sin importar cuáles sean, la prensa funcionará ($S=1$), pero se activará una segunda salida indicada por una lámpara L ($L=1$), la cual señalará una manipulación incorrecta.

En caso de que se pulse únicamente uno, dos o tres pulsadores, también se encenderá la lámpara L, pero la prensa no se activará ($S=0$).

Si no se activa ningún pulsador, ambas salidas deberán permanecer en cero.

El estado de las salidas S y L se mostrará de forma visual mediante un LED, el cual estará apagado (valor de 0) cuando las salidas correspondientes sean 0, y se encenderá (valor de 1) cuando las salidas sean 1.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requisitos mencionados. Se llevará a cabo una simulación para verificar el correcto funcionamiento del sistema, y posteriormente se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 30

El problema de diseño combinacional planteado consiste en diseñar, simular y construir un prototipo de un sistema digital que emita una señal luminosa LED F cuando alguna de las personas en los asientos delanteros no se haya puesto el cinturón, siempre y cuando haya alguien en el asiento y el coche esté en marcha. Para lograr esto, se disponen de 5 sensores:

Dos sensores en el sistema de enganche de los cinturones: uno para el conductor (CC) y otro para el acompañante (CA). Su salida es 1 si el cinturón no está puesto y 0 en caso contrario.

Dos sensores adicionales que indican si hay alguien sentado en el Asiento del Conductor (AC) o en el del Acompañante (AA). Un valor de 1 indica la presencia de alguien en el asiento y 0 la ausencia.

Además, hay una señal de control M que indica si el coche está en marcha ($M = 1$) o parado ($M = 0$).

Cuando se presente una condición inesperada, la salida F deberá permanecer en 0.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requisitos mencionados. Se realizará una simulación para verificar el correcto funcionamiento del sistema, y posteriormente se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos apropiados.

Problema 31

El problema de diseño combinacional planteado consiste en diseñar, simular y construir un prototipo de un sistema digital para un proceso industrial en el que se monitorean cinco variables: A, B, C, D y E, las cuales son entradas del sistema.

El objetivo es detectar cuando al menos dos de las cinco variables de entrada toman el valor de uno, y en ese caso, la salida S debe ser igual a 1. En todos los demás casos, la salida S será igual a 0.

Además, se desea visualizar el valor de la salida S a través de un LED. Cuando el valor de S sea 0, el LED deberá estar apagado, y cuando el valor de S sea 1, el LED deberá encenderse.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requisitos mencionados. Se llevará a cabo una simulación para verificar el correcto funcionamiento del sistema, y posteriormente se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos apropiados.

Problema 32

El problema de diseño combinacional planteado consiste en diseñar, simular y construir un prototipo de un sistema digital para un proceso industrial en el que se monitorean cinco variables: A, B, C, D y E, las cuales son entradas del sistema.

El objetivo es detectar cuando exista mayoría de entradas igual a uno, la salida S debe ser igual a 1.

Exceptuando el caso en donde se presentan solo A, B y C al mismo Tiempo. En todos los demás casos, la salida S será igual a 0.

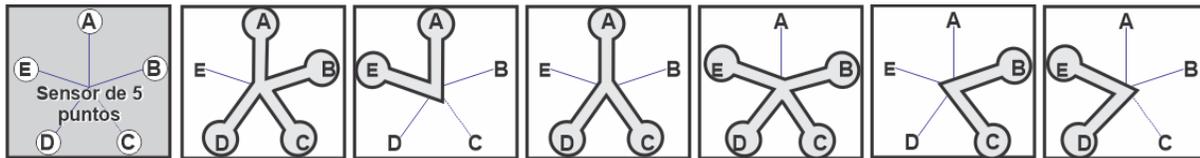
Además, se desea visualizar el valor de la salida S a través de un LED. Cuando el valor de S sea 0, el LED deberá estar apagado, y cuando el valor de S sea 1, el LED deberá encenderse.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requisitos mencionados. Se llevará a cabo una simulación para verificar el correcto funcionamiento del sistema, y posteriormente se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos apropiados.

Problema 33

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al desarrollo de un sistema para la verificación de la calidad de un producto basado en patrones de textura. La textura se define como la organización de una superficie en forma de elementos repetidos.

El proceso automático de clasificación de texturas artificiales consta de un sensor de 5 puntos (A, B, C, D y E) que envía señales a un circuito encargado de identificar los seis elementos correspondientes a la figura:



Un sensor se considera activo cuando coincide con la posición del patrón de la textura y produce un 1 lógico, y un sensor desactivado un cero lógico.

Diseñe, efectúe la simulación y construya un prototipo de un sistema digital se activa una salida llamada **OK con un valor de uno**, Cuando el resultado de la inspección coincida con alguno de los seis diseños mostrados, en todos los demás casos el led deberá de permanecer apagado.

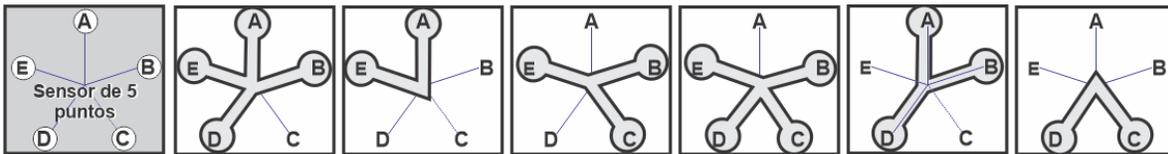
La salida OK se mostrará de forma visual por medio de leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 34

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al desarrollo de un sistema para la verificación de la calidad de un producto basado en patrones de textura. La textura se define como la organización de una superficie en forma de elementos repetidos.

El proceso automático de clasificación de texturas artificiales consta de un sensor de 5 puntos (A, B, C, D y E) que envía señales a un circuito encargado de identificar los seis elementos correspondientes a la figura:



Un sensor se considera activo cuando coincide con la posición del patrón de la textura y produce un 1 lógico, y un sensor desactivado un cero lógico.

Diseñe, efectúe la simulación y construya un prototipo de un sistema digital se activa una salida llamada **OK con un valor de uno**, Cuando el resultado de la inspección coincida con alguno de los seis diseños mostrados, en todos los demás casos el led deberá de permanecer apagado.

La salida OK se mostrará de forma visual por medio de leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y en el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 35

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera:

A=30%, B=40%, C=10% y D=10%, E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital para el escrutinio en la toma de decisiones.

La opinión se obtiene a través de botones de votación, uno para cada accionista (A, B, C, D y E respectivamente).

Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (**L1 y L0**) de salida de la siguiente manera:

L1	L0	
0	0	No Hay resultado o menor o igual a 30
0	1	Mayor que 30 0 Menor o igual a 50%
1	0	Mayor que 50% y menor o igual a 70%
1	1	Mayor de 70%

Los valores de las salidas L1 y L0 se mostrarán de forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 36

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera:

A=40%, B=30%, C=10% y D=10%, E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital para el escrutinio en la toma de decisiones.

La opinión se obtiene a través de botones de votación, uno para cada accionista (A, B, C, D y E respectivamente).

Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (**L1 y L0**) de salida de la siguiente manera

L1	L0	
0	0	No Hay resultado o menor o igual a 20
0	1	Mayor que 20 o Menor o igual a 50%
1	0	Mayor que 50% y menor o igual a 70%
1	1	Mayor de 70%

Los valores de las salidas L1 y L0 se mostrarán de forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados

Problema 37

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera:

A=40%, B=30%, C=10% y D=10%, E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital para el escrutinio en la toma de decisiones.

La opinión se obtiene a través de botones de votación, uno para cada accionista (A, B, C, D y E respectivamente).

Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (**L1 y L0**) de salida de la siguiente manera:

L1	L0	
0	0	No Hay resultado o menor o igual a 20
0	1	Mayor que 20 o Menor o igual a 60%
1	0	Mayor que 60% y menor o igual a 80%
1	1	Mayor de 80%

Los valores de las salidas L1 y L0 se mostrarán de forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados

Problema 38

El problema de diseño combinacional planteado se refiere a una empresa con cinco accionistas (A, B, C, D y E), cuyas acciones están distribuidas de la siguiente manera:

A=40%, B=20%, C=20% y D=10%, E=10%.

Se requiere diseñar, simular y construir un sistema digital para el escrutinio en la toma de decisiones.

La opinión se obtiene a través de botones de votación, uno para cada accionista (A, B, C, D y E respectivamente).

Es importante tener en cuenta que cada accionista tiene un porcentaje ponderado en su voto, igual al número de acciones que posee.

El resultado de la votación será mostrado por medio de dos leds (**L1 y L0**) de salida de la siguiente manera:

L1	L0	
0	0	No Hay resultado o menor o igual a 20
0	1	Mayor que 20o0 Menor o igual a 60%
1	0	Mayor que 60% y menor o igual a 80%
1	1	Mayor de 80%

Los valores de las salidas L1 y L0 se mostrarán de forma visual por medio de Leds en donde el valor de 0 el Led deberá de estar apagado y con el valor de 1 el led deberá de encender.

El diseño del sistema debe tomar en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 39

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al diseño, simulación y construcción de un prototipo de un sistema capaz de determinar al ganador entre dos adversarios en el tradicional juego de Piedra, Papel o Tijera.

El sistema estará definido por las entradas de los jugadores A (A_1, A_0) y B (B_1, B_0), cada una de dos bits, y dos salidas llamadas GA y GB . El código utilizado para identificar cada jugada es el siguiente

	Código		Esquema de Piedra, Papel o Tijera.
No hay propuesta	0	0	
Piedra	0	1	
Tijera	1	0	
Papel	1	1	

Cada elemento vence a uno de los otros dos y, a su vez, es vencido por el tercero.

Se requiere un botón adicional llamado J (Juego), que al ser oprimido ($J=1$), muestre el resultado a través de las salidas GA (Gano el concursante A) y GB (Gano el concursante B): para indicar qué jugador ganó, ya sea A o B, mediante un uno en la salida correspondiente.

En caso de que uno o ambos jugadores no presenten una propuesta, el resultado será nulo, indicado por las salidas $GA=0$ y $GB=0$.

En caso de empate, se mostrará $GA=1$ y $GB=1$ en las salidas correspondientes.

Durante el proceso de elección ($J = 0$), ambos LEDs de salida permanecerán apagados.

Los valores de las salidas GA y GB se mostrarán mediante LEDs, donde el valor 0 encenderá el LED y el valor 1 lo apagará.

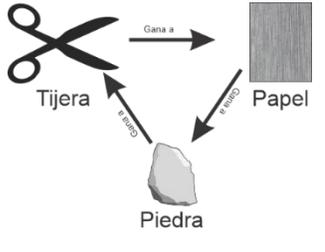
El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Problema 40

El problema de diseño combinacional planteado se refiere al diseño, simulación y construcción de un prototipo de un sistema capaz de determinar al ganador entre dos adversarios en el tradicional juego de Piedra, Papel o Tijera.

El sistema estará definido por las entradas de los jugadores A (A_1, A_0) y B (B_1, B_0), cada una de dos bits, y dos salidas llamadas GA y GB . El código utilizado para identificar cada jugada es el siguiente:

	Código		Esquema de Piedra, Papel o Tijera. Cada elemento vence a uno de los otros dos, y a su vez es vencido por uno de ellos
No hay propuesta	0	0	
Piedra	0	1	
Papel	1	0	
Tijera	1	1	



Cada elemento vence a uno de los otros dos y, a su vez, es vencido por el tercero.

Se requiere un botón adicional llamado J (Juego), que al ser oprimido ($J=1$), muestre el resultado a través de las salidas GA (Gano el concursante A) y GB (Gano el concursante B): para indicar qué jugador ganó, ya sea A o B, mediante un uno en la salida correspondiente.

En caso de que uno o ambos jugadores no presenten una propuesta, el resultado será nulo, indicado por las salidas $GA=0$ y $GB=0$.

En caso de empate, se mostrará $GA=1$ y $GB=1$ en las salidas correspondientes.

Durante el proceso de elección ($J = 0$), ambos LEDs de salida permanecerán apagados.

Los valores de las salidas GA y GB se mostrarán mediante LEDs, donde el valor 0 encenderá el LED y el valor 1 lo apagará.

El diseño del sistema debe tener en cuenta estas especificaciones y cumplir con los requerimientos mencionados. Se realizará una simulación para verificar su correcto funcionamiento y, posteriormente, se construirá un prototipo físico utilizando componentes electrónicos adecuados.

Bibliografía

- Charles H. Roth, J. (2003). *User's Guide and Reference Manual for Logic Aid*. University of Texas at Austin.
- Floyd, T. L. (2006). *Fundamentos de sistemas Digitales*.
- Garza Garza J. A., L. C. (2017). *Introducción a los sistemas electrónicos digitales Teoría y práctica*. UANL FIME.
- Garza Garza, J. A. (20 de feb de 1998). *Electrónica Digital y Sistemas Digitales*. (J. A. Garza, Productor) Recuperado el 28 de febrero de 2017, de <http://jagarza.fime.uanl.mx/>
- Garza Garza, J. A. (2002). *Prácticas de Laboratorio de Electrónica Lógica I* (cuarta ed.). San Nicolas de los Garza N, L: U: A. N. L. F. I. M. E.
- Garza Garza, J. A. (2006). *Sistemas Digitales y Electrónica Digital* (primera ed.). (P. M. Rosas, Ed.) PEARSON EDUCACIÓN.
- Garza Garza, J. A. (2018). *Sistemas Electrónicos Digitales, Diseño Combinacional*.
- Garza Garza, J. A., Treviño Cubero, A., & Hinojosa Rivera, M. (2018). EFECTIVIDAD DE SECUENCIAS DIDÁCTICAS Y TÉCNICAS DE APRENDIZAJE ACTIVO EN CURSOS DE ELECTRÓNICA DIGITAL. *ANFEI DIGITAL*. Obtenido de <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/443>
- Lattice Semiconductor. (1998). *Schematic Entry rReference Manual*. Lattice Semiconductor Corporation.
- Tobón, S. T. (2010). *Secuencias Didácticas, aprendizaje y evaluación de competencias* (primera ed.). (PEARSON EDUCACIÓN, Ed.)
- <https://web.microsoftstream.com/video/ec09349f-cae7-4440-806d-b7baa6a95593>

Índice de Figuras

FIG. 1. SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE EN LA APLICACIÓN DEL FLUJO DE DISEÑO	9
FIG. 2 FORMA SOP AND/OR.....	13
FIG. 3 FORMA POS OR/AND.....	13
FIG. 4. LAS 4 DIFERENTES FORMAS BASADAS EN SOP	14
FIG. 5. LAS 4 DIFERENTES FORMAS BASADAS EN POS	14
FIG. 6. FLUJO DE DISEÑO PROPUESTO	15
FIG. 7. DIAGRAMA DE BLOQUES	16
FIG. 8. TABLA DE VERDAD	17
FIG. 9. ECUACIONES MÍNIMAS.....	18
FIG. 10 DISTRIBUCIÓN DE TERMINALES (PIN OUT) EN UN PLD 22V10	20
FIG. 11 CAPTURA ESQUEMÁTICA.....	21
FIG. 12. MÉTODO DE DETENCIÓN Y CORRECCIÓN DE FALLAS	22
FIG. 13 IMAGEN DE LA SIMULACIÓN UTILIZANDO TEST_VECTORS	23
FIG. 14 IMAGEN DE LA SIMULACIÓN UTILIZANDO PROTEUS	24
FIG. 15. PROTOTIPO IMPLEMENTADO.....	26
FIG. 16 DIAGRAMA DE BLOQUES.....	36