



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO **Electrónica Digital** Laboratorio de Ingeniería Biomédica

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ing. Biomédica
2020
17/06/2025
1.0



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	4
IDENTIFICACIÓN	5
<i>Carga Horaria de la asignatura</i>	<i>5</i>
<i>Consignación del Documento</i>	<i>5</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	6
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	7
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	<i>7</i>
<i>Reglamento de uniforme</i>	<i>7</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>7</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos.....</i>	<i>7</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>7</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA....	8
PRÁCTICAS.....	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	16
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	16

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

Señalar en este apartado brevemente los siguientes elementos según corresponda:

- Propósito del manual
- Justificación de su uso en el programa académico
- Competencias a desarrollar
 - **Competencias blandas:** Habilidades transversales que se refuerzan en las prácticas, como la comunicación, el trabajo en equipo, el uso de tecnologías, etc.
 - **Competencias disciplinares:** Conocimientos específicos del área del laboratorio, incluyendo fundamentos teóricos y habilidades técnicas.
 - **Competencias profesionales:** Aplicación de los conocimientos adquiridos en escenarios reales o simulados, en concordancia con el perfil de egreso del programa.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Electrónica Digital	
Clave	071CP078	Créditos	4
Asignaturas Antecedentes	071CP085	Plan de Estudios	2020

Área de Competencia	Competencia del curso
	Aplicar el fundamento de los sistemas digitales para la resolución de problemas en el campo profesional, a través del trabajo en equipo, con base en los conocimientos teóricos de la lógica digital.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
2	2	0	2	6

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	17/06/2025
Responsables del diseño	Dr. Aldo Zazueta Raynaud
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
1. Compuertas lógicas	Aplica conocimientos de matemáticas y electrónica en el análisis de sistemas digitales.
2. Funciones lógicas	Formula y resuelve problemas relacionados con sistemas digitales en ingeniería biomédica.
3. Circuitos combinacionales	Diseña soluciones técnicas basadas en circuitos lógicos para aplicaciones en el área médica.
4. Sistemas secuenciales	Implementa circuitos de control lógico para automatizar procesos biomédicos.
5. Programación usando lenguajes descriptores de hardware	Utiliza herramientas digitales para simular sistemas biomédicos mediante lenguajes HDL.
6. Programación: comportamiento, flujo, estructural	Integra soluciones complejas aplicando modelos digitales en ambientes biomédicos.
7. Compuertas lógicas	Aplica conocimientos de matemáticas y electrónica en el análisis de sistemas digitales.

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

- Respetar en todo momento las indicaciones del docente y el reglamento interno del laboratorio.
- Mantener orden y limpieza en el área de trabajo antes, durante y después de cada práctica.
- Está prohibido consumir alimentos o bebidas dentro del laboratorio o centro de cómputo.
- No se permite el uso de dispositivos ajenos a la práctica (celulares, audífonos, etc.) durante las sesiones.
- Reportar inmediatamente cualquier incidente, falla de equipo o accidente al docente.

Reglamento de uniforme

- Asistir con vestimenta adecuada: ropa cómoda, sin accesorios colgantes que interfieran con el equipo.
- En caso de prácticas que involucren soldadura o manipulación de herramientas:
 - Bata de laboratorio de algodón.
 - Zapatos cerrados (no sandalias).
 - Lentes de seguridad (si aplica).

Uso adecuado del equipo y materiales

- Leer previamente el instructivo de uso del equipo o software.
- Conectar y desconectar equipos electrónicos con el laboratorio desenergizado si es requerido.
- No manipular equipos sin autorización del docente.
- Utilizar el material de cómputo y laboratorio con responsabilidad, evitando daños o modificaciones no autorizadas.
- Guardar el material prestado al finalizar la práctica.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

- Depositar puntas de componentes electrónicos, cables y residuos de soldadura en contenedores específicos.
- No tirar componentes electrónicos en la basura común.
- Solicitar apoyo del docente o técnico en caso de duda sobre la disposición de algún material.

Procedimientos en caso de emergencia

- Conservar la calma y seguir las instrucciones del docente.
- Conocer las rutas de evacuación y ubicación de salidas de emergencia del laboratorio.
- En caso de cortocircuito o falla eléctrica, desconectar inmediatamente los equipos si es seguro hacerlo.
- Reportar cualquier accidente o situación irregular de inmediato.
- Ante emergencias médicas, dirigirse a la unidad de atención correspondiente dentro del campus.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de competencia I
	Identificar los conceptos básicos de los dispositivos lógicos, tales como el sistema binario, operaciones aritméticas y compuertas lógicas, mediante el trabajo en equipo, para la implementación de soluciones en el campo de la ingeniería biomédica, con base en la teoría de la lógica digital.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Compuertas lógicas	Identificar el comportamiento lógico de compuertas básicas para comprender su función en sistemas digitales, mediante simulaciones y prácticas físicas, en el contexto de circuitos en ingeniería biomédica, fomentando el trabajo colaborativo y el pensamiento lógico.
Práctica No. 2	Funciones lógicas	Analizar funciones lógicas a partir de expresiones algebraicas para su simplificación e implementación, utilizando mapas de Karnaugh, en circuitos digitales biomédicos, desarrollando pensamiento crítico y precisión lógica.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de competencia II Aplicar los conceptos básicos de circuitos combinacionales y secuenciales, con responsabilidad, para la solución de aplicaciones en el campo de la ingeniería biomédica, con base en el análisis de los circuitos lógicos digitales.
--	---

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 3	Circuitos combinacionales	Diseñar circuitos combinacionales a partir de funciones lógicas para resolver tareas de selección y codificación, usando simuladores y dispositivos digitales, en sistemas biomédicos, desarrollando responsabilidad y análisis funcional.
Práctica No. 4	Sistemas secuenciales	Implementar circuitos secuenciales básicos para gestionar almacenamiento y conteo de señales, mediante simulación digital, en aplicaciones biomédicas, promoviendo responsabilidad técnica y solución de problemas.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de competencia III
	Aplicar técnicas del diseño de circuitos digitales utilizando lenguajes descriptores de hardware, para simular el comportamiento de sistemas en el campo de la ingeniería biomédica, mediante el trabajo en equipo y la responsabilidad, con base en los conocimientos teóricos de la lógica digital.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 5	Programación usando lenguajes descriptores de hardware	Programar módulos digitales simples con lenguajes descriptores de hardware para simular su comportamiento lógico, mediante herramientas de diseño, en sistemas biomédicos, fomentando responsabilidad técnica y trabajo en equipo.
Práctica No. 6	Programación: comportamiento, flujo, estructural	Diseñar y simular arquitecturas digitales en los modelos de programación por comportamiento, flujo y estructural, con fines comparativos, en entornos biomédicos, desarrollando pensamiento analítico y estratégico.



PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	1. Compuertas lógicas
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar el comportamiento lógico de compuertas AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR y XNOR para comprender su función en sistemas digitales, mediante simulaciones y montaje práctico, en el contexto de circuitos básicos en ingeniería biomédica, fomentando el trabajo colaborativo y el pensamiento lógico.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Las compuertas lógicas son bloques fundamentales en la electrónica digital. Cada una representa una operación lógica específica: AND (Y), OR (O), NOT (NO), entre otras. Al combinarlas, es posible diseñar sistemas que tomen decisiones en función de las entradas binarias. Su estudio permite construir sistemas digitales como alarmas, sumadores, temporizadores, entre otros, utilizados frecuentemente en dispositivos biomédicos.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Protoboard • Fuente de alimentación de 5V DC • Cables de conexión tipo jumper • Resistencias de 220Ω (3 pzas) • Diodos LED (3 pzas) • Circuitos integrados: ○ 7408 (AND) ○ 7432 (OR) ○ 7404 (NOT) ○ 7400 (NAND) ○ 7402 (NOR) ○ 7486 (XOR) • Computadora con simulador digital (Logisim, TinkerCAD, Proteus o equivalente)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Consultar y registrar las tablas de verdad de las compuertas mencionadas. 2. Simular cada compuerta en software digital verificando su tabla de verdad. 3. Montar cada circuito en el protoboard según el diagrama correspondiente. 4. Alimentar con 5V y utilizar interruptores o puentes para cambiar las entradas. 5. Observar el comportamiento del LED en la salida y verificar coincidencia con las tablas de verdad. 6. Registrar resultados y realizar comparación entre simulación y experimento. Precauciones: Verificar conexiones antes de energizar. No invertir polaridad de alimentación.

RESULTADOS ESPERADOS

- Validación práctica de la función lógica de cada compuerta.
- Correspondencia entre tabla de verdad y comportamiento físico.
- Dominio de conexión de circuitos lógicos simples.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué diferencias observó entre la simulación y la práctica?
- ¿Qué sucede si se invierte la entrada o salida de una compuerta?
- ¿Qué compuerta resultó más intuitiva o difícil de verificar?
- ¿Cómo se comportan las combinaciones de compuertas?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica introduce los fundamentos esenciales de los sistemas digitales. Las compuertas lógicas permiten tomar decisiones electrónicas mediante condiciones binarias. Su aplicación es clave en el diseño de sistemas biomédicos que procesan señales, toman decisiones automáticas o permiten interfaces de control simples.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Diseñar un circuito que active una alarma si al menos dos de tres sensores están activos (usar compuertas).
- Simular un circuito de luz nocturna: enciende un LED si está oscuro y alguien está presente.
- Investigar aplicaciones biomédicas que utilicen lógica digital simple (por ejemplo, oxímetros, desfibriladores).

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Cráterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	2. Funciones lógicas
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Analizar funciones lógicas a partir de expresiones algebraicas para su simplificación e implementación, utilizando mapas de Karnaugh, en circuitos digitales biomédicos, desarrollando pensamiento crítico y precisión lógica.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Las funciones lógicas permiten representar condiciones o procesos mediante expresiones booleanas. Su simplificación reduce el número de compuertas necesarias, optimizando el diseño del circuito. Los mapas de Karnaugh son una herramienta gráfica para simplificar funciones de hasta 6 variables, facilitando la implementación eficiente de circuitos combinacionales.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Protoboard • Fuente de alimentación de 5V DC • Cables tipo jumper • Diodos LED (4 pzas) • Resistencias de 220Ω (4 pzas) • Circuitos integrados: • 7408 (AND) • 7432 (OR) • 7404 (NOT) • Computadora con simulador digital (Logisim, TinkerCAD, Proteus o similar) • Hoja cuadriculada o software de mapas de Karnaugh (opcional)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Plantear una función lógica con 3 variables (por ejemplo: $F(A,B,C) = \Sigma(1,2,5,6)$). 2. Construir su tabla de verdad completa. 3. Representar la función en un mapa de Karnaugh y simplificarla. 4. Obtener la expresión lógica simplificada. 5. Diseñar el circuito equivalente con compuertas AND, OR y NOT. 6. Simular la función en software digital y validar su comportamiento. 7. Montar físicamente el circuito sobre el protoboard. 8. Verificar que las salidas coincidan con la tabla de verdad. Precauciones: Verificar la polaridad de los LEDs y la alimentación de los CIs. Usar resistencias para evitar dañar los LEDs.

RESULTADOS ESPERADOS
• Construcción correcta de la tabla de verdad y su mapa de Karnaugh. • Obtención de una función lógica simplificada. • Diseño y verificación del circuito correspondiente tanto en simulador como en protoboard.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué ventajas ofrece la simplificación lógica en la práctica?
- ¿Cuál es la diferencia entre una función original y una función simplificada?
- ¿Qué dificultades encontraste en el uso del mapa de Karnaugh?
- ¿Cómo podrías aplicar esta técnica en un sistema biomédico?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La simplificación de funciones lógicas permite optimizar circuitos electrónicos, reduciendo componentes y aumentando eficiencia. En ingeniería biomédica, estas funciones son útiles en sistemas de decisión, alarmas o procesamiento digital de señales. El uso de herramientas como mapas de Karnaugh facilita esta tarea de forma visual y sistemática.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Simplificar una función lógica de 4 variables utilizando Karnaugh.
- Simular una función lógica de 5 variables con software CAD y analizar sus posibles simplificaciones.
- Diseñar una función lógica que active una salida cuando dos condiciones clínicas se cumplan simultáneamente.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	3. Circuitos combinacionales
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Diseñar circuitos combinacionales a partir de funciones lógicas para resolver tareas de selección y codificación, usando simuladores y dispositivos digitales, en sistemas biomédicos, desarrollando responsabilidad y análisis funcional.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los circuitos combinacionales son aquellos en los que la salida depende exclusivamente del estado actual de las entradas. Estos circuitos incluyen codificadores, decodificadores, multiplexores, demultiplexores y sumadores, ampliamente usados en sistemas de control, monitoreo y procesamiento de señales en el ámbito biomédico.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Protoboard • Fuente de alimentación de 5V DC • Cables tipo jumper • Diodos LED (4 pzas) • Resistencias de 220Ω (4 pzas) • Circuitos integrados: ○ 74153 (multiplexor) ○ 7483 (sumador) ○ 7442 (decodificador) • Computadora con software de simulación digital (Logisim, TinkerCAD, Proteus o equivalente)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Elegir una función lógica combinacional (por ejemplo: sumador de 2 bits, codificador 4 a 2, etc.). 2. Diseñar su tabla de verdad correspondiente. 3. Representar el circuito lógico utilizando compuertas y/u otros dispositivos. 4. Simular el circuito en software digital, verificando sus salidas. 5. Montar el circuito seleccionado en protoboard con los CIs adecuados. 6. Probar las combinaciones posibles de entradas y registrar los resultados observados. 7. Comparar los resultados obtenidos en simulación y práctica. Precauciones: Asegurarse de que los circuitos integrados estén correctamente orientados. Verificar alimentación y conexiones antes de energizar.

RESULTADOS ESPERADOS
• Funcionamiento correcto del circuito combinacional según el diseño. • Coincidencia entre tabla de verdad y respuestas reales en simulador y protoboard. • Conexión adecuada y segura de los componentes.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué diferencias notaste entre el diseño teórico, la simulación y la práctica?
- ¿Cuál fue el circuito más eficiente o útil?
- ¿Qué errores fueron más comunes al montar los circuitos?
- ¿Cómo podrías adaptar este circuito a un equipo biomédico?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica introduce los fundamentos esenciales de los sistemas digitales. Las compuertas lógicas permiten tomar decisiones electrónicas mediante condiciones binarias. Su aplicación es clave en el diseño de sistemas biomédicos que procesan señales, toman decisiones automáticas o permiten interfaces de control simples.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Diseñar un circuito combinacional para controlar el encendido de un ventilador si dos sensores activan condiciones de emergencia.
- Implementar un sumador de 4 bits en simulador.
- Programar un multiplexor 4 a 1 que seleccione la señal de mayor prioridad.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	4. Sistemas secuenciales
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Implementar circuitos secuenciales básicos para gestionar almacenamiento y conteo de señales, mediante simulación digital, en aplicaciones biomédicas, promoviendo responsabilidad técnica y solución de problemas.

FUNDAMENTO TEÓRICO
A diferencia de los circuitos combinacionales, los circuitos secuenciales dependen no solo de las entradas actuales, sino también de los estados anteriores. Incorporan memoria, y utilizan dispositivos como flip-flops, contadores y registros. Son esenciales en sistemas que requieren seguimiento de eventos, almacenamiento temporal de datos o generación de secuencias controladas, como en equipos biomédicos de monitoreo o sincronización de señales.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Protoboard • Fuente de alimentación de 5V DC • Cables tipo jumper • Diodos LED (4 pzas) • Resistencias de 220Ω (4 pzas) • Circuitos integrados: • 7474 (flip-flops tipo D) • 7490 o 74LS93 (contador binario) • 74163 (contador síncrono) • Pulsadores (2 pzas) • Computadora con software de simulación (Logisim, Proteus, TinkerCAD u otro)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Consultar la tabla de verdad y diagrama de bloques de los flip-flops y contadores a utilizar. 2. Diseñar un circuito contador ascendente de 0 a 9 con flip-flops y compuertas lógicas. 3. Simular el diseño en software, observando la secuencia binaria en los LEDs. 4. Implementar el mismo circuito en protoboard, conectando adecuadamente cada componente. 5. Activar el circuito con pulsador o señal de reloj y registrar el comportamiento observado. 6. Evaluar si el conteo es correcto y estable. Precauciones: Asegurar rebote mínimo del pulsador, usar resistencias pull-down cuando se requiera.

RESULTADOS ESPERADOS
• Circuito funcional que cuente de forma ascendente entre 0 y 9. • Estabilidad en los flancos de subida del reloj. • Correspondencia entre simulación y práctica.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué sucede si el reloj tiene rebote o ruido?
- ¿Cómo puede modificarse el circuito para hacer un conteo descendente?
- ¿En qué aplicaciones biomédicas podrían utilizarse estos contadores?
- ¿Qué ventajas tiene un contador síncrono sobre uno asíncrono?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El entendimiento de sistemas secuenciales permite diseñar dispositivos capaces de almacenar y controlar estados a lo largo del tiempo. Son la base de relojes digitales, controladores de flujo de señales y módulos de conteo. En la ingeniería biomédica, estos sistemas permiten tareas como conteo de pulsos, seguimiento de eventos o control de ciclos terapéuticos.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Implementar un contador descendente de 9 a 0.
- Diseñar un divisor de frecuencia con flip-flops.
- Investigar cómo funcionan los registros de desplazamiento y simular uno.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	5. Programación usando lenguajes descriptores de hardware
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Programar módulos digitales simples con lenguajes descriptores de hardware para simular su comportamiento lógico, mediante herramientas de diseño, en sistemas biomédicos, fomentando responsabilidad técnica y trabajo en equipo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
Los lenguajes descriptores de hardware como VHDL o Verilog permiten describir, simular y sintetizar circuitos digitales complejos. En esta práctica se aborda el diseño básico de módulos digitales mediante estos lenguajes, facilitando la validación del comportamiento lógico antes de implementar físicamente los circuitos. Esta metodología es fundamental en el diseño de sistemas digitales biomédicos seguros y eficientes.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora con software de diseño digital (Vivado, Quartus, ModelSim, Icarus Verilog, etc.) • Manual de referencia de sintaxis VHDL o Verilog • Hoja de especificaciones del circuito a implementar (ej. sumador de 2 bits, codificador, etc.) • Acceso a un entorno de simulación (opcional: kit FPGA si se desea extender la práctica)

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Estudiar la estructura básica de un archivo de código en VHDL o Verilog (entity/module, architecture). 2. Seleccionar un módulo digital simple (ej. compuerta XOR, sumador completo, codificador). 3. Escribir el código fuente en el lenguaje descriptor de hardware correspondiente. 4. Compilar y simular el diseño, verificando que las salidas correspondan a la tabla de verdad esperada. 5. (Opcional) Síntesis del diseño para revisión de lógica o descarga en FPGA. 6. Documentar el proceso de codificación, simulación y análisis de resultados. Precauciones: Asegurarse de usar correctamente los tipos de datos, estructuras y señales. Comprobar que los nombres de entradas y salidas coincidan con el banco de pruebas.

RESULTADOS ESPERADOS
• Código funcional de un módulo digital simple. • Simulación correcta del comportamiento esperado. • Familiarización con la sintaxis y lógica del lenguaje usado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué diferencias encontraste entre diseñar circuitos con compuertas físicas y con lenguaje de descripción?
- ¿Qué errores fueron más comunes durante la simulación?
- ¿Cómo se puede escalar este diseño para funciones más complejas?
- ¿Por qué es útil esta herramienta en contextos biomédicos?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El uso de lenguajes descriptores de hardware proporciona herramientas poderosas para diseñar y verificar sistemas digitales con alta precisión. Su implementación es esencial en la industria biomédica donde los errores deben minimizarse y las soluciones deben optimizarse antes de ser llevadas al hardware físico.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Implementar en VHDL un comparador de 2 bits.
- Realizar una simulación de un sumador de 4 bits y comparar su resultado con un diseño físico.
- Investigar los pasos para sintetizar el diseño en una tarjeta FPGA.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	6. Programación: comportamiento, flujo, estructural
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Desarrollar módulos digitales mediante descripciones de comportamiento, flujo de datos y estructura para comparar metodologías de codificación, utilizando lenguajes HDL, en entornos biomédicos simulados, fomentando el análisis crítico y trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO
En el diseño digital con HDL, existen tres principales estilos de codificación: • Descriptivo o de comportamiento: describe cómo debe actuar el sistema ante ciertas condiciones. • Flujo de datos: se centra en la forma en que los datos se mueven entre módulos. • Estructural: conecta componentes como si fueran físicamente ensamblados. Comparar estos estilos permite entender cuál se ajusta mejor a diferentes niveles de abstracción y complejidad en sistemas digitales, particularmente útiles en el desarrollo de módulos biomédicos embebidos.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS
• Computadora con software de diseño y simulación HDL (Vivado, Quartus, Icarus Verilog, ModelSim) • Manual de referencia de sintaxis HDL (VHDL o Verilog) • Guía de diseño con especificación funcional del circuito a implementar (ej. sumador completo) • (Opcional) FPGA o entorno de desarrollo para pruebas físicas.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA
1. Estudiar los tres estilos de codificación HDL: comportamiento, flujo de datos y estructural. 2. Seleccionar un módulo digital simple (ej. sumador completo de 1 bit). 3. Codificar el mismo diseño en los tres estilos HDL, en archivos separados. 4. Simular cada uno de ellos para verificar su funcionalidad. 5. Comparar la síntesis generada, complejidad y legibilidad de cada uno. 6. Documentar los resultados y diferencias observadas. Precauciones: Verificar compatibilidad entre módulos en diseño estructural. Mantener claridad en la declaración de señales y puertos.

RESULTADOS ESPERADOS
• Archivos HDL funcionales para los tres estilos. • Simulaciones exitosas y equivalentes entre versiones. • Comprensión de ventajas y limitaciones de cada enfoque.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

- ¿Qué estilo fue más sencillo de escribir y entender?
- ¿Cuál produjo una síntesis más optimizada?
- ¿Cuál resulta más escalable para diseños grandes?
- ¿Cómo influye esto en la rapidez del desarrollo de prototipos biomédicos?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La elección del estilo de programación HDL afecta la claridad, eficiencia y mantenibilidad del código. En aplicaciones biomédicas, donde los sistemas deben ser seguros y confiables, es esencial dominar estas técnicas para adaptar el diseño a las exigencias de tiempo, espacio y funcionalidad.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Implementar un registro de desplazamiento en los tres estilos HDL.
- Comparar el uso de recursos del sistema (LUTs, flip-flops) entre los estilos.
- Analizar un diseño biomédico real y proponer qué estilo HDL convendría utilizar.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Entrega de reporte de práctica individual conforme a la rúbrica institucional.
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Formato de rubrica institucional disponible en: https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Practica_de_Laboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	- Portada (nombre de la universidad, asignatura, práctica, nombre del estudiante, fecha). - Nombre de la práctica. - Introducción (breve explicación del objetivo y fundamentos teóricos). - Objetivos (generales y específicos). - Materiales y equipo utilizado (incluyendo cantidades y características relevantes). - Procedimiento o metodología (pasos desarrollados y observaciones). - Resultados obtenidos (tablas, gráficas, esquemas, mediciones). - Análisis de resultados (respuestas a preguntas guía, discusión de datos). - Conclusiones (relación con teoría y aplicación práctica). - Fuentes de información (en formato APA 7ª edición). - Anexos (si aplica: diagramas, fotografías, hojas de datos).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Floyd, T. L. (2015). *Fundamentos de sistemas digitales* (9.^a ed.). Pearson Educación.
- Tocci, R. J., Widmer, N. S., & Moss, G. L. (2011). *Sistemas digitales: principios y aplicaciones* (11.^a ed.). Pearson.
- Malvino, A. P., & Leach, D. (2013). *Principios de electrónica digital*. McGraw-Hill.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

- **NOM-001-SEDE-2012** – Instalaciones eléctricas (utilización)
- **IEC 60601-1** – Seguridad de equipos electro médicos
- **ISO/IEC 2382** – Tecnología de la información — Vocabulario



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu