

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO**

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

ACADEMIA DE ELECTRÓNICA



**MANUAL DE PRACTICAS DE ELECTRÓNICA DIGITAL
(AEC-1022), PARA INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**(REPORTE FINAL DE AÑO SABÁTICO)
NUMERO DE DICTAMEN: No. AS-2-119/2017**

**ELABORADO POR:
HERMINIO SALCEDA BUSTOS**

REVISOR: ING. HÉCTOR MARTIN CÓRDOVA CÓRDOVA

Hermosillo, Sonora, a Agosto de 2018.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi vida docente, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mi madre Esperanza por apoyarme en todo momento, por los valores que me ha inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mi esposa e hijos por su apoyo y comprensión.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar.

Le agradezco la confianza, apoyo y dedicación de tiempo al Maestro Héctor Martín Córdova Córdova por haber tomado de su valioso tiempo para revisar las prácticas aquí incluidas y sobre todo por su amistad.

Gracias al Maestro Elmer Moreno Ruiz, Jefe del Departamento por todo el apoyo y facilidades que me fueron otorgadas.

Al Maestro C. Adolfo Rivera Castillo Director del Instituto Tecnológico de Hermosillo por el apoyo y confianza en mí depositadas a fin de llevar a cabo el disfrute del año sabático con la consiguiente elaboración de los reportes intermedio y final correspondientes.

A mis compañeros y amigos por hacer de la vida diaria docente una experiencia siempre nueva e interesante creando un trayecto de vivencias que nunca olvidaré.

A la comunidad tecnológica por ser más que un espacio laboral una familia que nos motiva a ser cada día mejores.

A Carmelita Secretaria de la División de Estudios Profesionales y a Susy Secretaria de Electrónica por ser tan capaces y a la vez tan atentas que al tiempo que facilitan la labor con su apoyo, lo realizado adquiere sentido.

A todos en la Academia de Ingeniería Electrónica por ser unos excelentes amigos.

Atentamente:

HERMINIO SALCEDA BUSTOS

Hermosillo, Sonora a Agosto de 2018

CONTENIDO DEL MANUAL DE PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA DIGITAL

TEMA	PAG.
I.- INTRODUCCIÓN	4
II.- OBJETIVO GENERAL DEL MANUAL	6
III.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL MANUAL DE PRACTICAS	10
IV.- CUIDADOS Y RIESGOS DE REALIZAR PRÁCTICAS CON ENERGÍA ELÉCTRICA: “SEGURIDAD ANTE TODO”	11
V.- LAS 9 “S” APLICADAS AL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA	14
VI.- REGLAMENTO DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA	15
VII.- PRÁCTICAS DE LA MATERIA DE ELECTRÓNICA DIGITAL	
Practica 1.- Valores binarios y compuertas Lógicas básicas	16
Practica 2.- Convertidor de código Binario a BCD	21
Practica 3.- Convertidor de código BCD a 7 segmentos	26
Practica 4.- Uso del circuito integrado (I.C.) Decodificador de BCD a 7 segmentos	33
Practica 5.- Uso del IC sumador para suma / resta	37
Practica 6.- Uso del Decodificador de 3 a 8 líneas	42
Practica 7.- Uso de los Circuitos Integrados Multiplexor (Mux) y Demultiplexor (Demux) en generación de funciones	47
Practica 8.- Uso del IC Comparador de magnitud o de la Unidad Aritmético- Lógica (ALU)	53
Practica 9.- Uso del IC 555, para generar el circuito de reloj	56
Practica 10.- Uso del IC contador binario	61
Practica 11.- Flip Flops (R-S, T, D, J-K)	64
Practica 12.- Registros Universales	68

TEMA	PAG.
Practica 13.- Diseño de un contador binario con Flip-Flops y uso del IC contador binario	70
Practica 14.- Diseño de un circuito contador de tiempo	74
Practica 15.- Diseño de una maquina tragamonedas en forma simplificada	78
ANEXO A.- USO DE LA TABLILLA DE EXPERIMENTOS (PROTOBOARD) EN LA ELABORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA DIGITAL	80
ANEXO B.- PROPUESTA DE TRABAJO Y RELACIÓN DE LAS PRÁCTICAS CON LOS TEMAS DEL PROGRAMA, ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA MATERIA DE ELECTRÓNICA DIGITAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	82

I.- INTRODUCCIÓN

La electrónica tanto analógica como digital es parte importante e inherente a la vida moderna está presente en todas las áreas, desde las formas de producción industrial, sistemas de riego agrícola, monitoreo de sensores, sistemas de comunicación, en el transporte, en el hogar, en la comodidad en los edificios, en las formas de diversión etc. Sin duda actualmente la vida de todos involucra en gran medida el uso de la electrónica y esta ha tenido un gran desarrollo en las últimas décadas. Debido a este desarrollo, nuevos dispositivos permiten hacer ahora una mejor y más eficiente operación. Por lo anterior se considera de gran importancia que el estudiante conozca los dispositivos electrónicos y sea capaz de usarlos en circuitos de aplicación.

La electrónica digital por su misma naturaleza está más enfocada al control automático, por la facilidad de memoria, velocidad de respuesta y la capacidad de operaciones con los datos es la base de los microprocesadores y estos a su vez de las computadoras elementos indispensables en la vida moderna y con gran aplicación en las comunicaciones electrónicas.

Es importante se le dé el valor prioritario al saber aplicar los conocimientos, de saber llevar a cabo la implementación de los circuitos prácticos y relacionarlos con la teoría, En este manual de prácticas, en la unidad 1 se empezara con los fundamentos de sistemas digitales y numéricos, donde además de los sistemas numéricos se analizaran los códigos binarios. En la Unidad 2 se ven las funciones y compuertas lógicas, sistemas de diseño y algebra booleana así como las familias lógicas y sus características. En la Unidad 3 se contempla la lógica combinacional y la lógica de diseño simplificado así como los dispositivos de mediana escala de integración. En la Unidad 4 vemos la Lógica secuencial, el uso de los pulsos del reloj y se diseñan circuitos secuenciales síncronos.

Es de gran importancia para el alumno que vea que la electrónica digital es completamente aplicable y que los conceptos teóricos se cumplen en gran medida en la práctica, para ello es bueno que se simulen las primeras practicas para un mejor entendimiento de lo que se espera lograr, pero solo en la práctica el estudiante y futuro profesionalista podrá detectar si un componente opera adecuadamente y sabiendo cómo funcionan los dispositivos, podrá arreglar o adaptar un circuito, e incluso llegar a diseñar la circuitería necesaria para un sistema electrónico digital completo.

II.- OBJETIVO GENERAL DEL MANUAL

Este manual será un documento de índole formal para dirigir de forma organizada, dosificada y pertinente las prácticas fundamentales de los alumnos acorde con el programa de la asignatura Electrónica Digital (AEC-1022), de la carrera de Ing. Eléctrica. El programa de la materia en cuestión es la siguiente:

1.- DATOS DE LA ASIGNATURA:

Nombre de la asignatura: **Electrónica Digital**

Carrera: **Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electromecánica**

Clave de la asignatura: **AEC-1022**

SATCA: **2-2-4**

2.- PRESENTACIÓN (se omite)

3.- COMPETENCIAS A DESARROLLAR

Competencias específicas:

- Analizar y diseñar sistemas digitales combinacionales y secuenciales.

Competencias genéricas:

Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos generales básicos
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua
- Conocimiento de una segunda lengua
- Habilidades básicas de manejo de la computadora
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)
- Solución de problemas
- Toma de decisiones.

Competencias interpersonales

- Capacidad crítica y autocrítica
- Trabajo en equipo
- Habilidades interpersonales
- Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario
- Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas
- Compromiso ético.

Competencias sistémicas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprender
- Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones

- Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)
- Liderazgo
- Habilidad para trabajar en forma autónoma
- Búsqueda del logro.

4.- HISTORIA DEL PROGRAMA (se omite)

5.- OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

- Analizar y diseñar sistemas digitales combinacionales y secuenciales, así como el uso de dispositivos lógicos programables.

6.- COMPETENCIAS PREVIAS

- Conocer y entender el funcionamiento de los dispositivos semiconductores fundamentales.
- Seleccionar en base a su funcionamiento los dispositivos electrónicos básicos analógicos para diseñar y construir circuitos electrónicos básicos.
- Utilizar apropiadamente los instrumentos de medición y prueba, para la medición e interpretación de variables eléctricas en componentes y circuitos eléctricos.

7.- TEMARIO

Unidad 1.- Fundamentos de sistemas digitales y numéricos

- 1.1. Fundamentos de sistemas digitales
- 1.2. Sistemas numéricos
- 1.3. Códigos

Unidad 2.- Funciones y compuertas lógicas

- 2.1. Compuertas lógicas
- 2.2. Tablas de verdad
- 2.3. Compuertas simples
- 2.4. Compuertas compuestas
- 2.5. Álgebra booleana y teoremas de DeMorgan
- 2.6. Leyes y postulados
- 2.7. Minimización de funciones de circuitos
- 2.8. Familias lógicas

Unidad 3.- Lógica combinacional

- 3.1. Minitérminos y maxitérminos
- 3.2. Minimización de funciones con Mapas de Karnaugh
- 3.3. Minimización de funciones con Quine-McCluskey
- 3.4. Diseño de circuitos combinacionales con lógica SSI
- 3.5. Multiplexores y demultiplexores
- 3.6. Decodificadores y codificadores
- 3.7. Diseño de circuitos combinacionales con lógica MSI.

Unidad 4.- Lógica secuencial

- 4.1. Diseño de Circuitos generadores de pulsos de reloj
- 4.2. Parámetros eléctricos de las señales de reloj utilizadas en circuitos secuenciales
- 4.3. Flip Flops (R-S, T, D, J-K)
- 4.4. Registros de corrimiento
- 4.5. Contadores
- 4.6. Modelos de circuitos secuenciales síncronos
- 4.7. Análisis y síntesis de circuitos secuenciales síncronos

8.- SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

El docente debe:

- Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes.
- Propiciar el uso de las nuevas tecnologías en el desarrollo de los contenidos de la asignatura.
- Fomentar actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes.
- Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de inducción-deducción y análisis-síntesis, las cuales lo encaminan hacia la investigación, la aplicación de conocimientos y la solución de problemas.
- Llevar a cabo actividades prácticas que promuevan el desarrollo de habilidades para la experimentación, tales como: observación, identificación manejo y control de variables y datos relevantes, planteamiento de hipótesis, de trabajo en equipo.
- Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías que se van aprendiendo en el desarrollo de la asignatura.
- Propiciar el uso adecuado de conceptos, y de terminología científico-tecnológica
- Proponer problemas que permitan al estudiante la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, para su análisis y solución.
- Relacionar los contenidos de la asignatura con el cuidado del medio ambiente; así como con las prácticas de una ingeniería con enfoque sustentable.
- Observar y analizar fenómenos y problemáticas propias del campo ocupacional.
- Relacionar los contenidos de esta asignatura con las demás del plan de estudios para desarrollar una visión interdisciplinaria en el estudiante.

9.- SUGERENCIAS DE EVALUACIÓN

- Examen escrito para evaluación del trabajo en el aula.
- Desarrollo de prácticas en el laboratorio
- Desarrollo de reporte escrito del trabajo práctico
- Evaluación de trabajos de investigación
- Evaluación de solución de problemas
- Reporte de las simulaciones software.

10.- UNIDADES DE APRENDIZAJE (se omite desglose)

11.- FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Floyd Thomas, *Fundamentos de sistemas digitales*, 9ª. Edición, Ed. Pearson, 2006
2. Tocci, R. J., Widmer Neal S., Moss Gregory L., *Sistemas digitales, Principios y aplicaciones*, 10ª Edición, Ed. Pearson, 2007.
3. Mano, Morris, Kime Charles R., *Logic and computer design fundamentals*, 4ª. Edición, Ed. Prentice Hall, 2007
4. Acha, Castro, Pérez y Rioseras, *Electrónica digital, introducción a la lógica digital, teoría, problemas y simulación*, Ed. Alfaomega.
5. Wakerly, John F., *Diseño digital, principios y prácticas*, 4ª. Edición, Ed. Prentice Hall, 2007
6. Manuales de datos TTL y CMOS (Texas Instruments)
7. Nashelsky, Louis, *Fundamentos de sistemas digitales*, Ed. Noriega Limusa
8. Nelson, Victor P., Nagle, H. Troy, Irwin, J. David, *Análisis y diseño de circuitos lógicos digitales*, Ed. Prentice Hall.

12.- PRÁCTICAS PROPUESTAS

- Conocer e identificar compuertas lógicas en circuitos integrados
- Determinar la tabla de verdad de diferentes compuertas básicas
- Implementar funciones lógicas con circuitos digitales
- Implementar un decodificador BCD a decimal
- Implementar un teclado y ver los números en un mostrador de 7 segmentos
- Implementar un contador de décadas
- Implementar un circuito sumador
- Implementar un circuito comparador.

III.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL MANUAL DE PRACTICAS:

1. Facilitar al estudiante los materiales de consulta de la asignatura y relacionar la practica con la teoría, con la finalidad específica de ser utilizado como medio didáctico para la materia y apoyar con esto el proceso de enseñanza-aprendizaje
2. Promover la realización de las prácticas de la materia que resulte atractiva e interactiva para el estudiante
3. Promover la responsabilidad del estudiante en la conducción de su aprendizaje
4. Promover el auto-estudio y la realización de los cálculos previa a la realización de la práctica.
5. Promover el aprendizaje colaborativo con el desarrollo de conclusiones de las prácticas por parte del equipo de alumnos al realizar la práctica.
6. Enriquecer los contenidos de la asignatura
7. Complementar el aprendizaje de los contenidos abordados en el aula
8. Usar la fuente de alimentación diseñada en Electrónica Analógica y agregar el circuito de pulsos de reloj, para el autoequipamiento del equipo de trabajo.
9. Promover el Trabajo en equipo con el desarrollo de liderazgo en su área
10. Promover las habilidades de investigación y la capacidad de generar nuevas ideas (creatividad)

IV.- CUIDADOS Y RIESGOS DE REALIZAR PRÁCTICAS CON ENERGÍA ELÉCTRICA: “SEGURIDAD ANTE TODO”

La lectura de este apartado debería de considerarse como la práctica número cero, por la gran importancia que tiene para la seguridad de toda persona que vaya a trabajar con energía eléctrica.

Por muy experto que seas no debes confiarte y debes usar las herramientas adecuadas, no se debe bromear cuando se trabaja con electricidad, las consecuencias pueden ser fatales.

La tabla siguiente muestra los efectos fisiológicos de las corrientes eléctricas:

1 Amp.	Quemaduras severas, La respiración cesa
0.2 Amp.	MUERTE
0.1 Amp.	
0.01 Amp.	Dificultad extremas para respirar Alteración en la respiración Respiración difícil Choque severo Paralisis muscular Incapaz de soltar Doloroso
0.001 Amp.	Sensación leve Umbral de sensación

La primer pregunta es entonces: ¿Los choques eléctricos, son Fatales?... La respuesta es que corrientes de solo 100 miliamperes (0.1 amp.) puede ocasionar la muerte, sobre todo si no recibe tratamiento adecuado rápido, si se tiene problemas de corazón o si se tiene marcapasos el problema puede ser mayor.

La segunda pregunta típica es: ¿Qué es lo malo la corriente o el voltaje?. Como se puede ver lo que afecta es la corriente pero está en función del Voltaje y de la resistencia del cuerpo al flujo de corriente.

La tercer pregunta es: ¿Cuál es la resistencia del cuerpo?. El problema es que varia, se requiere que con un multmetro mida la resistencia del cuerpo entre estos puntos:

- De la mano derecha a la izquierda....._____ ohms
- De la mano al pie....._____ ohms

Ahora humedezca los dedos y repita las mediciones:

- De la mano derecha a la izquierda....._____ ohms
- De la mano al pie....._____ ohms

La resistencia varia de más de 500,000 ohms en piel seca, a solo 1000 ohms en piel húmeda, o sea que la corriente se incrementaría en 500 veces.

Tomando la resistencia del cuerpo medida y considerando 100 miliamperes como la corriente fatal, que valor de voltajes serian mortales para usted:

- Contacto entre las dos manos (secas)_____ volts
- Contacto entre una mano y un pie (secos)_____ volts
- Contacto entre las dos manos (mojadas)_____ volts
- Contacto entre una mano y un pie (mojados)_____ volts

NO INTENTE COMPROBARLO

REGLAS DE SEGURIDAD PARA EVITAR CHOQUES ELÉCTRICOS:

- 1.- Si cree que esta desconectado, asegúrese que efectivamente este sin carga eléctrica.
- 2.- No trabaje en un banco atestado
- 3.- No trabaje sobre pisos mojados.
- 4.- No trabaje solo
- 5.- Evite trabajar con las dos manos, prefiera usar solo una mano
- 6.- No se distraiga mientras trabaja
- 7.- muévase lentamente, evite los movimientos bruscos
- 8.- Los capacitores pueden retener carga
- 9.- Cuide la polaridad del capacitor y la tensión nominal, los capacitores electrolíticos suelen explotar.
- 10.- Las resistencias pueden estar calientes

V.- LAS 9 “S” APLICADAS AL LABORATORIO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

	JAPONÉS	ESPAÑOL	
CON LAS COSAS	SEIRI	APLICACIÓN	1.Mantenga solo lo necesario para la realización de la práctica.
	SEITON	ORGANIZACIÓN	2.Mantenga el equipo y material en orden
	SEISO	LIMPIEZA	3.Mantenga su área de trabajo limpia
CON USTED MISMO	SEIKETSU	BIENESTAR PERSONAL	4.Preparese adecuadamente para aplicar sus habilidades técnicas y mentales para realizar la práctica.
	SHITSUKE	DISCIPLINA	5.Mantenga su comportamiento confiable, no juegue, la electricidad es peligrosa.
	SHIKARI	CONSTANCIA	6.Persevere en los buenos hábitos. Realice la práctica de acuerdo a la metodología indicada por el profesor.
	SHITSUKO	COMPROMISO	7.Realizar la practica completa hasta formar sus propias conclusiones grupales
EN EL LABORATORIO	SEISHOO	COORDINACIÓN	8.Actué en equipo con sus compañeros, que todos comprendan la práctica y c/u realice su parte.
	SEIDO	ESTANDARIZACIÓN	9.Para la realización adecuada de su práctica cumpla con el reglamento del laboratorio.

VI.- REGLAMENTO DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

REGLAMENTO DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

1.- DE LOS USUARIOS

1.1 Se considera usuario del laboratorio de electrónica a todos los estudiantes o miembros del personal del instituto y que estén registrados en la base de datos.

1.2 Se considera usuario invitado a la persona que desea hacer uso de las instalaciones y equipo del laboratorio con el aval del jefe del laboratorio.

1.3 Los usuarios deberán hacer uso correcto y apropiado de instalaciones, equipo, mobiliario y tener comportamiento adecuado en el laboratorio.

1.4 Cada usuario utilizara las horas y días programados de laboratorio de horario de su materia y/o horario autorizado.

1.5 Corresponde a los usuarios recibir una atención amable, oportuna y de calidad de parte de los prestadores del servicio.

1.6 A los usuarios no se les permite la elaboración de prácticas destructivas que pongan en riesgo su integridad física.

2.- DE LAS ÁREAS DE TRABAJO

2.1 Las áreas del laboratorio están clasificadas de la siguiente manera:

a) Para prácticas de Materia.- Son utilizadas solo con la presencia del profesor responsable de la asignatura o grupo.

b) Área de práctica libre.- Se usan hasta por dos horas por alumnos sin requerir la presencia del maestro.

c) Área de uso específico.- Son las áreas de Comunicación, Simulación, PLC, circuitos impresos, las cuales serán utilizadas bajo la supervisión del profesor responsable del área.

3.- DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES DE TRABAJO

3.1 El laboratorio proporcionará en calidad de préstamo los equipos disponibles para uso dentro del local, corresponde a los usuarios regresar oportunamente los equipos utilizados durante su permanencia.

3.2 El laboratorio proporcionará equipo e instalaciones, los materiales de trabajo son responsabilidad de los usuarios.

3.3 El equipo requerido para la práctica deberá reportarlo oportunamente el profesor de cada asignatura.

4. – SITUACIONES NO PREVISTAS

4.1 Las situaciones no previstas en el presente reglamento serán atendidas por el jefe de laboratorio y en su caso por el jefe de departamento y/o autoridad correspondiente.

PRACTICA 1.- VALORES BINARIOS Y COMPUERTAS LÓGICAS BÁSICAS: “Y”(AND), “O” (OR), “NO” (NOT), “NO-Y” (NAND), “NO-O (NOR), O EXCLUSIVA (XOR) y NO “O” EXCLUSIVA (XNOR).

OBJETIVOS:

- Relacionar los valores Binarios 0 y 1 como niveles de voltaje.
- Comprobar las tablas funcionales o de verdad con las compuertas digitales BÁSICAS: “Y”(AND), “O” (OR), “NO” (NOT), “NO-Y” (NAND), “NO-O (NOR), OR EXCLUSIVA (XOR) y NOR EXCLUSIVA (XNOR).

MARCO TEÓRICO:

El sistema binario, es de gran uso en electrónica digital y en ciencias de la computación, es un sistema de numeración en el que los números se representan utilizando solamente dos cifras: cero y uno (0 y 1). Es uno de los sistemas que se utilizan en las computadoras, debido a que estas trabajan internamente con dos niveles de voltaje, por lo cual su sistema de numeración natural es el sistema binario, donde un “0” (cero) se puede representar por 0 volts y el “1” (uno) por 5 volts (valores típicos, de la familia TTL, pero pueden ser otros).

Las compuertas lógicas básicas son: “Y”(AND), “O” (OR), “NO” (NOT), “NO-Y” (NAND), “NO-O (NOR), O EXCLUSIVA (XOR) y NO “O” EXCLUSIVA (XNOR), cada uno dará como salida un valor lógico en función de la entrada.

MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

- 1 Tablilla para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 1 Diodo led (existen varios colores)
- 2 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt
- 1 Resistencias de 330 _ ¼ Watt
- Miniswich ó dipswitch
- Pinzas de punta.

Pinzas de corte

1 7408 Circuito integrado AND de dos entradas

1 7432 Circuito integrado OR de dos entradas

1 7404 Circuito integrado NOT

1 7400 Circuito integrado NAND de dos entradas

1 7402 Circuito integrado NOR de dos entradas

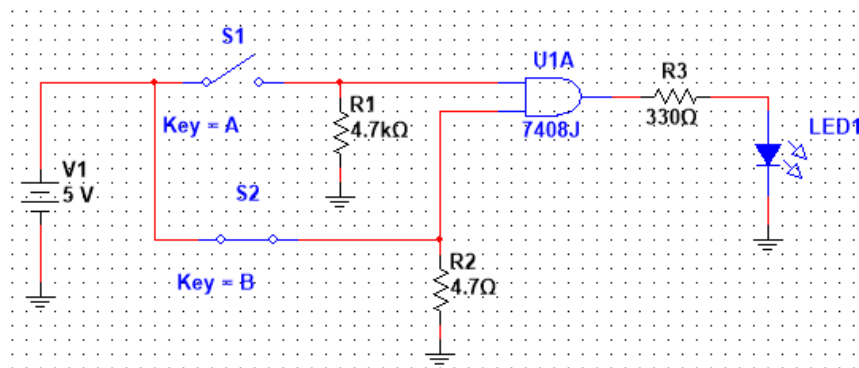
1 7486 Circuito integrado XOR (OR exclusiva) de dos entradas

1 Fuente de alimentación CD de 5 volts

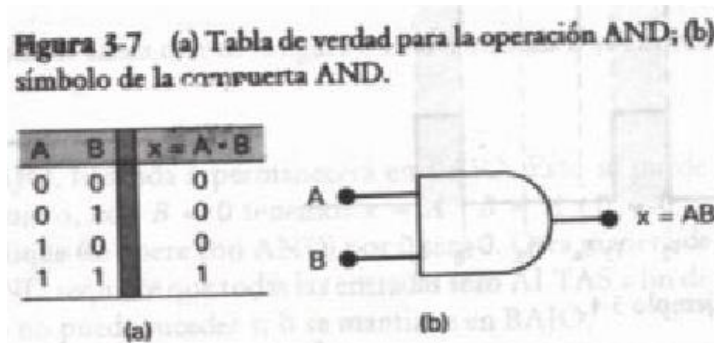
1 multímetro

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- Implemente el circuito para verificar el comportamiento de la compuerta AND, las entradas las alimenta con 1 (5 volts) o con 0 (0 volts) y la salida se obtiene del por visualización del estado de la salida en un LED.



Las compuertas AND pueden tener más de dos entradas y por definición, la salida es 1 si todas las entradas son 1:



Se debe seguir los pasos:

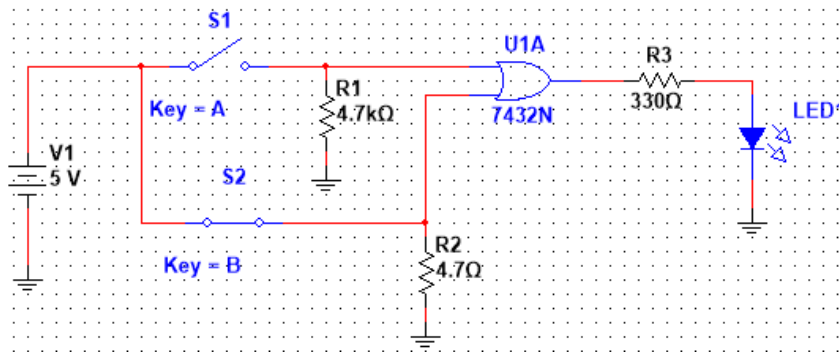
Paso a. El alumno investigara la hoja de datos de la compuerta AND (circuito Integrado 7408)

Paso b. El alumno realizara el armado del circuito del diagrama según las especificaciones en su hoja de datos.

Paso c. El alumno comprobara si sus conexiones son correctas

Paso d. El alumno comprobara la tabla de verdad de la compuerta Lógica

2.- Implemente el circuito para verificar el comportamiento de la compuerta OR,



La compuerta OR tiene 2 o más entradas, y la salida es uno si una o más de las entradas es uno, o sea la salida será 1, si al menos una entrada es uno:

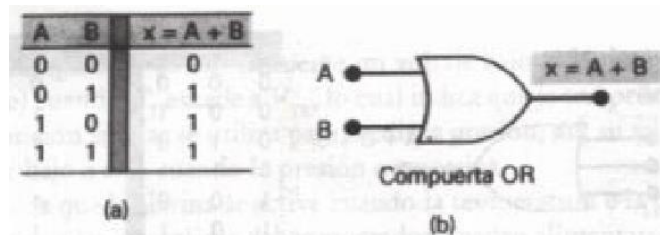


Figura 3-2 (a) Tabla de verdad que define la operación OR; (b) símbolo de circuito para una compuerta OR de dos entradas.

Después se siguen los mismos pasos:

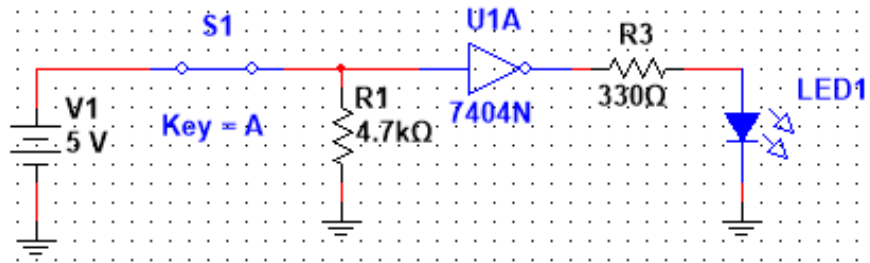
Paso a. El alumno investigara la hoja de datos de la compuerta OR (circuito Integrado 7432)

Paso b. El alumno realizara el armado del circuito del diagrama según las especificaciones en su hoja de datos.

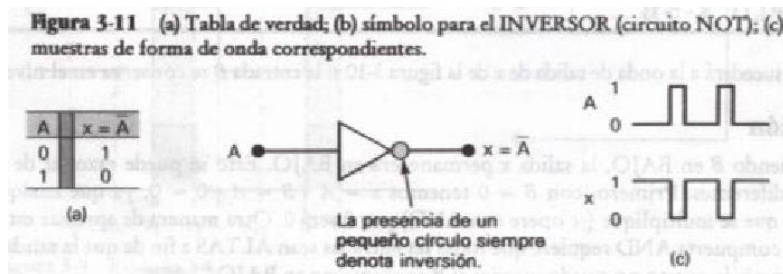
Paso c. El alumno comprobara si sus conexiones son correctas

Paso d. El alumno comprobara la tabla de verdad de la compuerta Lógica

3.- Implemente el circuito para verificar el comportamiento de la compuerta NOT,



La compuerta NOT entrega en la salida lo inverso de la entrada si la entrada es 1 la salida es cero y si la entrada es la salida es uno:



Después se siguen los mismos pasos:

Paso a. El alumno investigara la hoja de datos de la compuerta OR (circuito Integrado 7432)

Paso b. El alumno realizara el armado del circuito del diagrama según las especificaciones en su hoja de datos.

Paso c. El alumno comprobara si sus conexiones son correctas

Paso d. El alumno comprobara la tabla de verdad de la compuerta Lógica

4.- Ídem para el Circuito integrado 7400 compuerta NAND de dos entradas

5.- Ídem para el Circuito integrado 7402 compuerta NOR de dos entradas

6.- Ídem para el Circuito integrado 7486 compuerta OR exclusiva de dos entradas

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

(Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos)

PRACTICA 2.- CONVERTIDOR DE CÓDIGO BINARIO A BCD

OBJETIVOS:

- Relacionar tablas de verdad de funciones y circuitos digitales binarios.
- Aplicar los principios, leyes y postulados del Álgebra booleana y teoremas de DeMorgan.
- Uso de la Minimización de funciones para el uso de circuitos óptimos.

MARCO TEÓRICO:

La conversión de números de distintas bases y formatos es aplicable día con día no solo en los sistemas digitales para saber las equivalencias de un número binario a decimal o de decimal a binario o de hexadecimal a decimal, etc., sino que también permite saber el estado de un sistema, ya sea como medidores o indicadores en algún proceso o sistema controlado.

Todas las conversiones llevan una metodología para poderlas realizar, dependiendo del número a convertir, se busca la que sea más fácil y rápida. La conversión más básica es la de comparación (por tabla), siendo aplicable cuando la cantidad de números a convertir no es tan grande. Cuando el valor del número a convertir crece, no es tan fácil hacer una tabla de 1000 o más datos, por lo que se recurre a otras metodologías o artilugios lógico-matemáticos.

Para este ejemplo se quiere convertir de Binario (que es el código obtenido de las computadoras o cualquier circuito digital) a BCD (Decimal Codificado en Binario) que sería un valor binario más legible para una persona.

MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

1 Tablilla para prototipos (Protoboard o proto)

Alambre varios colores No.22 varios metros

5 Diodo led (existen varios colores)

4 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt

5 Resistencias de 330 _ ¼ Watt

Miniswich ó dipswich

Pinzas de punta.

Pinzas de corte

2 7408 Circuito integrado AND de dos entradas

1 7432 Circuito integrado OR de dos entradas

1 7404 Circuito integrado NOT

1 Fuente de alimentación CD de 5 volts

1 multímetro

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- Se debe diseñar un circuito para cada variable de salida (A, B, C, D, E) en función de las variables de entrada (X Y Z W), como se puede ver en la tabla de conversión:

Tabla de conversión:

Decimal	Hexadecimal	Binario				BCD				
		X	Y	Z	W	A	B	C	D	E
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
2	2	0	0	1	0	0	0	0	1	0
3	3	0	0	1	1	0	0	0	1	1
4	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0
5	5	0	1	0	1	0	0	1	0	1
6	6	0	1	1	0	0	0	1	1	0
7	7	0	1	1	1	0	0	1	1	1
8	8	1	0	0	0	0	1	0	0	0
9	9	1	0	0	1	0	1	0	0	1
10	A	1	0	1	0	1	0	0	0	0
11	B	1	0	1	1	1	0	0	0	1
12	C	1	1	0	0	1	0	0	1	0
13	D	1	1	0	1	1	0	0	1	1
14	E	1	1	1	0	1	0	1	0	0
15	F	1	1	1	1	1	0	1	0	1

2.- Con el uso de los mapas de Karnaugh se obtiene la simplificación de cada variable de salida

$$A = \sum \text{min} (10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

XYZW	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

A =

$$B = \sum \min (4, 5, 6, 7, 8, 9)$$

XYZW	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

B =

$$C = \sum \min (4, 5, 6, 7, 14, 15)$$

XYZW	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

C =

$$D = \sum \min (2, 3, 6, 7, 12, 13)$$

XYZW	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

D =

$$E = \sum \min (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15)$$

XYZW	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

E =

Para efectos de solución las variables ya simplificadas:

$$A = XY + XZ = X(Y + Z)$$

$$B = XY'Z'$$

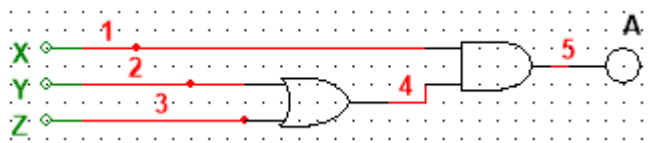
$$C = X'Y + YZ = Y(X' + Z)$$

$$D = X'Z + XYZ'$$

$$E = W$$

3.- Implemente el circuito correspondiente a cada variable:

A =



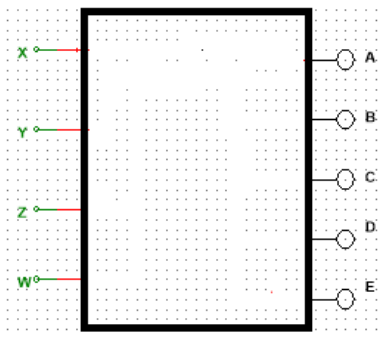
Ídem para B =

Ídem para C =

Ídem para D =

Ídem para E =

4.- Genere las 5 salidas simultáneamente para verlas simultáneamente:



FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

(Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos)

PRACTICA 3.- CONVERTIDOR DE CÓDIGO BCD A 7 SEGMENTOS

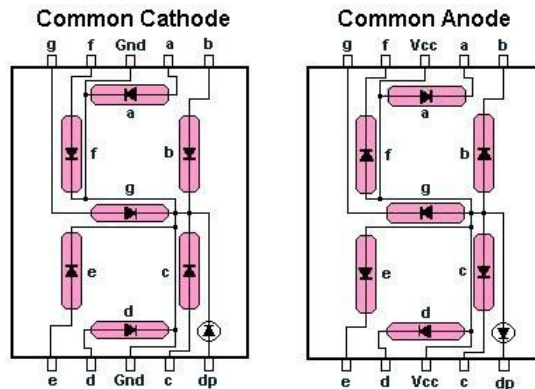
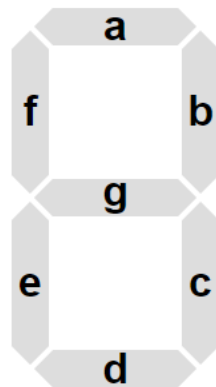
OBJETIVOS:

- Minimización de funciones con Mapas de Karnaugh
- Simplificación de funciones con Mapas de Karnaugh, uso de los estados “No importa”
- Diseño de circuitos combinacionales con lógica SSI

MARCO TEÓRICO:

Como se vio en la practica anterior la conversión de números de distintas bases y formatos es necesario en los sistemas digitales para saber las equivalencias de un número binario a decimal o de decimal a binario o de hexadecimal a decimal, etc., en esta ocasión es para poder mostrar un valor binario (que es el código obtenido de las computadoras o cualquier circuito digital) a BCD (Decimal Codificado en Binario) y después convertir de BCD a código “7 segmentos” que ahora sería un valor desplegado en un display y por lo tanto más legible para una persona.

El display o pantalla de 7 segmentos es un dispositivo de despliegue de datos numéricos o alfabético-numéricos para una lectura más fácil, rápida y estándar. Los más básicos y originales podían ser de cátodo común o de ánodo común, después se tienen los display de puntos con decodificador integrado, para nuestro caso basta con el básico de tipo cátodo común.



MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

- 2 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 4 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt
- 7 Resistencias de 330 _ ¼ Watt
- 7 LED
- Miniswich ó dipswitch
- Pinzas de punta.
- Pinzas de corte
- 3 7408 Circuito integrado AND de dos entradas
- 3 7432 Circuito integrado OR de dos entradas
- 1 7404 Circuito integrado NOT
- 1 Display 7 segmentos cátodo común
- 1 Fuente de alimentación CD de 5 volts
- 1 multímetro

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- Se debe diseñar un circuito para cada variable de salida (a, b, c, d, e, f, g) en función de las variables de entrada (B, C, D, E), considerando que los dígitos serán de 4 bits, o sea del 0 al 9, por lo cual los estados de entrada del 10 al 15 no se usaran y pueden quedar como “ESTADOS NO-IMPORTA” (Don’t care) así mismo en el 6 el segmento “a” o en el 7 el segmento “g”, por lo anterior puede aportar a que cada salida (segmentos) queden más simplificadas, dado que un estado don’t care se puede considerar como 0 o 1 dependiendo de lo que convenga para mejorar la simplificación, como se puede ver en la tabla de conversión:

Tabla de conversión:

Decimal	Hexadecimal	Binario	BCD	7 segmentos
		X Y Z W	A B C D E	a b c d e f g
0	0	0 0 0 0	0 0 0 0 0	1 1 1 1 1 1 0
1	1	0 0 0 1	0 0 0 0 1	0 1 1 0 0 0 0
2	2	0 0 1 0	0 0 0 1 0	1 1 0 1 1 0 1
3	3	0 0 1 1	0 0 0 1 1	1 1 1 1 0 0 1

4	4	0 1 0 0	0 0 1 0 0	0 1 1 0 0 1 1
5	5	0 1 0 1	0 0 1 0 1	1 0 1 1 0 1 1
6	6	0 1 1 0	0 0 1 1 0	X 0 1 1 1 1 1
7	7	0 1 1 1	0 0 1 1 1	1 1 1 0 0 0 X
8	8	1 0 0 0	0 1 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1
9	9	1 0 0 1	0 1 0 0 1	1 1 1 0 0 1 1
10	A	1 0 1 0	1 0 0 0 0	X X X X X X X
11	B	1 0 1 1	1 0 0 0 1	X X X X X X X
12	C	1 1 0 0	1 0 0 1 0	X X X X X X X
13	D	1 1 0 1	1 0 0 1 1	X X X X X X X
14	E	1 1 1 0	1 0 1 0 0	X X X X X X X
15	F	1 1 1 1	1 0 1 0 1	X X X X X X X

2.- Con el uso de los mapas de Karnaugh se obtiene la simplificación de cada variable de salida

$$a = \sum \min (0, 2, 3, 5, 7, 8, 9) + \text{D.C.} (6, 10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

BCDE	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

$$a = B + D + CE + C'E' = B + D + (C\bar{O}E)'$$

$$b = \sum \min (0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9) + \text{D.C.} (10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

BCDE	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

$$b = C' + D'E' + DE = C' + (D\bar{O}E)'$$

$$c = \sum \min (0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) + \text{D.C.} (10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

XYZW	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

$$c = C + D' + E$$

$$d = \sum \min (0, 2, 3, 5, 6, 8) + \text{D.C.} (10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

XYZW	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

d =

$$e = \sum \min (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) + \text{D.C.} (10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

XYZW	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

e =

$$f = \sum \min (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) + \text{D.C.} (10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

XYZW	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

f =

$$g = \sum \min (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) + \text{D.C.} (10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

XYZW	00	01	11	10
00				
01				
11				
10				

g =

Para efectos de muestra se indica la solución de algunas variables ya simplificadas, se pide a los alumnos obtener las faltantes:

$$a = B + D + CE + C'E' = B + D + (C\bar{O}E)'$$

$$b = C' + D'E' + DE = C' + (D\bar{O}E)'$$

$$c = C + D' + E$$

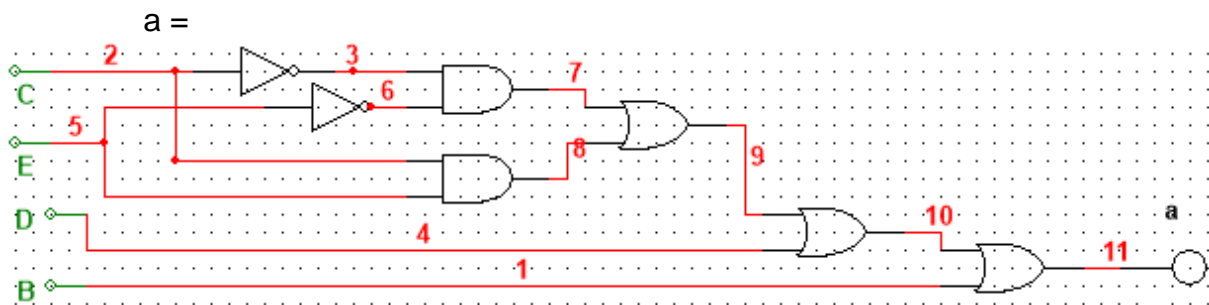
$$d =$$

$$e =$$

$$f =$$

$$g =$$

3.- Implemente el circuito correspondiente a cada variable:



Ídem para b =

Ídem para c =

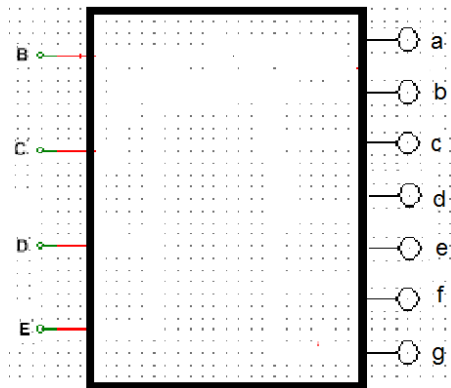
Ídem para d =

Ídem para e =

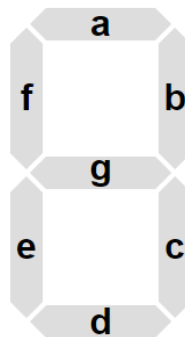
Ídem para f =

Ídem para g =

4.- Genere las 5 salidas simultáneamente para verlas simultáneamente:



5.- Para visualizar mejor la información en el código “7 segmentos” lo óptimo es usar el display 7 segmentos en lugar de los LEDs, como usamos la tabla en lógica positiva el tipo de Display a usar será del tipo de colector común y se vera de la siguiente forma:



FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

(Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos)

PRACTICA 4.- USO DEL CIRCUITO INTEGRADO DECODIFICADOR DE BCD A 7 SEGMENTOS

OBJETIVOS:

- Comprobar en el laboratorio el diseño y eficiencia del circuito integrado digital comercial.
- Verificar, comprobar y comparar el circuito elaborado en comparación con el I. C. comercial.

MARCO TEÓRICO:

El circuito integrado decodificador de BCD a 7 segmentos es un elemento digital que funciona a base de estados lógicos, con los cuales indica una salida determinada basándose en un dato de entrada característico, su función operacional se basa en la introducción a sus entradas de un número en código binario correspondiente a su equivalente en decimal para mostrar en los siete pines de salida establecidos para el integrado, una serie de estados lógicos que están diseñados para conectarse a un elemento numérico en el que se visualizará el número introducido en las entradas del decodificador. El elemento numérico que se conecta a las siete salidas del decodificador también está diseñado para trabajar con estados lógicos, es un dispositivo elaborado con un arreglo de LED de tal manera que muestre los números decimales desde el cero hasta el nueve dependiendo del dato recibido desde el decodificador, a este elemento se le conoce con el nombre de display ó dispositivo alfanumérico de 7 segmentos.

El decodificador está formado internamente por compuertas lógicas y sus conexiones internas son un sistema predefinido por el diseñador para que su función operacional sea un acople perfecto y efectivo con el display, debe ver en las especificaciones del fabricante el tipo de decodificador a utilizar, así para un display ánodo (o cátodo) común se usa el correspondiente circuito integrado. El I.C. 7448 es de tipo "lógica positiva" y se usa para tipo cátodo común, mientras que el I. C. 7447 es de "lógica negativa" y se usa para tipo ánodo común.

MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

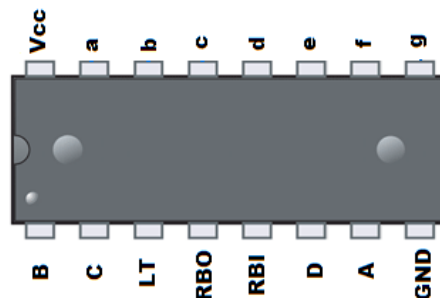
- 1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 4 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt
- Miniswich ó dipswitch
- Pinzas de punta.
- Pinzas de corte
- 1 7448 Circuito integrado decodificador de BCD a 7 segmentos
- 1 Display 7 segmentos cátodo común (o ánodo común)
- 1 Fuente de alimentación CD de 5 volts
- 1 multímetro

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

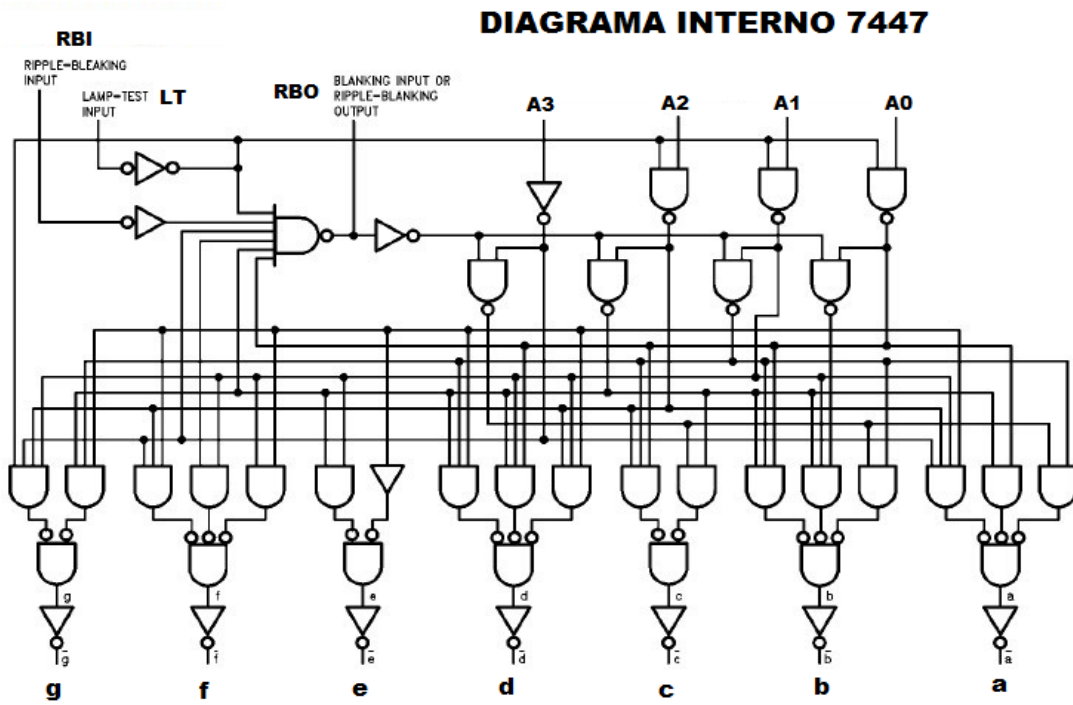
1.- Se busca las especificaciones del fabricante, la tabla de verdad es (observe que está en lógica inversa):

ENTRADA DEL DECODIFICADOR				SALIDAS DEL DECODIFICADOR						
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0

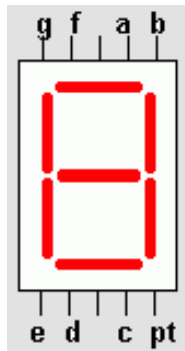
2.- Se ve la distribución de circuitería del circuito integrado (7447):



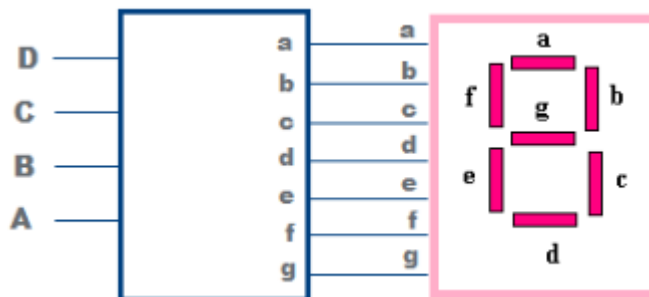
3.- como información se puede ver el diagrama interno del I. C.:



4.- se ve la distribución de los conectores (pines) del display:



5.- Se interconecta el integrado decodificador con el display:



6.- El circuito completo debe quedar algo así como:

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRACTICA 5.- USO DEL IC SUMADOR PARA SUMA / RESTA

OBJETIVOS:

- Armar un circuito digital con la posibilidad de suma o resta usando el circuito integrado digital comercial
- Ver los algoritmos de los sistemas numéricos
- Diseño de circuitos combinatoriales con lógica MSI.

MARCO TEÓRICO:

Los circuitos digitales sumadores realizan la suma aritmética de dos números enteros positivos, normalmente descritos en notación posicional binaria, aunque pueden desarrollarse sumadores para otros formatos de descripción numérica. Los sumadores son un elemento crítico en el desarrollo de circuitos aritméticos por lo que se han desarrollado numerosas estructuras que buscan la mejora de las prestaciones del circuito, balanceando entre su tamaño y su velocidad.

A	B	Co	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Las ecuaciones de salida de este ½ sumador son:

$$S = A \oplus B$$

$$Co = A B$$

Para operandos A y B de un bit ya se han desarrollado en otros temas el sumador completo (“full-adder”) con acarreo de entrada (Ci) y el semi-sumador (“half-adder”) sin acarreo de entrada. Los bits de salida serán la salida de suma S y el acarreo de salida (Co).

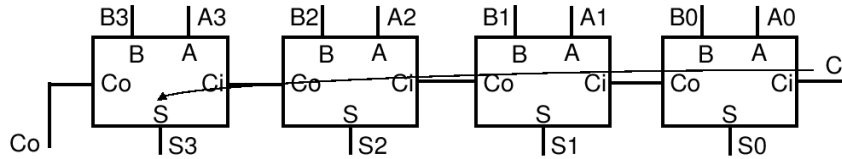
A	B	Ci	Co	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

$$S = A \oplus B \oplus Ci$$

$$Co = A B + A Ci + B Ci$$

Para sumadores de N bits un método natural de realizar la suma es situar sumadores completos en modo “ripple” o en serie, de forma que desde el bit menos significativo hacia el más significativo el acarreo de entrada del bit j esté conectado al acarreo de

salida del bit $j-1$. El primer bit se puede construir con un semisumador mientras que los demás bits requieren un sumador completo, en este caso se tiene un semisumador de N bits:

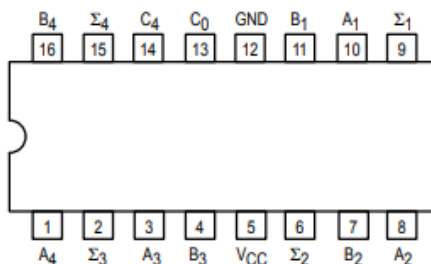


MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

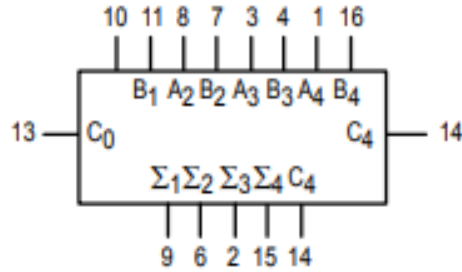
- 1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 8 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt
- 5 Resistencias de 330 Ω
- 2 Miniswich ó dipswitch
- 5 LEDs
- Pinzas de punta.
- Pinzas de corte
- 1 7483 Circuito integrado sumador completo de 4 bits
- 1 7486 Circuito integrado OR exclusivo de dos entradas
- 1 7404 Circuito integrado NOT
- 1 Fuente de alimentación CD de 5 volts
- 1 multímetro

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

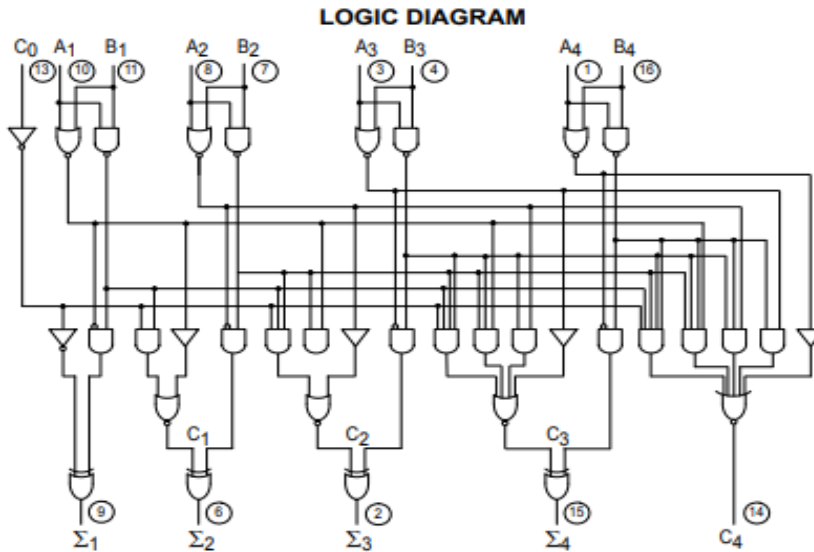
1.- El Circuito Integrado a utilizar es el TTL 74LS83, es un sumador binario de 4 Bit donde las sumas (Σ) se proporcionan para cada bit y el acarreo resultante (C_4) se obtiene a partir del cuarto bit.



2.- Se ve la distribución de circuitería del circuito integrado (7483):



3.- como información se puede ver el diagrama interno del I. C.7483



4.- La tabla de verdad del integrado es:

FUNCTIONAL TRUTH TABLE

C (n-1)	A _n	B _n	Σ _n	C _n
L	L	L	L	L
L	L	H	H	L
L	H	L	H	L
L	H	H	L	H
H	L	L	H	L
H	L	H	L	H
H	H	L	L	H
H	H	H	H	H

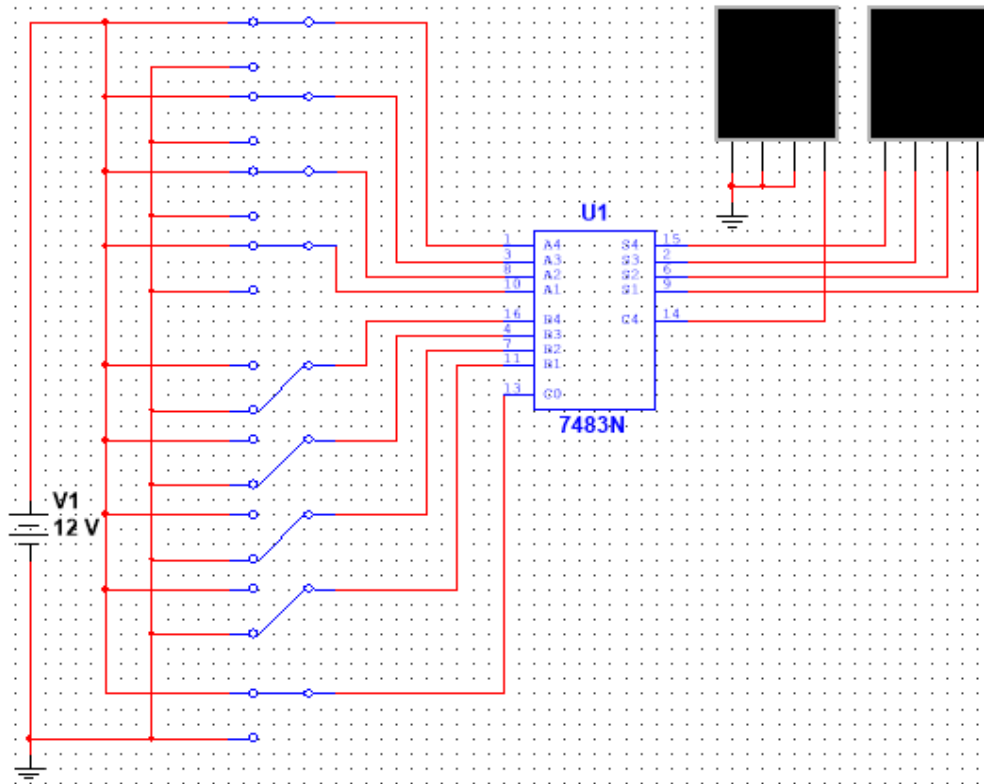
C₁ — C₃ are generated internally
 C₀ — is an external input
 C₄ — is an output generated internally

5.- Aquí se dan ejemplos para ver el funcionamiento:

	C ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Σ ₁	Σ ₂	Σ ₃	Σ ₄	C ₄
Logic Levels	L	L	H	L	H	H	L	L	H	H	H	L	L	H
Active HIGH	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1
Active LOW	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0

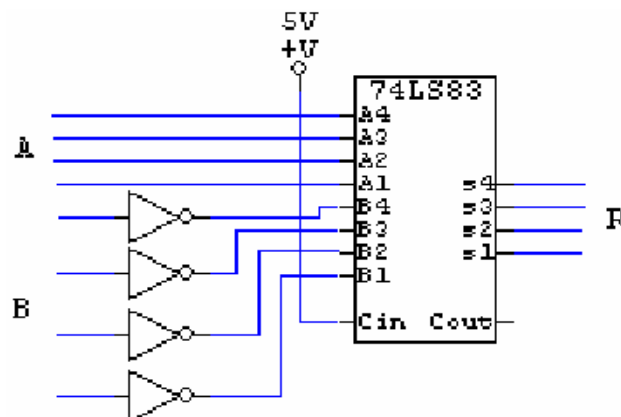
(10+9 = 19)
(carry+5+6 = 12)

6.- El circuito de conexión a lograr:

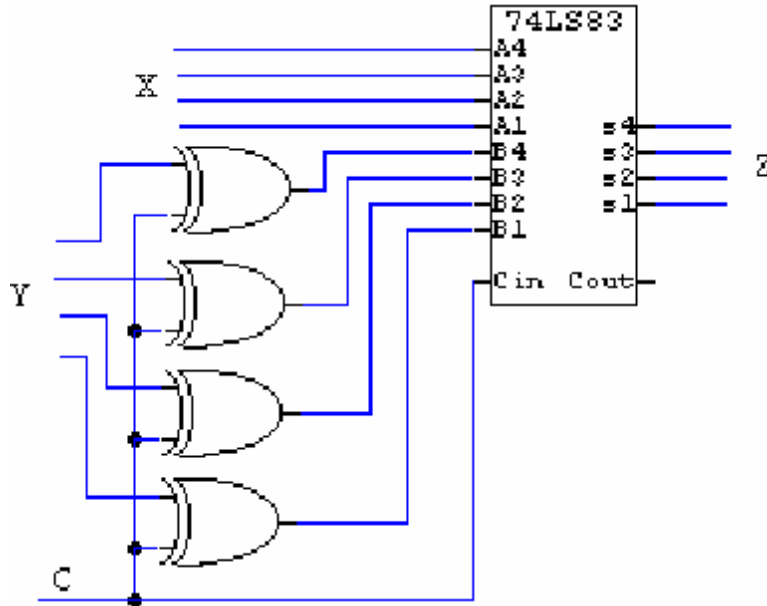


7.- Un restador se realiza con un sumador suponiendo los operandos en complemento-2. De la aplicación del c-a-2 se sabe que $(-B)$ se realiza como $(B) c,2$, que se puede formar complementando los bits de B y sumando 1 en el bit menos significativo.

Luego: $R = A - B = A + B + 1$, donde 1 se añade en el acarreo de entrada. En este caso, al estar A y B en 4 bits en c-a-2, el resultado de la resta R tiene tantos bits como las entradas, el acarreo de salida no se utiliza y existe la posibilidad de que se produzca "overflow". El circuito Restador de 4 bits usando el sumador 74LS83:



8.- Para un circuito sumador/restador se necesita una entrada de control C, que indique si se realiza la operación de suma o de resta. Para hacer la resta se requiere el armar el siguiente circuito:



9.- Realizar la interconexión y mostrar el diagrama completo:

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRACTICA 6.- USO DEL DECODIFICADOR DE 3 A 8 LINEAS

OBJETIVOS:

- Armar un circuito digital para selección de componentes o compuertas en base a un código,
- Se recomienda circuitos que exijan arreglos de decodificadores

MARCO TEÓRICO:

Un decodificador es un circuito que convierte la información (la dirección) de entrada A de N bits codificada en un código de tipo binario, en M líneas de salida O_i , donde M es el número de combinaciones del código de entrada. En códigos binarios para N bits de entrada el número de salidas es $M = 2^N$.

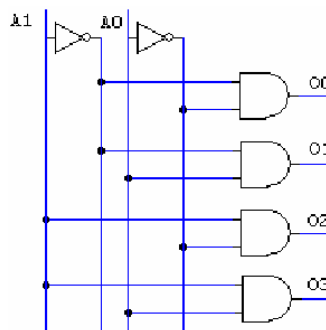
Para cada dato binario de entrada se fija una única salida O_i a 1, cuyo índice i corresponde al valor binario del dato de entrada.

Un demultiplexor es un circuito que pasa el valor lógico de una entrada I a una de sus M salidas O_i . Para determinar la salida a la que se envía la entrada I se usan N entradas de selección (o dirección) A_j . La codificación binaria resultante de las entradas A indica el índice i de la salida O_i a la que se envía la entrada I. Para N bits de dirección el número de salidas posibles donde enviar I es $M = 2^N$.

Los dos problemas lógicos son similares (aunque no idénticos) y en la práctica se usa un mismo circuito para realizar las dos funciones: decodificación de N a M y demultiplexado 1 de M.

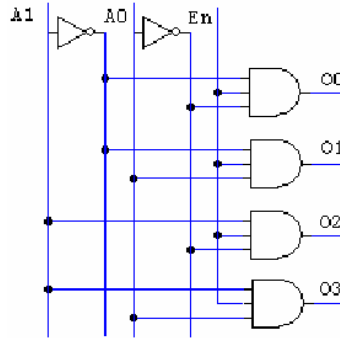
Un decodificador básico de 2 a 4 líneas sería:

A1	A0	O0	O1	O2	O3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1



Si además se quiere tener una línea habilitadora:

E	A1	A0	O0	O1	O2	O3
0	X	X	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1

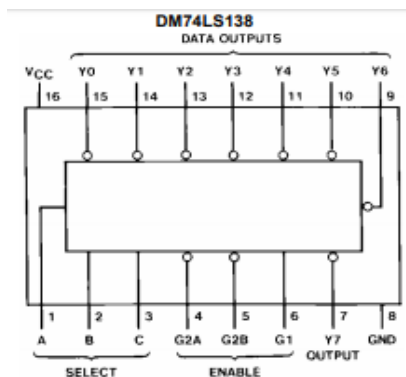


MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

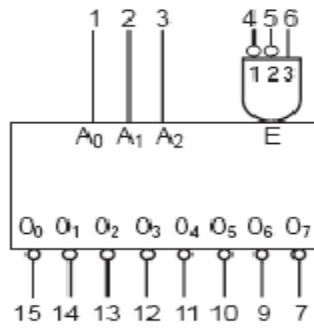
- 1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 3 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt
- 8 Resistencias de 330 Ω
- 1 Miniswich ó dipswitch
- 8 LEDs
- Pinzas de punta.
- Pinzas de corte
- 1 74138 Circuito integrado decodificador/demultiplexor de 3 a 8 bits
- 1 74139 Circuito integrado doble decodificador/demultiplexor de 2 a 4 bits
- 1 Fuente de alimentación CD de 5 volts
- 1 multímetro

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

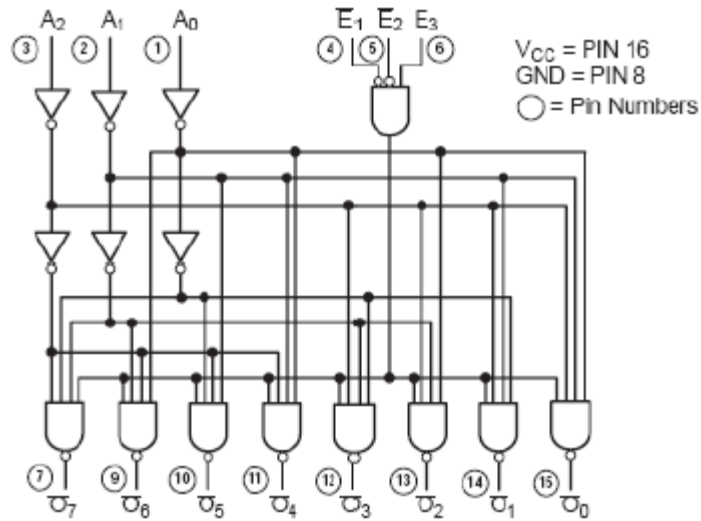
1.- El Circuito Integrado a utilizar es el TTL 74LS138, es un Decodificador/Demultiplexor de 3 a 8 bits, su diagrama es:



2.- Se ve la distribución de circuitería del circuito integrado (74138):



3.- como información se puede ver el diagrama interno del I. C.74138



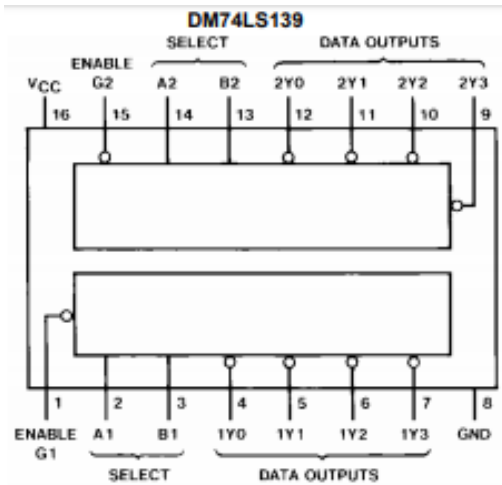
4.- La tabla de verdad del integrado es:

INPUTS						OUTPUTS							
E ₁	E ₂	E ₃	A ₀	A ₁	A ₂	O ₀	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	O ₆	O ₇
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	L	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

5.- Armar el circuito y ver el funcionamiento:

6.- Hacer el arreglo de decodificadores, suponiendo que no se tiene el decodificador de 3 a 8 bits, hacer el arreglo con 2 decodificadores de 2 a 4 bits:

El decodificadores de 2 a 4 bits es:



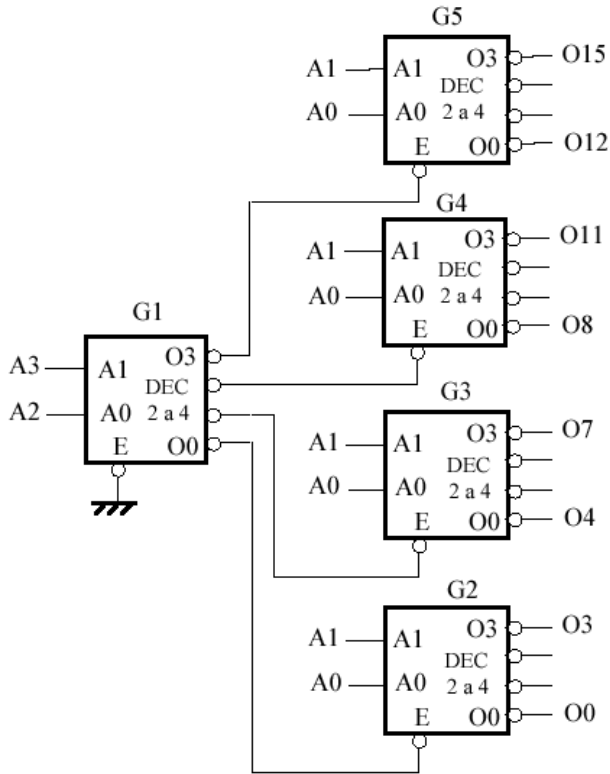
Y su tabla de verdad:

DM74LS139

Inputs			Outputs			
Enable	Select		Y0	Y1	Y2	Y3
G	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

El diagrama del circuito de 2 decodificadores de 2 a 4 bits, hacer el circuito equivalente al decodificador de 3 a 8:

7.- Incluso si se desea hacer un decodificador de 4 a 16 bits se puede hacer con el arreglo con decodificadores de 2 a 4 bits:



FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRACTICA 7.- USO DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS MULTIPLEXORES Y DEMULTIPLEXORES EN GENERACIÓN DE FUNCIONES.

OBJETIVOS:

- Demostrar la aplicación de los Multiplexores y los demultiplexores para generar funciones lógicas.

MARCO TEÓRICO:

Un multiplexor (mux) o también llamado selector de datos, es un circuito digital que selecciona una de entre varias entradas de datos y lleva su valor lógico a la única salida Z del circuito. La selección de los datos se realiza mediante una o varias entradas de control S_j . La codificación binaria resultante de las entradas S indica el índice de la entrada I que pasa a la salida.

- En circuitos digitales el número de entradas de datos es normalmente potencia de 2 (2-input MUX, 4-input MUX, 8-input MUX, etc) y el número de entradas de control debe generar las combinaciones suficientes para seleccionar todas las entradas:

1 entrada de control S_0 : 2 combinaciones => 2-input MUX.

2 entradas de control S_1S_0 : 4 combinaciones => 4-input MUX.

3 entradas de control $S_2S_1S_0$: 8 combinaciones => 8-input MUX.

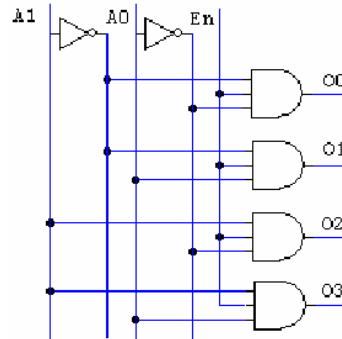
N entradas de control $S_{N-1} \dots S_1S_0$: 2^N combinaciones => 2^N -input MUX.

Al inverso del Multiplexor un demultiplexor es un circuito que pasa el valor lógico de una entrada I a una de sus M salidas O_i . Para determinar la salida a la que se envía la entrada I se usan N entradas de selección (o dirección) A_j . La codificación binaria resultante de las entradas A indica el índice i de la salida O_i a la que se envía la entrada I. Para N bits de dirección el número de salidas posibles donde enviar I es $M = 2^N$.

Como ya se mencionó en la práctica anterior del Decodificador se usa un mismo circuito para realizar las dos funciones: decodificación de N a M y demultiplexado 1 de M.

Un decodificador básico de 2 a 4 líneas con línea habilitadora seria:

E	A1	A0	O0	O1	O2	O3
0	X	X	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1



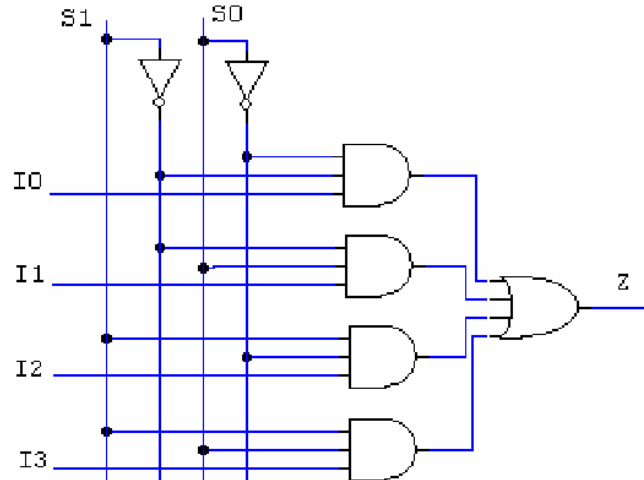
Donde se puede ver que para usarse como como Demultiplexor (Demux) la entrada de datos es la línea habilitadora e

Un multiplexor básico de 4 a 1 líneas con 2 líneas selectoras seria:

4-INPUT MUX

S1	S0	Z
0	0	I0
0	1	I1
1	0	I2
1	1	I3

$$Z = \overline{S1} \overline{S0} I0 + \overline{S1} S0 I1 + S1 \overline{S0} I2 + S1 S0 I3$$



MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

- 1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 4 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt
- 1 Resistencias de 330 Ω
- 1 Miniswich ó dipswitch
- 1 Display 7 segmentos
- Pinzas de punta.
- Pinzas de corte

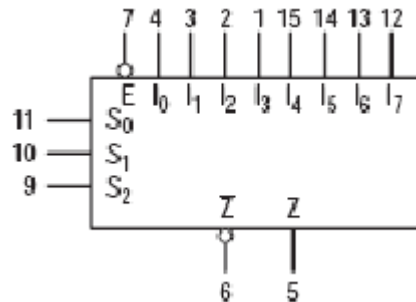
2 74151 Circuito integrado multiplexor de 8 entradas

1 Fuente de alimentación CD de 5 volts

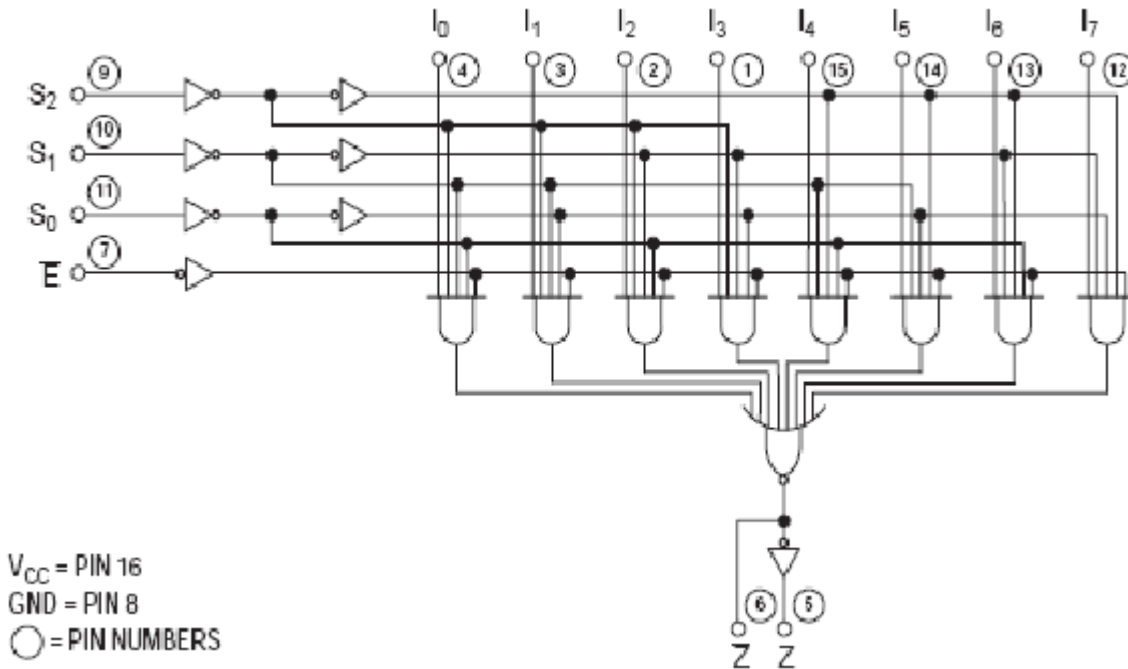
1 multímetro

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- El Circuito Integrado a utilizar es el 74151 Circuito integrado multiplexor de 8 entradas, su diagrama es:



2.- Se ve la distribución del diagrama interno del circuito integrado (74151):



3.- La función del 74LS151 es como una suma de minterminos, donde si en la entrada I se asigna 1 o 0 ese mintermino se considera o no, y es:

$$Z = E \cdot (I_0 \cdot \bar{S}_0 \cdot \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_2 + I_1 \cdot S_0 \cdot \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_2 + I_2 \cdot \bar{S}_0 \cdot S_1 \cdot \bar{S}_2 + I_3 \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot \bar{S}_2 + I_4 \cdot \bar{S}_0 \cdot \bar{S}_1 \cdot S_2 + I_5 \cdot S_0 \cdot \bar{S}_1 \cdot S_2 + I_6 \cdot \bar{S}_0 \cdot S_1 \cdot S_2 + I_7 \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot S_2)$$

4.- La tabla de verdad del integrado es:

E	S ₂	S ₁	S ₀	I ₀	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	Z	Z
H	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	L	L	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	L	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	H	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	H	L	X	X	L	X	X	X	X	X	H	L
L	L	H	L	X	X	H	X	X	X	X	X	L	H
L	L	H	H	X	X	X	L	X	X	X	X	H	L
L	L	H	H	X	X	X	H	X	X	X	X	L	H
L	H	L	L	X	X	X	X	L	X	X	X	H	L
L	H	L	L	X	X	X	X	H	X	X	X	L	H
L	H	L	H	X	X	X	X	X	L	X	X	H	L
L	H	L	H	X	X	X	X	X	H	X	X	L	H
L	H	H	L	X	X	X	X	X	X	L	X	H	L
L	H	H	L	X	X	X	X	X	X	H	X	L	H
L	H	H	H	X	X	X	X	X	X	X	L	H	L
L	H	H	H	X	X	X	X	X	X	X	H	L	H

Si lo queremos es simplificar la función del convertidor de BCD a 7 segmentos, como las entradas son 4 bits y se usa un mux por función, se necesitan 7 multiplexores pero de 16 entradas que viene a ser el 74150, pero como este integrado es difícil de conseguir se hace con 2 mux 74151.

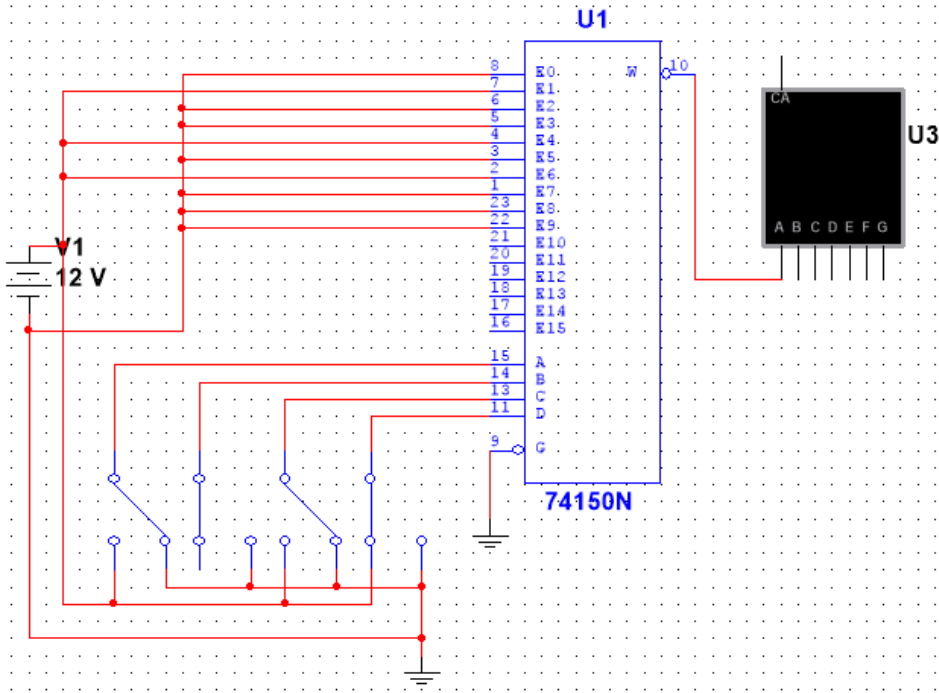
5.- Recordando la tabla de verdad del convertidor BCD a 7 segmentos (observe que está en lógica inversa):

ENTRADA DEL DECODIFICADOR				SALIDAS DEL DECODIFICADOR						
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0

6.- Se puede ver que cada segmento es una función, ahora armar el circuito para cada función y ver el funcionamiento, así para el segmento a:

$$a = \sum \text{min. (1, 4, 6)}$$

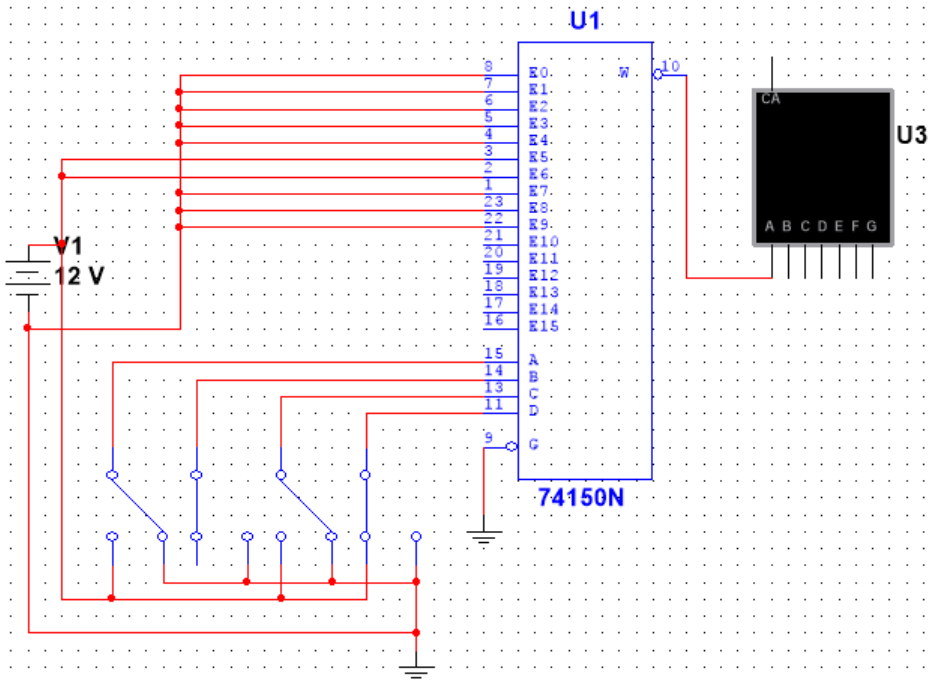
el circuito de la función a es:



7.- Para el segmento b la función es definida por la suma de miniterminos:

$$b = \sum \text{min. (5, 6)}$$

Ahora armar el circuito para esta función:



8.- Ídem para el segmento c

9.- Ídem para el segmento d

10.- Ídem para el segmento e

11.- Ídem para el segmento f

12.- Ídem para el segmento g

13.- Como no se encuentra el 74150, deberá usar un arreglo de 2 I.C. 74151:

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRACTICA 8.- USO DEL CIRCUITO INTEGRADO COMPARADOR DE MAGNITUD O DE LA ALU (UNIDAD ARITMÉTICO LÓGICA)

OBJETIVOS:

- Uso del Decodificador para generar un valor por medio de un teclado,
- Reconocer comparación de magnitudes

MARCO TEÓRICO:

Un circuito digital comparador realiza la comparación de dos palabras A y B de N bits tomadas como un número entero sin signo e indica si son iguales o si una es mayor que otra en tres salidas A = B, A > B y A < B. Bajo cualesquiera valores de A y B una y sólo una de las salidas estará a 1, permaneciendo las otras dos salidas a 0.

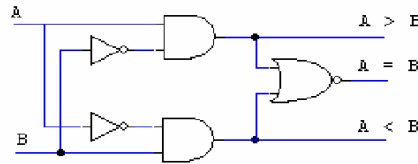
Para unos operandos A y B de un bit se puede desarrollar un comparador de la siguiente tabla:

A	B	A = B	A > B	A < B
0	0	1	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	1	0
1	1	1	0	0

$$(A = B) = \overline{A \oplus B} = \overline{A \overline{B} + \overline{A} B}$$

$$(A > B) = A \overline{B}$$

$$(A < B) = \overline{A} B$$



MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)

Alambre varios colores No.22 varios metros

16 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt

3 Resistencias de 330 Ω

2 Miniswich ó DIPswich

3 LEDs

Pinzas de punta.

Pinzas de corte

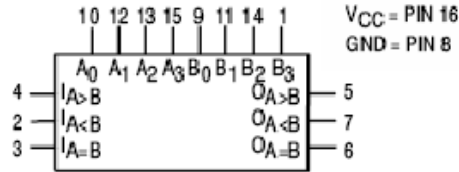
2 7485 Circuito integrado comparador de 4 bits, con entradas en cascada

1 Fuente de alimentación CD de 5 volts

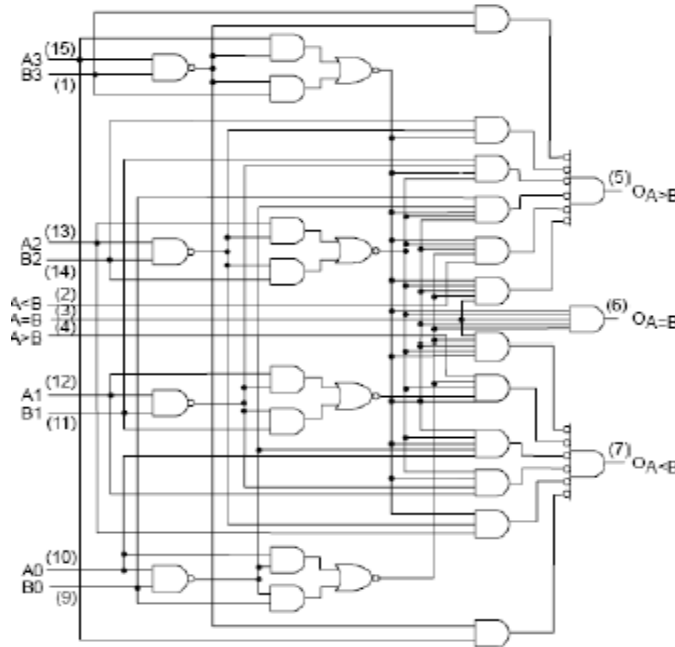
1 multímetro

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- El Circuito Integrado a utilizar es el 7485 Circuito integrado comparador de 4 bits, con entradas en cascada, su diagrama es:



2.- Se ve la distribución del diagrama interno del circuito integrado 7485:



3.- La tabla de verdad es:

COMPARING INPUTS				CASCADING INPUTS			OUTPUTS		
A ₃ ,B ₃	A ₂ ,B ₂	A ₁ ,B ₁	A ₀ ,B ₀	I _{A>B}	I _{A<B}	I _{A=B}	O _{A>B}	O _{A<B}	O _{A=B}
A ₃ >B ₃	X	X	X	X	X	X	H	L	L
A ₃ <B ₃	X	X	X	X	X	X	L	H	L
A ₃ =B ₃	A ₂ >B ₂	X	X	X	X	X	H	L	L
A ₃ =B ₃	A ₂ =B ₂	X	X	X	X	X	L	H	L
A ₃ =B ₃	A ₂ =B ₂	A ₁ >B ₁	X	X	X	X	H	L	L
A ₃ =B ₃	A ₂ =B ₂	A ₁ <B ₁	X	X	X	X	L	H	L
A ₃ =B ₃	A ₂ =B ₂	A ₁ =B ₁	A ₀ >B ₀	X	X	X	H	L	L
A ₃ =B ₃	A ₂ =B ₂	A ₁ =B ₁	A ₀ <B ₀	X	X	X	L	H	L
A ₃ =B ₃	A ₂ =B ₂	A ₁ =B ₁	A ₀ =B ₀	H	L	L	H	L	L
A ₃ =B ₃	A ₂ =B ₂	A ₁ =B ₁	A ₀ =B ₀	L	H	L	L	H	L
A ₃ =B ₃	A ₂ =B ₂	A ₁ =B ₁	A ₀ =B ₀	X	X	H	L	L	H
A ₃ =B ₃	A ₂ =B ₂	A ₁ =B ₁	A ₀ =B ₀	H	H	L	L	L	L
A ₃ =B ₃	A ₂ =B ₂	A ₁ =B ₁	A ₀ =B ₀	L	L	L	H	H	L

Como se puede ver en la tabla de verdad del circuito 74'85. Comparador de 4 bits, además de las entradas y salidas habituales se tiene 3 entradas de expansión $I_{A>B}$, $I_{A<B}$, $I_{A=B}$ Cuando A y B son iguales se estudian las entradas de expansión (menos significativas) para generar el resultado final.

Durante la operación normal $I_{A=B}$ debe estar a H, e $I_{A>B}$ y $I_{A<B}$ a L, pero también se pueden utilizar para comparar un quinto bit.

4.- hacer un arreglo de 2 Circuito integrado comparador de 4 bits (7485), para lograr una comparación de 2 números de 8 bits cada uno:

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRÁCTICA 9.- USO DEL CIRCUITO INTEGRADO 555, PARA GENERAR LA SEÑAL DE RELOJ PARA UN CIRCUITO SECUENCIAL.

OBJETIVOS:

- Diseñar un circuito generador de señales de onda cuadrada para usarse como valor relativo de tiempo

MARCO TEÓRICO:

Hasta ahora se han estudiado circuitos combinacionales, en los que las salidas son función instantánea del valor de las entradas. Con estos circuitos no es posible plantear ciertas aplicaciones, por ejemplo un contador: un circuito en el que sus salidas siguen una secuencia fija que cuando acaba vuelve a empezar.

Los circuitos combinacionales no sirven para resolver este tipo de problemas. Se necesitan circuitos con “memoria” capaces de recordar o almacenar datos lógicos. Esta memoria se consigue mediante realimentaciones en los circuitos digitales y, normalmente, mediante el uso de unos elementos lógicos específicos de almacenamiento: los flip-flops.

Estos circuitos se llaman secuenciales, ya que su funcionamiento depende de la secuencia de entrada y para su operación necesitan una señal de reloj que da secuencia a los pasos del circuito.

El timer 555 es un circuito integrado, con el podemos realizar varias funciones, pero la más importante es generar un tren de pulsos de una frecuencia determinada.

El circuito interno del integrado LM555 está formado por un Flip Flop, una etapa de salida para controlar la corriente, transistores y dos comparadores de tensión, a estas configuraciones internas se le suma la red externa que dependiendo de el valor de sus componente obtenemos resultados diferentes.

MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)

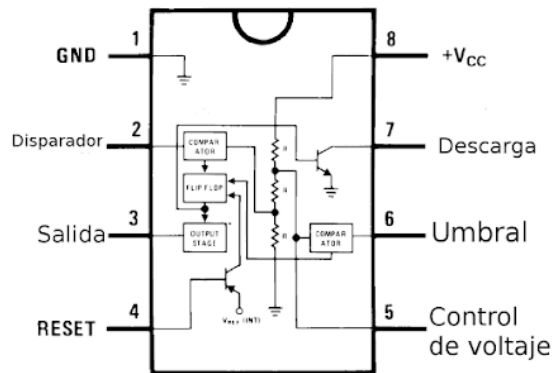
Alambre varios colores No.22 varios metros

1 Resistencias de 330 Ω

- 1 LEDs
- Pinzas de punta.
- Pinzas de corte
- 1 LM555 Circuito integrado timer
- 1 Resistencias de 1 K Ω
- 1 Potenciómetro de 100 K Ω
- 1 Capacitor de 10 μ f
- 1 Capacitor de 100 nf
- 1 Fuente de alimentación CD de 5 volts
- 1 multímetro
- 1 Osciloscopio

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- El Circuito Integrado a utilizar es el LM555, su diagrama es:

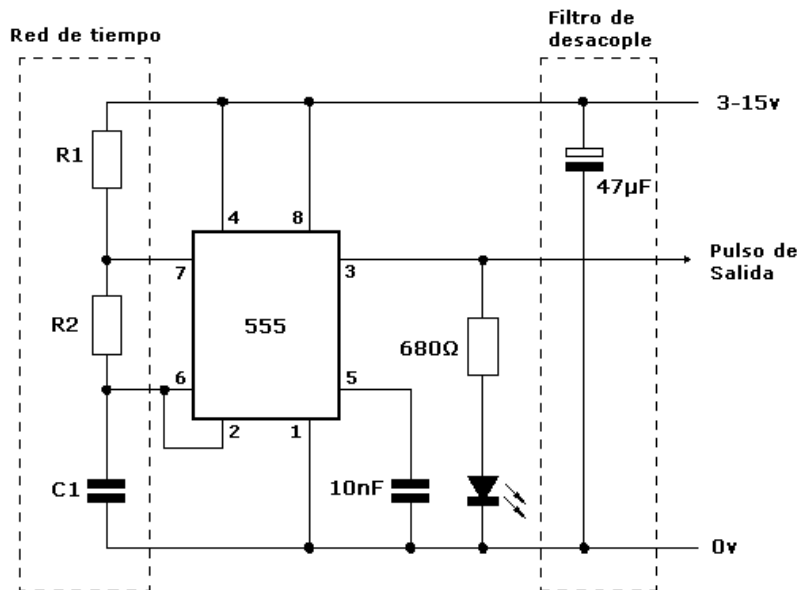


Y funcionamiento de cada uno de sus pines

- **Pin 1 (Gnd):** Es la referencia a tierra del circuito.
- **Pin 2 (Disparador o trigger):** Es la señal de entrada del comparador
- **Pin 3 (Salida):** Es por donde se obtiene la señal de salida esperada (el tren de pulsos)
- **Pin 4 (Reset):** Es el pin de reset, se controla mediante lógica negativa, es decir si quiero volver a iniciar el proceso debo enviar un cero a este pin, desde mi experiencia recomiendo conectar directamente este pin a VCC de esta manera evitamos que la salida se ponga a cero sin deseirlo.

- **Pin 5 (Control de voltaje):** Este pin esta para producir la modulación por ancho de pulsos mediante la descarga del capacitador externo.
- **Pin 6 (Umbral):** Es la entrada de otro comparador, se compara a 2/3 de VCC contra la amplitud de la señal de disparo.
- **Pin 7 (Descarga):** Se descarga cuando el transistor se encuentra en saturación, se conecta a el divisor resistivo de la red de tiempo externa.

2.- Las 2 aplicaciones del Timer 555 son: Monoestable y Astable. Haga el circuito con conexión básica para comportamiento astable (generador de tren de pulsos). Utilizando esta simple configuración podemos generar una señal cuadrada a la salida de la frecuencia que nosotros determinemos, la frecuencia y el ancho de los estados altos y bajos dependerá de la Red de tiempo, básicamente de los valores de los capacitares y resistencias que le pongamos.



Para controlar el ancho de cada estado del tren de pulsos debemos aplicar las siguientes formulas

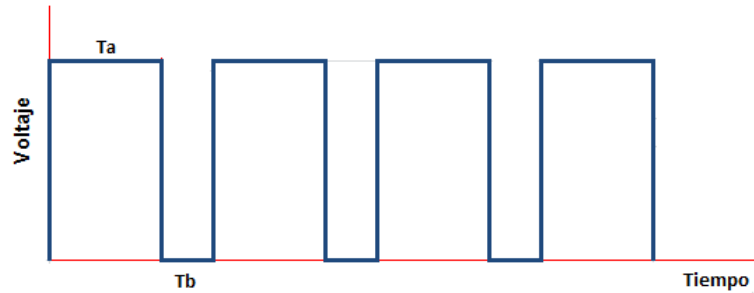
$$T_a = 0.693 \cdot (R_1 + R_2) \cdot C_1$$

$$T_b = 0.693 \cdot (R_2 \cdot C_1)$$

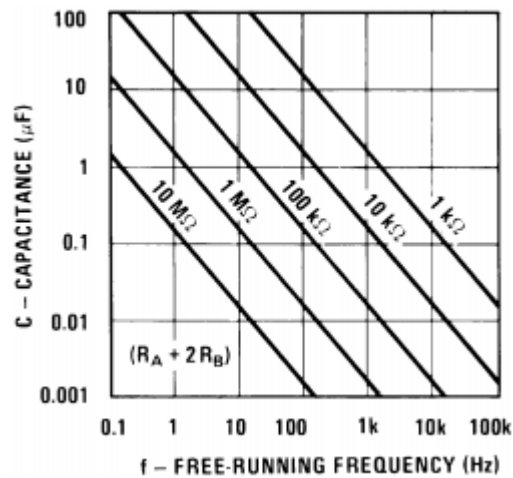
Ta representa el tiempo en estado alto (H) y Tb representa el tiempo en estado bajo (L), modificando los valores R1 R2 y C1 podemos diseñar la señal a nuestro gusto, el

periodo de la señal va a ser la suma del tiempo en alto mas el tiempo en bajo, y como ya sabemos la frecuencia es la inversa del periodo.

La siguiente imagen muestra lo que veríamos en un osciloscopio, queda claro que podemos regular a nuestro gusto los tiempos de T_a y T_b modificando los valores de los elementos pasivos del circuito.

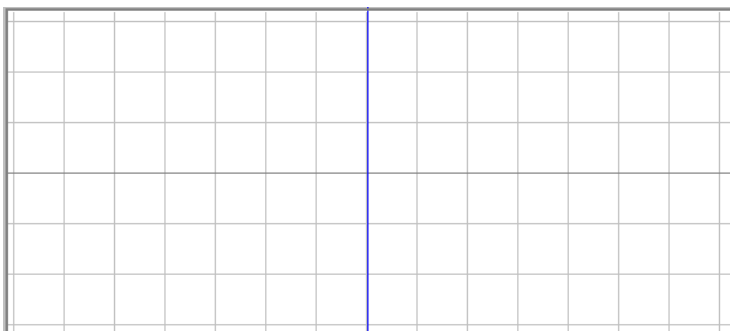


A la hora de escoger los valores de C_1 , R_1 y R_2 , tenga presente la tabla:

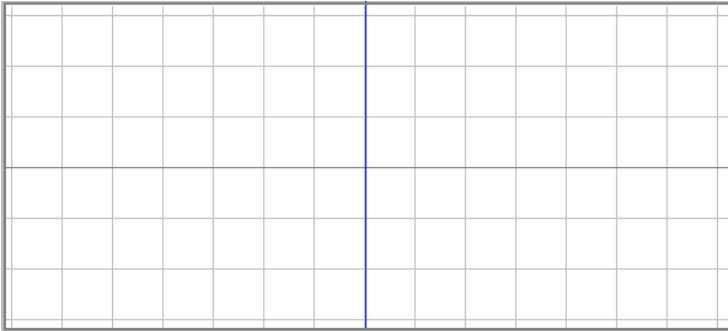


3.- Con el uso recomendado de $C = 10\ \mu\text{F}$, $R_1 = 1\text{K}\Omega$, y $R_2 = 100\text{ K}\Omega$, grafique la señal obtenida en el osciloscopio a media escala de R_2 , con el valor mínimo y máximo:

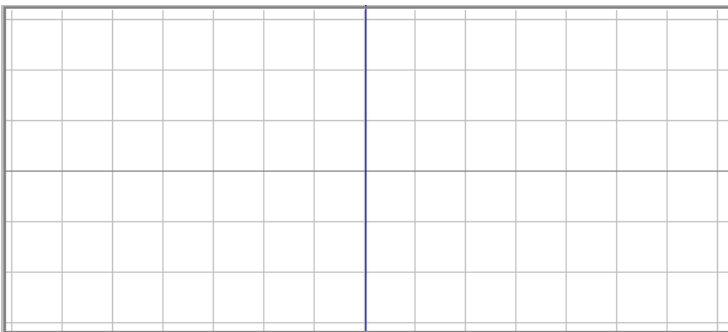
4.- Con R_2 mínimo:



5.- Con R2 medio:



6.- Con R2 máximo:



FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRACTICA 10.- USO DEL CIRCUITO INTEGRADO CONTADOR BINARIO.

OBJETIVOS:

- Diseñar un circuito de comando para mandar un sistema hacia arriba o hacia abajo en base al valor generado por un contador y a la comparación que indica si es igual, menor o mayor al valor solicitado.

MARCO TEÓRICO:

El contador es un circuito específico de circuito secuencial, pudiendo ser sincrónico o asincrónico. Los contadores pueden ser binarios o BCD o cualquier otra secuencia de estados, Los pulsos de entrada, llamados pulsos de cuenta, pueden ser pulsos de reloj o ellos pueden originarse en una fuente externa y pueden ocurrir en intervalos establecidos de tiempo o aleatoriamente por un proceso o de la señal de un sensor. Los contadores se encuentran en la mayoría de los equipos que contienen lógica digital. Ellos se usan para contar el número de ocurrencias de un evento y se usan para generar secuencias de tiempo para controlar las operaciones de un sistema digital.

De las diferentes secuencias que un contador debe seguir, la secuencia binaria directa es la más simple y la más directa. Un contador que sigue la secuencia binaria se llama contador binario. Un contador de n bits consiste en n flip-flops y puede contar en binario de 0 hasta $2^n - 1$.

Debido al gran número de aplicaciones que tienen los contadores, existe una gran variedad de los mismos fabricados en forma de circuitos integrados.

MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

- 1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 4 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt
- 3 Resistencias de 330 Ω
- 1 Miniswich ó DIPswich

3 LEDs

Pinzas de punta.

Pinzas de corte

2 7485 Circuito integrado comparador de 4 bits, con entradas en cascada

2 7485 Circuito integrado comparador de 4 bits, con entradas en cascada

1 Fuente de alimentación CD de 5 volts

1 multímetro

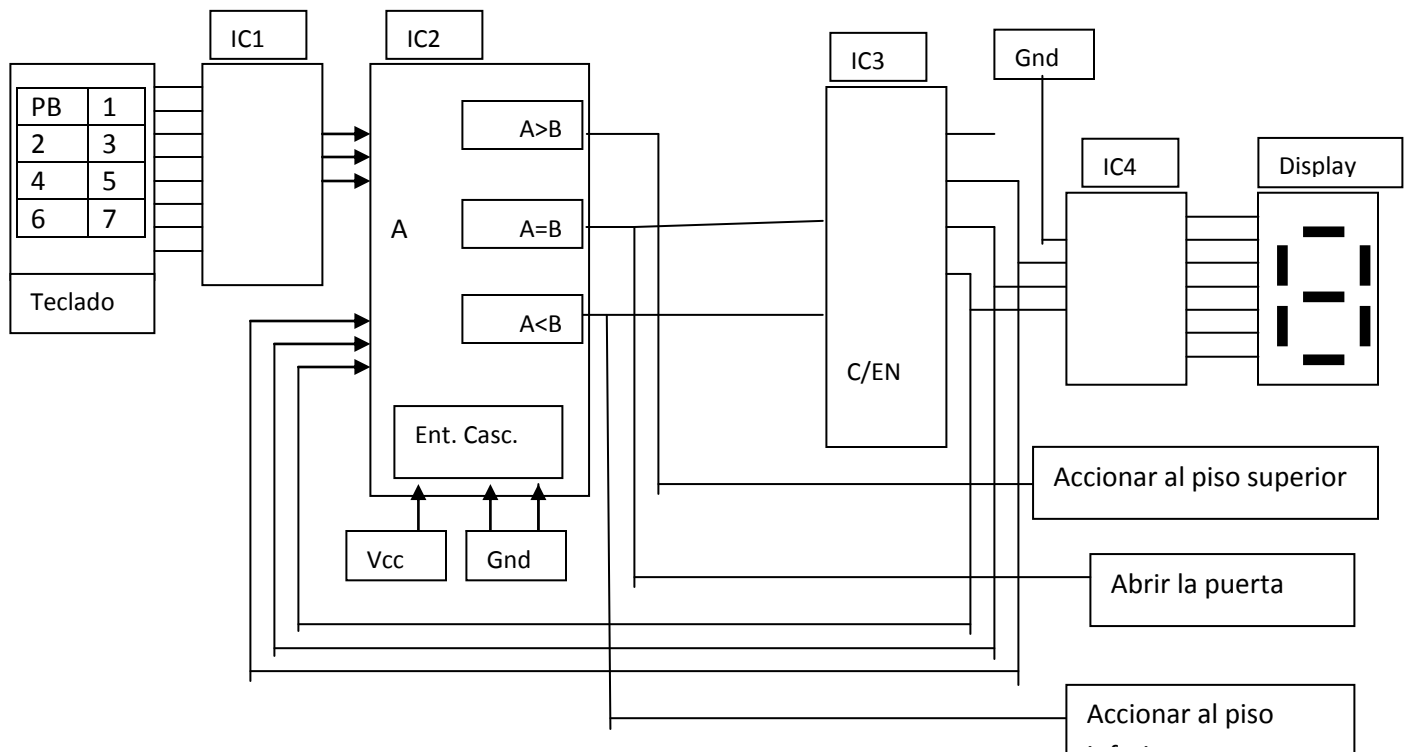
1 Circuito de reloj diseñado en la practica 9, o un generador de pulsos.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- Investigar los circuitos contadores:

74160, 74161, 74162, 74163, 74168, 74169, 74190, 74191, 74192, 74193, 74196, 74197, etc.

2.- El Circuito Integrado contador a utilizar es el 74191 o el 74193 en conjunto con un Circuito integrado comparador 7485, en el control de un elevador para un edificio de 8 pisos (planta baja y 7 pisos mas)



*La parte a diseñar en esta práctica es lo que corresponde al IC1 e IC2

3.- Si se tiene el 74191, ¿sería lo mismo sustituirlo por el 74190?, o ¿el 74193 por el 74192?, porque?

4.- Dibuje el diagrama del circuito resultante:

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRACTICA 11.- VERIFICAR LA TABLA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE FLIP FLOPS (R-S, T, D, J-K)

OBJETIVOS:

- Comprobar las tablas funcionales o de verdad de los Flip-Flops,
- Diferenciar entre circuitos de funciones combinacionales y secuenciales.

MARCO TEÓRICO:

En la lógica combinacional los circuitos producen una respuesta instantánea, es decir, las salidas se pueden calcular a partir de la combinación de los valores de las entradas en el mismo instante. La lógica combinacional no sirve para construir circuitos que con capacidad de memoria, es decir, funciones lógicas cuya salida en el instante presente depende de entradas en el pasado. Es entonces, cuando los circuitos secuenciales aparecen y cobran relevancia conceptos que no eran tan trascendentes para los circuitos combinacionales, algunos de estos conceptos son: instante presente, instante siguiente, estado, retroalimentación, tiempo de propagación, sincronización, memoria, secuencia, conteo, etc. Obsérvese que el principal concepto involucrado en todos los anteriores es el tiempo.

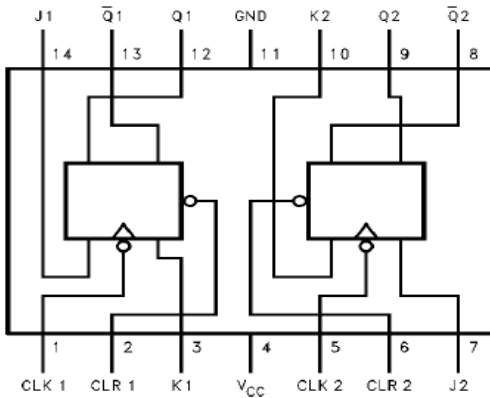
MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

- 1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 2 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt
- 3 Resistencias de 330 Ω
- 1 Miniswich ó DIPswich
- 3 LEDs
- Pinzas de punta.
- Pinzas de corte
- 1 7473 Circuito integrado dual de Flip-Flop tipo JK
- 1 7474 Circuito integrado dual de Flip-Flop tipo D
- 1 74373 Circuito octal Latch tipo D con salida de 3er estado.

- 1 74374 Circuito octal Flip-Flop tipo D con salida de 3er estado.
- 1 Fuente de alimentación CD de 5 volts
- 1 multímetro
- 1 Circuito de reloj diseñado en la practica 9, o un generador de pulsos.

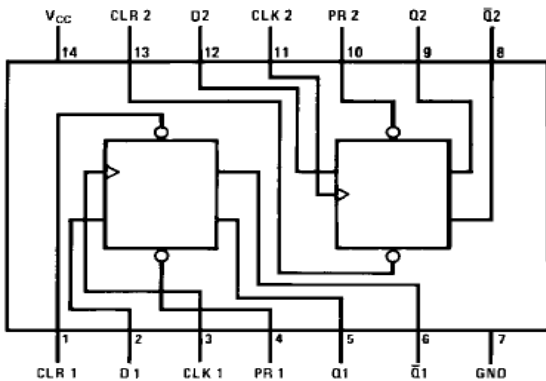
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- Con el diagrama de conexión del 7473, y la tabla de funcionamiento arme el circuito y pruebe su operación:



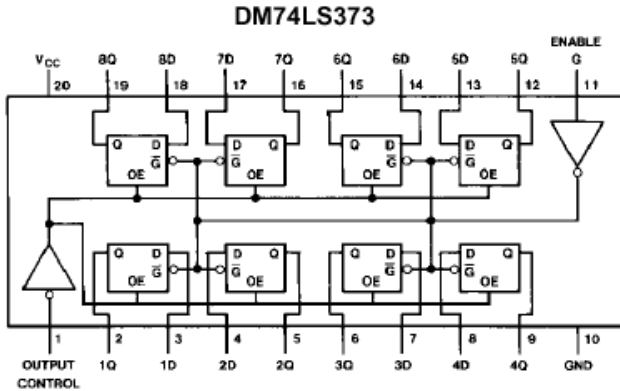
Inputs				Outputs	
CLR	CLK	J	K	Q	\bar{Q}
L	X	X	X	L	H
H	⌋	L	L	Q_0	\bar{Q}_0
H	⌋	H	L	H	L
H	⌋	L	H	L	H
H	⌋	H	H	Toggle	

2.- Con el diagrama de conexión del 7474, y la tabla de funcionamiento arme el circuito y pruebe su operación:



Inputs				Outputs	
PR	CLR	CLK	D	Q	\bar{Q}
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H (Note 1)	H (Note 1)
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q_0	\bar{Q}_0

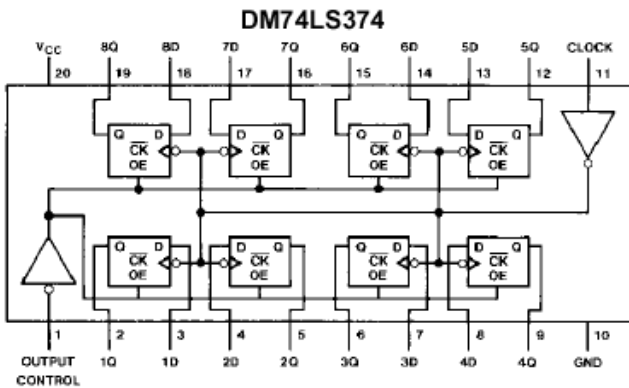
3.- Con el diagrama de conexión del 74373, y la tabla de funcionamiento arme el circuito y pruebe su operación:



DM74LS373

Output Control	Enable G	D	Output
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q ₀
H	X	X	Z

4.- Con el diagrama de conexión del 74374, y la tabla de funcionamiento arme el circuito y pruebe su operación:



DM74LS374

Output Control	Clock	D	Output
L	↑	H	H
L	↑	L	L
L	L	X	Q ₀
H	X	X	Z

5.- Ahora conteste las preguntas siguientes:

Que significan las entradas:

Clear

Preset

Enable

Clock

Las entradas Clear y Preset ¿son síncronas o asíncronas?

¿Cómo se indica que la señal de reloj se active en el flanco de bajada o de subida?

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRÁCTICA 12.- REGISTROS UNIVERSALES

OBJETIVOS:

- Entender y verificar Registros Serie,
- Entender y verificar Registros paralelo,
- Entender y verificar Registros Universales,
- Entender y verificar Circuitos Latch.
- Entender y verificar salidas de 3er estado.

MARCO TEÓRICO:

Un registro es un elemento lógico que carga y almacena datos. En función del número N de bits almacenados se define un registro de N bits. Una forma intuitiva de construir estos elementos es con flip-flops de tipo D disparado por flanco o tipo cerrojo. Los registros son un elemento básico de un sistema digital.

Los registros de desplazamiento son registros en los que los elementos internos están conectados de forma que se puedan desplazar datos de uno a otro. Las conexiones se realizan entre la salida de un flip-flop con la entrada del siguiente flip-flop, entre elementos consecutivos del registro. Se pueden construir registros que permitan desplazamientos a la derecha, a la izquierda o en ambos sentidos (seleccionando un sentido) dentro del registro.

Al establecer las operaciones de desplazamiento los datos en las entradas y salidas se pueden utilizar en paralelo o en serie. Así un registro convencional se convierte en un registro universal si permite entradas y salidas de datos en paralelo, y además es un registro serial los datos se pueden recorrer a la derecha o a la izquierda, inclusive trabajar de modo de registros mixtos con entrada serie y salida paralelo o entrada paralelo y salida serie.

MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

- 1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 8 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt

4 Resistencias de 330 Ω

1 Miniswich ó DIPswitch

4 LEDs

Pinzas de punta.

Pinzas de corte

1 74194 Circuito integrado registro universal de 4 bits

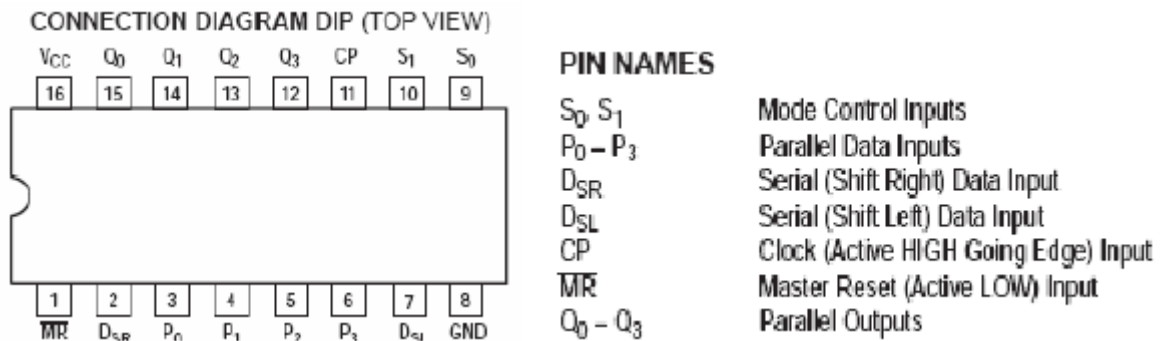
1 Fuente de alimentación CD de 5 volts

1 multímetro

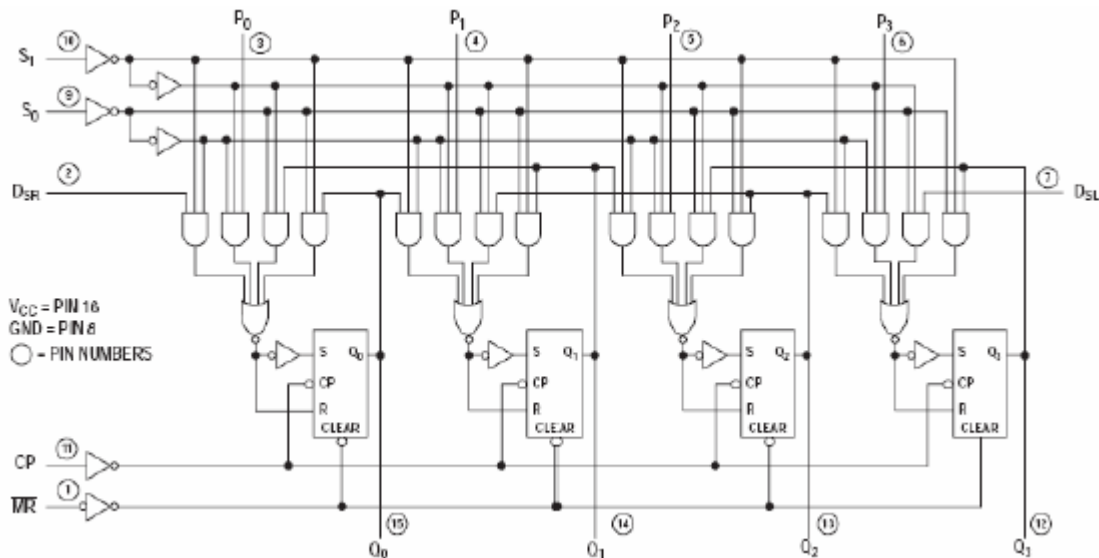
1 Circuito de reloj diseñado en la practica 9, o un generador de pulsos.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- El Circuito Integrado a utilizar es el 74194 Circuito integrado registro universal de 4 bits, su diagrama es:



2.- Se ve la distribución del diagrama interno del circuito integrado 74194:

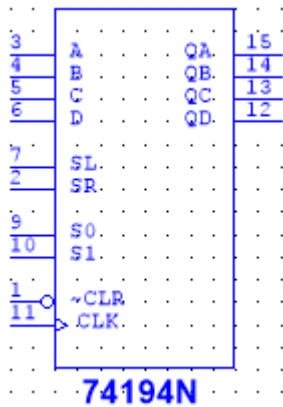


3.- La tabla de verdad es:

MODE SELECT — TRUTH TABLE

OPERATING MODE	INPUTS						OUTPUTS			
	MR	S ₁	S ₀	D _{SR}	D _{SL}	P _n	Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃
Reset	L	X	X	X	X	X	L	L	L	L
Hold	H	l	l	X	X	X	q ₀	q ₁	q ₂	q ₃
Shift Left	H	h	l	X	l	X	q ₁	q ₂	q ₃	L
	H	h	l	X	h	X	q ₁	q ₂	q ₃	H
Shift Right	H	l	h	l	X	X	L	q ₀	q ₁	q ₂
	H	l	h	h	X	X	H	q ₀	q ₁	q ₂
Parallel Load	H	h	h	X	X	P _n	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃

4.- Haga las conexiones a las entradas, verificando las salidas (LEDs)



5.- Conteste las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se realiza el corrimiento de Registros Serie a la izquierda?
- ¿Cómo se realiza el corrimiento de Registros Serie a la derecha?
- ¿Cómo se realiza la función de Registros paralelo?
- ¿Cómo se realiza la función de salidas de 3er estado?

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRACTICA 13.- DISEÑO DE UN CONTADOR BINARIO CON FLIP-FLOPS TIPO JK

OBJETIVOS:

- Diseño de un contador binario con Flip-Flops y comparar con el IC contador binario

MARCO TEÓRICO:

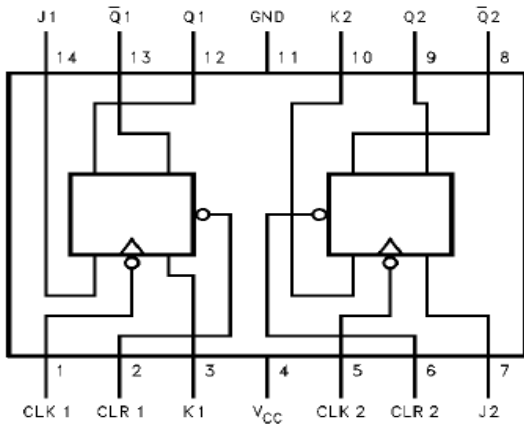
Como se dijo en la practica 10 el contador es un circuito específico de circuito secuencial, pudiendo ser síncrono o asíncrono. Los contadores pueden ser binarios o BCD o cualquier otra secuencia de estados, Los pulsos de entrada, llamados pulsos de cuenta, pueden ser pulsos de reloj o ellos pueden originarse en una fuente externa y pueden ocurrir en intervalos establecidos de tiempo o aleatoriamente por un proceso o de la señal de un sensor. Un contador de n bits consiste en n flip-flops y puede contar en binario de 0 hasta 2^n-1 . De acuerdo a la forma de ser activado puede ser síncrono o asíncrono y puede ser diseñado con diferentes tipos de Flip-Flops.

MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

- 1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 4 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt
- 4 Resistencias de 330 Ω
- 1 Miniswich ó DIPswich
- 4 LEDs
- Pinzas de punta.
- Pinzas de corte
- 2 7473 Circuito integrado dual de Flip-Flop tipo JK
- 1 Fuente de alimentación CD de 5 volts
- 1 multímetro
- 1 Circuito de reloj diseñado en la practica 9, o un generador de pulsos.

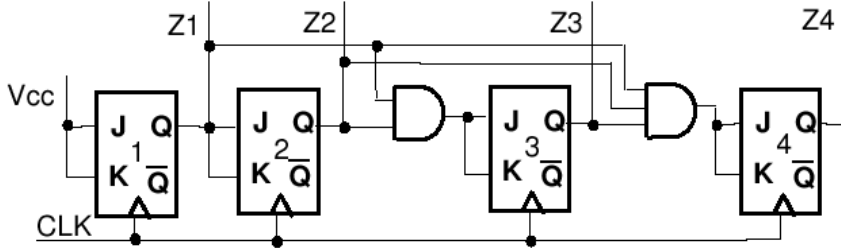
DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- El diagrama de conexión del 7473, y la tabla de funcionamiento arme el circuito se requieren para diseñar este circuito, el chip tiene 2 Flip-Flips en cada encapsulado:



Inputs				Outputs	
CLR	CLK	J	K	Q	\bar{Q}
L	X	X	X	L	H
H	\square	L	L	Q_0	\bar{Q}_0
H	\square	H	L	H	L
H	\square	L	H	L	H
H	\square	H	H	Toggle	

2.- Para hacer un circuito contador síncrono se realiza siguiendo el proceso de análisis de un circuito secuencial síncrono. El siguiente circuito realiza una cuenta binaria ascendente de 4 bits (de 0 a 15 y vuelta a 0).



$$\begin{aligned}
 J1 &= K1 = 1 \\
 J2 &= K2 = Z1 \\
 J3 &= K3 = Z2 Z1 \\
 J4 &= K4 = Z3 Z2 Z1
 \end{aligned}$$

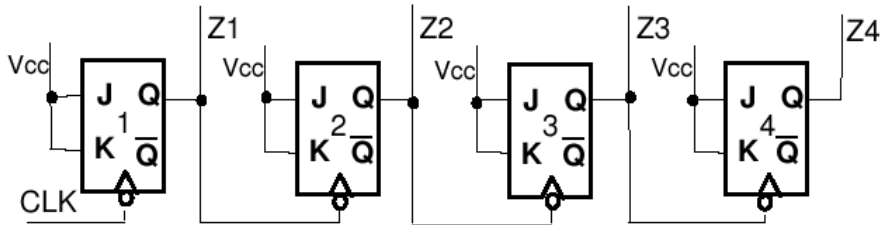
Se puede ver la tabla de funcionamiento del circuito:

Z4	Z3	Z2	Z1	J4	K4	J3	K3	J2	K2	J1	K1	Z4+	Z3+	Z2+	Z1+
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0

Al ser $J_i = K_i$ el flip-flop J-K opera como un flip-flop T. Así todo:

J_i	K_i	Z_i+
0	0	Z_i
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Z}_i

3.- La siguiente estructura asíncrona del circuito contador utiliza las salidas de algunos flip-flops como entradas de reloj de otros flip-flops, de forma que un flip-flop mantiene un dato hasta que la salida del anterior haga el flanco adecuado. El siguiente circuito es un contador binario ascendente de 4 bits por división de frecuencia:



El flip-flop 2 sólo se activará (y cambiará de valor ya que $J = K = 1$) cuando haya un flanco negativo en Z1, igual que el flip-flop 3 con Z2 y el 4 con Z3. Si el reloj no se activa el valor de las entradas del flip-flop es indiferente.

El problema de estas estructuras es que el tiempo de propagación del contador es mayor que en los circuitos síncronos, ya que en esta estructura en el peor caso el reloj se propaga desde el primer flip-flop hasta el último ($T_p(\text{contador}) = N T_p(\text{ff})$), mientras que en los circuitos síncronos todos los flip-flops cambian en paralelo.

3.- Hacer el diseño de un circuito contador síncrono binario de 4 bits, con una entrada X, dependiendo de si $X=0$ contara en forma ascendente (de 0 a 15) y si $X=1$ contara en forma descendente (de 15 a 0) en forma circular.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRACTICA 14.- DISEÑO DE UN CIRCUITO CONTADOR DE TIEMPO

OBJETIVOS:

- Uso de contadores década (BCD), en cascada
- Uso de las líneas de acarreo y decrementar de los IC contadores

MARCO TEÓRICO:

El dispositivo 74LS192 es un contador de décadas Up/Dw en BCD (8421) y es el equivalente del SN74LS193 que es un contador binario de 4 bits Up/Dw. Utiliza entradas separadas de reloj, contador adelante y contador atrás, en el modo de conteo, los circuitos funcionan de forma síncrona. El funcionamiento síncrono es proporcionado, por tener todos los registros flip-flops simultáneos, de modo que las salidas, cambian juntas según la lógica de control. Este modo de funcionamiento, elimina los picos de conteo de salida que, normalmente se asocian con los contadores asíncronos (ondulación de reloj).

El circuito integrado 74LS192, dispone de cuatro entradas de datos (Da - Dd) para cargar las salidas (Qa - Qd) a un determinado estado, aplicando los datos a dichas entradas. Se aplica el nivel bajo L a la patilla 11 de carga ('load'),

Este dispositivo contador tiene dos entradas de reloj; la de conteo ascendente (subida, patilla 5) y la de conteo descendente (bajada, patilla 4). La cuenta se produce durante la transición del nivel L a nivel H en cualquiera de estas dos entradas que cambiará el estado de la cuenta, según el nivel aplicado en estas entradas Eu (5) y Ed (4).

La entrada Clear permite situar las salidas del contador, en el estado 0, cuando se le aplica el nivel H. Esta entrada es igualmente independiente del nivel aplicado en las entradas de carga o de las de conteo, bien ascendente o descendente.

La salida acreedora (descuento o 'Borrow', patilla13) producirá un impulso de longitud similar al de conteo, cuando el contador alcance el estado 0 y pase a 9. En cambio la salida acarreo ('Carry', patilla 12) producirá un impulso de longitud similar al de conteo, cuando el contador alcance el estado máximo 9 y salte a 0, en el caso del CI 74LS193, por ser binario, lo hará cuando la salida pase de 1111 (F) a 0.

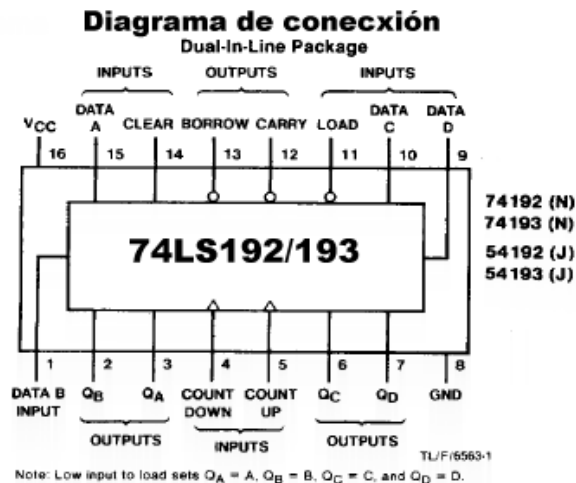
los circuitos integrados 74LS192/LS193 están concebidos para minimizar la lógica adicional entre etapas, cuando estos trabajan en cascada.

MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

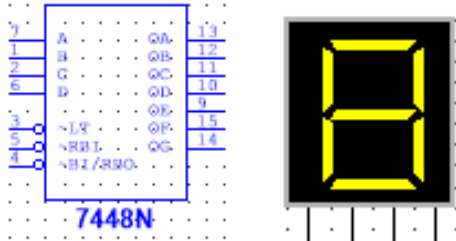
- 1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)
- Alambre varios colores No.22 varios metros
- 4 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt
- 4 Resistencias de 330 Ω
- 1 Miniswich ó DIPswich
- 4 LEDs
- Pinzas de punta.
- Pinzas de corte
- 2 74192 Circuito integrado contador BCD
- 2 7448 Circuito integrado decodificador de BCD a 7 segmentos
- 2 Display de 7 segmentos
- 1 Fuente de alimentación CD de 5 volts
- 1 multímetro
- 1 Circuito de reloj diseñado en la practica 9, o un generador de pulsos.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

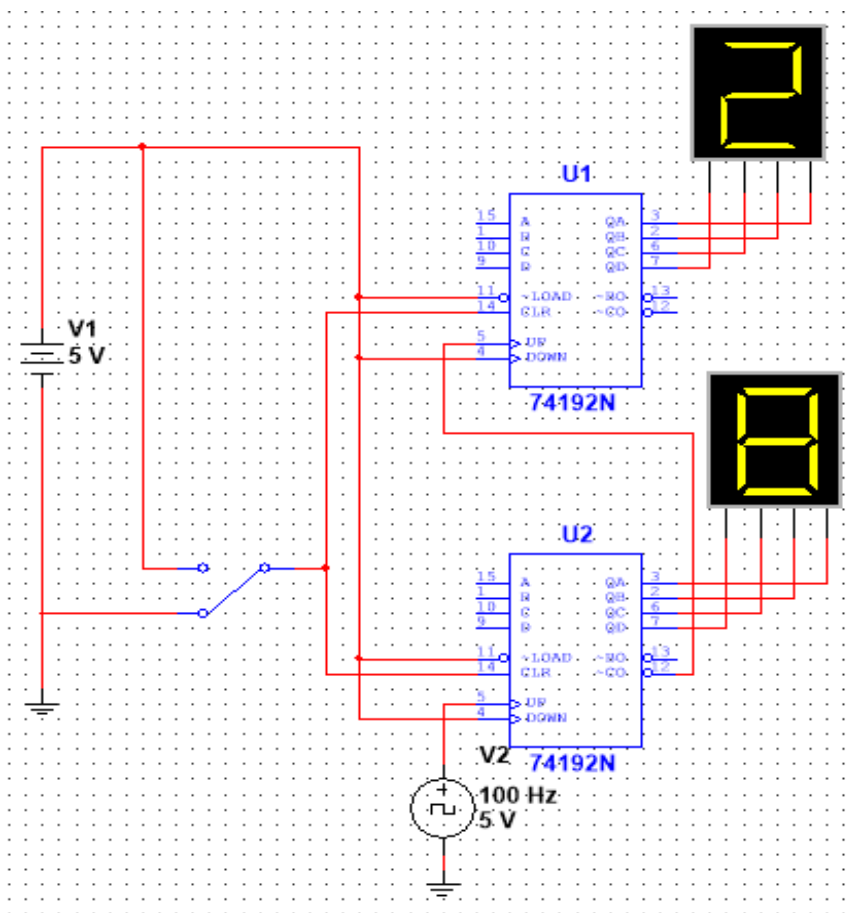
1.- En base al diagrama del circuito integrado contador BCD 74192:



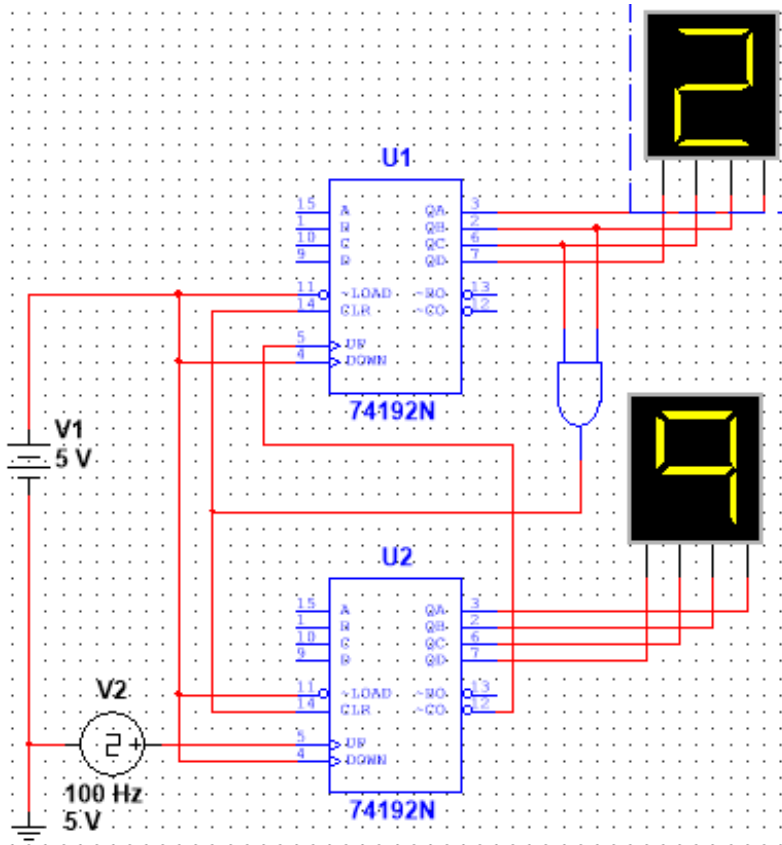
2.- En base al diagrama del Circuito integrado decodificador de BCD a 7 segmentos 7448 y el display 7 segmentos, se interconectan para armar el circuito contador en cascada



3.- Se interconectan los contadores en cascada para armar el circuito contador, de esta forma se realiza el conteo de 00 al 99



4.- Si se quiere se pueden usar para el contador de segundos o minutos (de 0 a 59) de la siguiente forma:



5.- Se necesitarían 6 contadores, con 6 decodificadores y 6 displays si se quieren colocar los segundos, minutos y horas, así como se reseteo (clear) este contador en el 59 (al querer aparecer el 60) el de horas se reseteara cuando quiera aparecer el 24.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

PRACTICA 15.- DISEÑO DE UNA MAQUINA TRAGAMONEDAS EN FORMA SIMPLIFICADA

OBJETIVOS:

- Aplicar el diseño y análisis de circuitos secuenciales síncronos
- Ver la aplicación de circuitos secuenciales a circuitos con varias entradas y salidas.

MARCO TEÓRICO:

Dentro de la automatización en la venta de productos al menudeo existen las máquinas dispensadoras, que al recibir la cantidad exacta entregan el producto, en caso necesario incluso dan la feria correspondiente. Los dispositivos iniciales se empezaron a usar en las máquinas de alquiler de tocadiscos y en máquinas de juegos que son actualmente son las de mayor uso, aunque también se usan en máquinas expendedoras de productos no perecederos como refrescos, galletas, dulces, etc.

MATERIAL Y EQUIPO A UTILIZAR:

1 Tablillas para prototipos (Protoboard o proto)

Alambre varios colores No.22 varios metros

2 Resistencias de 4.7 K_ ¼ Watt

4 Resistencias de 330 Ω

1 Miniswich ó DIPswich

4 LEDs

Pinzas de punta.

Pinzas de corte

1 7473 Circuito integrado dual de Flip-Flop tipo JK

Compuertas varias

1 Fuente de alimentación CD de 5 volts

1 multímetro

1 Circuito de reloj diseñado en la practica 9, o un generador de pulsos.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1.- Por medio de un circuito secuencial con el tipo de Flop-Flops tipo JK, diseñe el control de una maquina tragamonedas, que expende productos de \$3, acepta monedas de \$1, \$2 o \$5 y puede dar feria. Al completar el pago no se debe ir al inicio, para evitar mal servicio se debe detener momentáneamente en un estado temporal, y al siguiente pulso de reloj se reinicia.

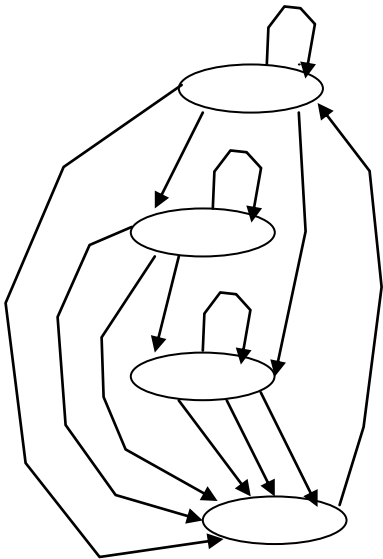
Entradas

Código A	B	valor
0	0	0
0	1	\$1
1	0	\$2
1	1	\$5

Salidas

P	F1	F2	Significa:
0	0	0	nada
1	0	0	Producto y no feria
1	1	0	Producto y feria \$1
1	0	1	Producto y feria \$2

El diagrama de estados será entonces:



FUENTES DE INFORMACIÓN

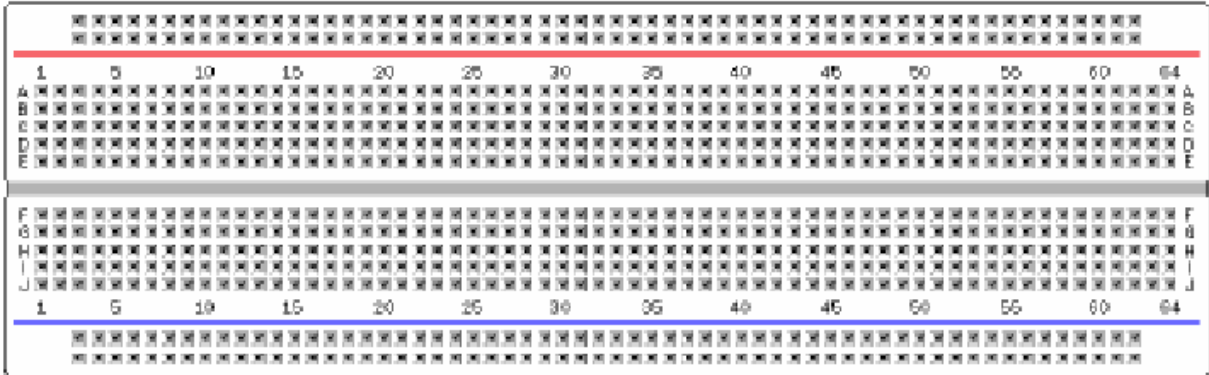
1. Ronald J. Tocci. SISTEMAS DIGITALES Principios y Aplicaciones. Ed. Prentice Hall

CONCLUSIONES:

Los alumnos en equipo obtendrán sus conclusiones a partir del objetivo de la práctica y de los resultados obtenidos.

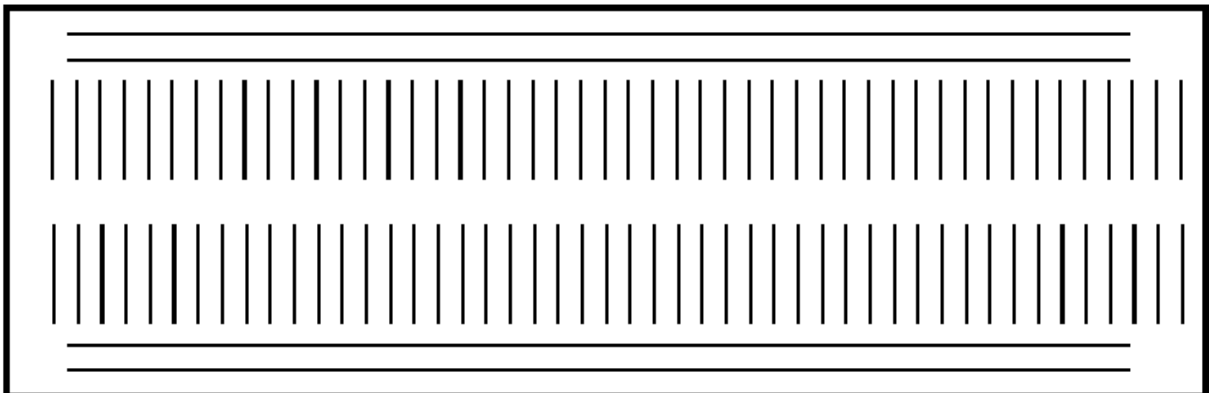
ANEXO A.- USO DE LA TABLILLA DE EXPERIMENTOS (PROTOBOARD) EN LA ELABORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA DIGITAL

En el trabajo de laboratorio se requiere el uso de Tablillas para prototipos llamadas Protoboard o simplemente protos, estas regletas son como muestra la Figura:



Tablillas para prototipos llamadas Protoboard o simplemente protos

Algunas regletas tienen sólo una línea horizontal arriba y otra abajo, en vez de dos como tiene la mostrada. Como se puede ver, consta de una rejilla de huecos en los que se insertan los componentes. Por dentro simplemente hay una conexión conductora con la forma mostrada en la siguiente Figura:

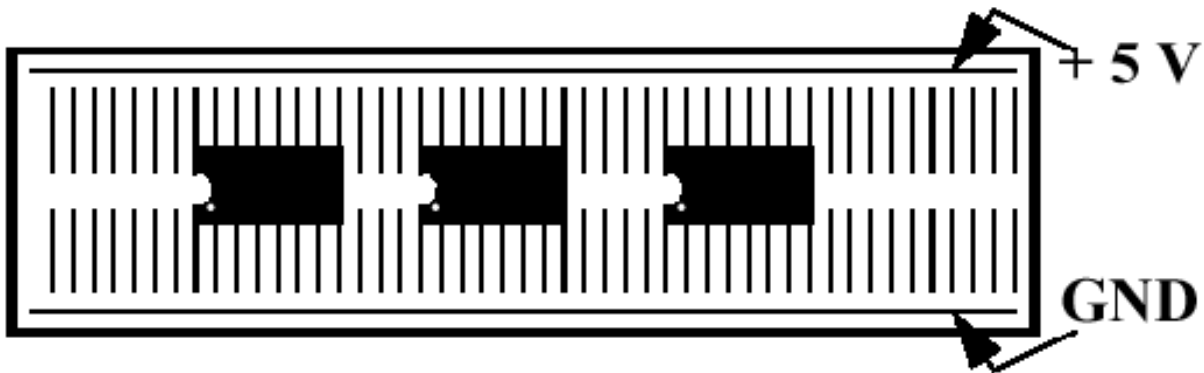


Las *Conexiones conductoras internas* en las Tablillas para prototipos llamadas Protoboard o simplemente protos

Cada línea continua indica que hay conexión eléctrica mientras que la no existencia de línea indica que no hay conexión entre los puntos. Obsérvese que las líneas de arriba y de abajo están conectadas horizontalmente, aportando muchos puntos de conexión, por ello esas líneas suelen dedicarse a la alimentación y masa (GND) de los circuitos y, en el caso secuencial, a la señal de reloj

En la regleta se insertan los componentes y, para hacer las conexiones entre ellos y con el exterior, se usan cables de un solo hilo. Las conexiones con estos cables deben entrar lo más rectas y verticales que sea posible para garantizar una buena conexión. La punta del alambre se despunta aproximadamente 0.8 cm., si queda muy larga puede provocar un corto circuito y muy corta un falso contacto.

La Figura 6 muestra cómo se colocan varios ICs, así como GND y alimentación (aquí, +5 V)



ANEXO B.- PROPUESTA DE TRABAJO Y RELACIÓN DE LAS PRÁCTICAS CON LOS TEMAS DEL PROGRAMA.

ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS DE LA MATERIA DE ELECTRÓNICA DIGITAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Objetivo General del Manual:

Este manual será un documento de índole formal para dirigir de forma organizada, dosificada y pertinente las practicas fundamentales de los alumnos acorde con el programa de la asignatura: ELECTRÓNICA DIGITAL (AEC-1022) de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Núm	Nombre de la práctica:	Objetivo Específico:	Temas con los que se relaciona:
1	Valores binarios y compuertas Lógicas básicas "Y"(AND), "O" (OR), "NO" (NOT), "NO-Y" (NAND), "NO-O (NOR), O EXCLUSIVA (XOR) y NO "O" EXCLUSIVA (XNOR).	-Relacionar los valores Binarios 0 y 1 como niveles de voltaje. -Comprobar las tablas funcionales o de verdad con las compuertas digitales,	Unidad 1.- Fundamentos de sistemas digitales y numéricos 1.1. Fundamentos de sistemas digitales 1.2. Sistemas numéricos 1.3. Códigos Un. 2.- Funciones y compuertas lógicas 2.1. Compuertas lógicas 2.2. Tablas de verdad 2.3. Compuertas simples
2	Convertidor de código Binario a BCD	-Relacionar tablas de verdad de funciones y circuitos digitales binarios	2.5. Álgebra booleana y teoremas de DeMorgan 2.6. Leyes y postulados 2.7. Minimización de funciones de circuitos
3	Convertidor de código BCD a 7 segmentos	-Simplificación de funciones con Mapas de Karnaugh, uso delos estados "No importa"	Unidad 3.- Lógica combinacional 3.1. Minitérminos y maxitérminos 3.2. Minimización de funciones con Mapas de Karnaugh 3.4. Diseño de circuitos combinacionales con lógica SSI
4	Uso del I. C. Decodificador de BCD a 7 segmentos	-Comprobar en el laboratorio el diseño del circuito integrado digital comercial.	Unidad 3.- Lógica combinacional 3.6. Decodificadores y codificadores 3.7. Diseño de circuitos combinacionales con lógica MSI.
5	Uso del IC sumador para suma / resta (3 de Mayo	-Armar un circuito digital con la posibilidad de suma o resta usando el circuito integrado digital comercial y los algoritmos de la unidad 1.	3.7. Diseño de circuitos combinacionales con lógica MSI. 1.2. Sistemas numéricos
6	Uso del Decodificador de 3 a 8 lineas	-Armar un circuito digital para selección de componentes o compuertas en base a un código, -Se recomienda circuitos que exijan arreglos de decodificadores.	3.6. Decodificadores y codificadores
7	Uso de los I. C. Mux. Y Demux en generación de funciones.	-Demostrar la aplicación de los Multiplexores y los demultiplexores para generar funciones lógicas.	3.5. Multiplexores y demultiplexores

PRACTICAS DE ELECTRÓNICA DIGITAL, INGENIERÍA ELÉCTRICA

8	Uso del IC Comparador de mag. o ALU o etc. (aplicado al proyecto del elevador)	-Uso del Decodificador para generar un valor por medio de un teclado, -reconocer comparación de magnitudes	3.7. Diseño de circuitos combinacionales con lógica MSI.
9	Uso del IC 555, para generar el circuito de reloj	-Diseñar un circuito generador de señales de onda cuadrada para usarse como valor relativo de tiempo	Unidad 4.- Lógica secuencial 4.1. Diseño de Circuitos generadores de pulsos de reloj 4.2. Parámetros eléctricos de las señales de reloj utilizadas en circuitos secuenciales
10	Uso del IC contador binario (aplicado al proyecto del elevador)	-Diseñar un circuito de comando para mandar un sistema hacia arriba o hacia abajo en base al valor generado por un contador y a la comparación que indica si es igual, menor o mayor al valor solicitado.	4.5. Contadores
11	Flip Flops (R-S, T, D, J-K)	-Comprobar las tablas funcionales o de verdad de los Flip-Flops, -Diferenciar entre circuitos de funciones combinacionales y secuenciales.	4.3. Flip Flops (R-S, T, D, J-K)
12	Registros Universales	-Entender y verificar Registros Serie, -Entender y verificar Registros paralelo, -Entender y verificar Registros Universales, -Entender y verificar Circuitos Latch. -Entender y verificar salidas de 3er estado.	4.4. Registros de corrimiento
13	Diseño de un contador binario con Flip-Flops y uso del IC contador binario	- Diseño de un contador binario con Flip-Flops y uso del IC contador binario	4.5. Contadores 4.6. Modelos de circuitos secuenciales síncronos
14	Diseño de un circuito contador de tiempo	-Uso de las líneas de acarreo y decrementar de los IC contadores década.	4.5. Contadores
15	Diseño de una maquina tragamonedas en forma simplificada.	-Aplicar el diseño y análisis de circuitos secuenciales síncronos -Ver la aplicación de circuitos secuenciales a circuitos con varias entradas y salidas.	4.6. Modelos de circuitos secuenciales síncronos 4.7. Análisis y síntesis de circuitos secuenciales síncronos

ATENTAMENTE:

HERMINIO SALCEDA BUSTOS

Hermsillo, Sonora, México a 14 de Agosto del 2018