UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Ingeniería en Sistemas con especialización en IA y Ciberseguridad

Generalidades del curso • Práctica 1: unidades 1 y 2

Instrumentación, compuertas y una función simplificada

Electrónica Digital • FE731 • Sesión 1 de 4

Ing. Mynor A. Cifuentes

Universidad Rural de Guatemala • Laboratorio presencial • 5 de octubre de 2026

Agenda de la tarde

Mismo grupo, otro nivel: de los algoritmos a los circuitos

APERTURA

20 min — Generalidades del curso, estaciones de trabajo y normas de seguridad

Práctica 1 (guía impresa): compuertas, álgebra booleana y mapas de Karnaugh.

NOTA

Esta mañana, en Algoritmos, usaron `Y`, `O` y `NO` en PSeInt. Esta tarde los van a **construir** con circuitos integrados.

PRÁCTICA 1

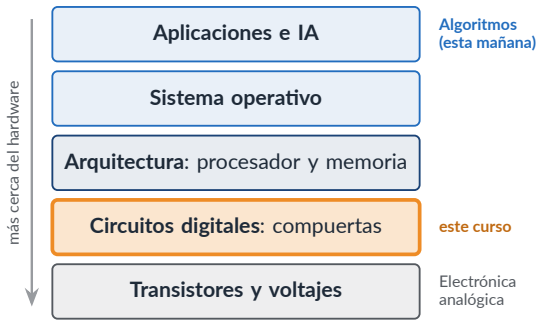
25 min	**A.** Encender y medir los 5 V
20 min	**B.** El inversor 74LS04
40 min	**C.** AND, OR, NAND y XOR
15 min	Receso
35 min	**D.** Álgebra y Karnaugh
55 min	**E.** Armar y comparar
20 min	Evaluación en Socrative
10 min	Desarmado y cierre

01 PARTE

ELECTRÓNICA DIGITAL

Generalidades del curso

¿Por qué un ingeniero en sistemas estudia electrónica digital?



Cada instrucción que ejecuta un procesador, cada dato que se guarda en memoria y cada símbolo que viaja por una red se reduce a la **presencia o ausencia de un voltaje** en un conductor.

EN SU CARRERA

Este curso es la base de **Arquitectura de computadoras**, **Sistemas operativos** y **Redes**. Entender el hardware es lo que distingue al ingeniero del usuario de la tecnología.

El laboratorio de Electrónica Digital

Cuatro sesiones presenciales de cuatro horas, de lunes a jueves

Ses.	Tema central	Contenidos
1	**Instrumentación y compuertas lógicas** hoy	Instrumental, alimentación segura de TTL, compuertas, álgebra booleana y mapa de Karnaugh: una función simplificada y armada
2	Base de tiempo, temporización y circuitos secuenciales	Osciloscopio digital, frecuencia y período, **555** astable, flip-flops D y JK: un contador de 2 bits
3	Multiplexado, decodificación y transmisión de datos	**74LS157**, **74LS138**, contador **74LS193** y **74LS151**: un byte viaja por un solo cable
4	Práctica final integradora	Contador de 00 a 19 (**74LS90** y **74LS76**) que un **Arduino Nano** lee, muestra en una LCD y envía por el puerto serie

NOTA

Cubre las unidades 1 a 8 del programa (hasta el segundo parcial). La clase magistral continúa en línea.

Evaluación y organización de la jornada

60 PUNTOS: TRABAJO EN EL LABORATORIO

El circuito funciona, las tablas están completas y se respetaron las normas de seguridad.

40 PUNTOS: SOCRATIVE

Evaluación individual al final: teoría y lo que armó y midió hoy.

ADVERTENCIA

Dañar un componente por no seguir las normas se refleja en la nota de trabajo en el laboratorio.

Tiempo	Actividad	Descripción
20 min	Apertura	Práctica, seguridad y entrega de componentes
190 min	Desarrollo	Partes A a E, con asesoría y receso
20 min	Evaluación	Socrative
10 min	Cierre	Desarmar y devolver componentes

RECOMENDACIÓN

El circuito crece de parte en parte. **No lo desarme** hasta que se le indique.

Estaciones de trabajo e instrumental

Seis estaciones; algunos instrumentos se comparten

Instrumento	Unid.	Uso
Multímetro digital **UT33B+**	6	Tensión, resistencia y continuidad
Módulo de alimentación **MO-MB102**	6	**Fuente de 5 V de uso habitual**
Adaptador **ADP-5HB**	6	Alimenta al módulo MB102
Osciloscopio **FNIRSI-1014D**	3	Uno por cada dos estaciones (sesión 2)
Fuente variable **LW-K3010D**	2	Solo si el instructor lo indica
Transformador **LP-580**	6	Solo en demostraciones del instructor

RECOMENDACIÓN

La combinación **ADP-5HB** → **MO-MB102** es la forma más segura de obtener 5 V: viene regulada de fábrica y no admite un ajuste equivocado.

Normas de seguridad

Se evalúan desde hoy

NORMAS

1. **Alimente siempre al final.** Arme y revise con la fuente desconectada.
2. **Mida antes de conectar.** Los 74LS trabajan con $5\,\text{V} \pm 0.25\,\text{V}$.
3. **Respete la polaridad y la muesca.** Invertir la alimentación destruye el integrado.
4. **Nunca una salida directo a VCC o a GND:** es un cortocircuito.
5. **Todo LED lleva su resistencia** de $330\,\Omega$.
6. **No deje entradas al aire:** a GND o a VCC con $1\,\text{k}\Omega$.
7. **Desconecte antes de modificar** el montaje.
8. **Integrados por los costados**, nunca por las patas. Manos secas y nada de líquidos.

RIESGO ELÉCTRICO

El transformador **LP-580** y la fuente **LW-K3010D** se conectan a la red de 120 V, una tensión **potencialmente letal**. Esas conexiones las hace únicamente el instructor. La fuente variable llega a 30 V: conectada a un 74LS lo destruye al instante.

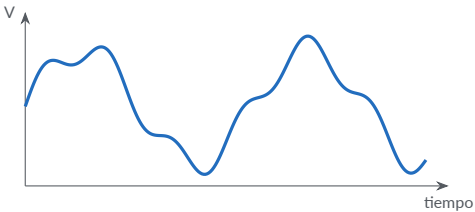
02 PARTE

ELECTRÓNICA DIGITAL

Fundamentos

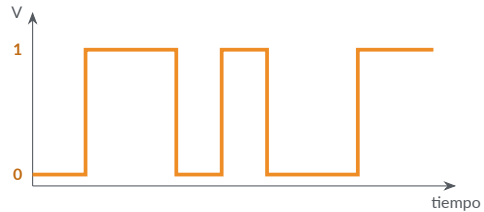
Analógico y digital

Señal analógica



Varía de forma **continua**: puede tomar cualquier valor.

Señal digital

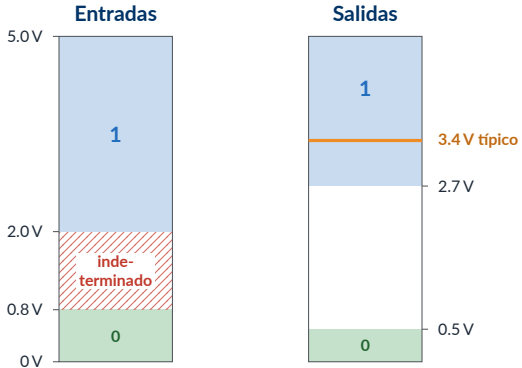


Solo dos niveles: **bajo (0)** y **alto (1)**.

Lógica combinacional: la salida depende solo de las entradas de este momento. Es lo que se arma hoy.

Lógica secuencial: el circuito tiene memoria; la salida depende también de lo que pasó antes. Es la sesión 2.

Niveles lógicos de la familia TTL (serie 74LS)



Dato	Valor
Alimentación V_{CC}	5 V ± 0.25 V
Entrada baja (máximo)	0.8 V
Entrada alta (mínimo)	2.0 V

ADVERTENCIA

Una tensión entre 0.8 V y 2.0 V **no es ni 0 ni 1**: el circuito se comporta de forma impredecible.

NOTA

Una salida alta de un 74LS **no mide 5.00 V**: suele medir alrededor de 3.4 V, y basta con que supere 2.7 V.

Las tres compuertas básicas

AND



$Y = A \cdot B$ **74LS08**

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	**1**

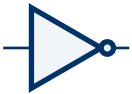
OR



$Y = A + B$ **74LS32**

A	B	Y
0	0	0
0	1	**1**
1	0	**1**
1	1	**1**

NOT



$Y = \overline{A}$ **74LS04**

A	Y
0	**1**
1	0

AND: el LED se enciende solo si **las dos** entradas están en 1. OR: se enciende si **al menos una** está en 1.
NOT: la salida es **lo contrario** de la entrada.

Dos compuertas más: NAND y XOR

Se usan en la parte E

NAND



$Y = \overline{A \cdot B}$ **74LS00**

XOR



$Y = A \oplus B$ **74LS86**

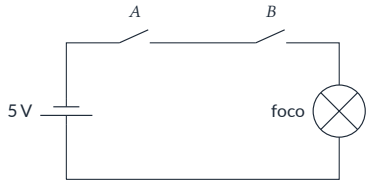
A	B	NAND	XOR
0	0	1	0
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	0	0

NAND es una AND con la salida invertida: vale 0 solo si las dos entradas son 1. Con NAND se puede construir **cualquier** circuito.

XOR (*o exclusiva*) vale 1 cuando las entradas son **distintas**. Sirve para **comparar** dos señales.

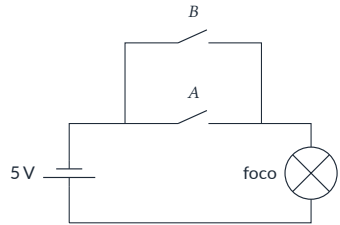
Una forma de imaginarlas: interruptores

AND: interruptores en serie



El foco enciende solo si se cierran **A y B**.

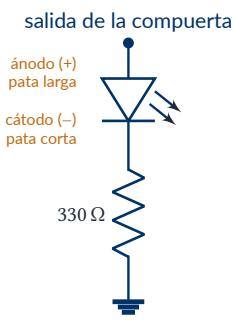
OR: interruptores en paralelo



El foco enciende si se cierra **A o B** (o ambos).

Interruptor cerrado = **1**; abierto = **0**. Foco encendido = **1**. Dentro del integrado, esos interruptores son **transistores**.

El LED y su resistencia limitadora



¿POR QUÉ 330 Ω? LEY DE OHM

La resistencia **limita la corriente**. Con 5 V y un LED que consume unos 2 V:

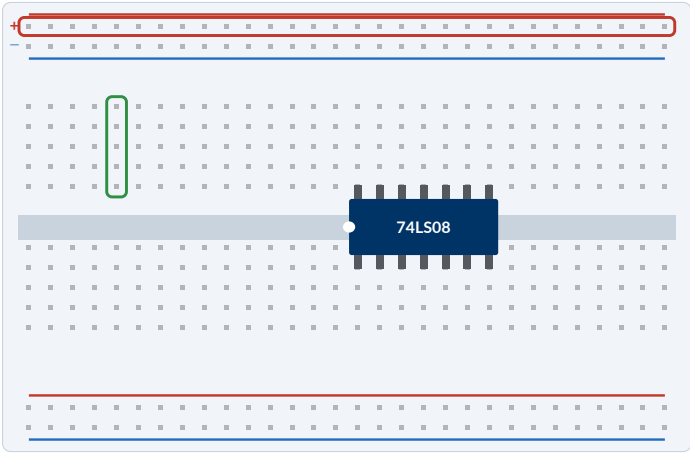
$$I = \frac{V - V_{LED}}{R} = \frac{5\,\text{V} - 2\,\text{V}}{330\,\Omega} \approx 9\,\text{mA}$$

Sin resistencia, la corriente sería muy grande y el LED se quemaría.

ADVERTENCIA

El LED solo enciende en un sentido. Si no enciende nunca, puede estar al revés.

El protoboard: ¿qué está conectado con qué?



RIELES

Cada fila de los bordes está unida a lo largo: rojo = VCC, azul = GND.

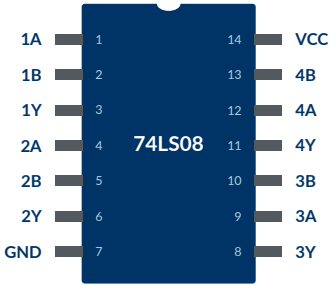
COLUMNAS DE 5

Los cinco orificios de cada columna corta están unidos entre sí.

CANAL CENTRAL

El integrado va **sobre el canal**, para que cada terminal quede en una columna distinta.

Cómo identificar los terminales de un integrado



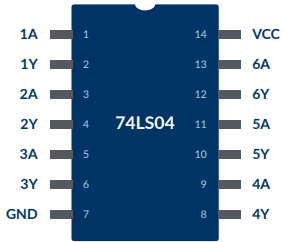
1. Ubique la **muesca** o el punto y colóquela **hacia arriba**.
2. El terminal **1** es el de arriba a la izquierda.
3. La numeración avanza **en sentido antihorario**: baja por la izquierda y sube por la derecha.
4. En los integrados de 14 terminales de hoy: GND en el **7** y VCC en el **14**.

ADVERTENCIA

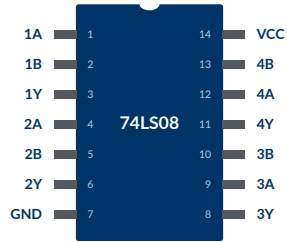
Hay excepciones: en el **74LS76**, VCC es el 5 y GND el 13. La referencia autorizada es siempre la **hoja de datos**.

Los integrados de hoy

Numeración del anexo A del manual



74LS04: seis inversores (NOT).



Cuatro compuertas de dos entradas.

Integrado	Compuerta
74LS08	AND
74LS32	OR
74LS00	NAND
74LS86	XOR

Los cuatro tienen la **misma distribución** que el 74LS08: solo cambia la operación.

03 PARTE

ELECTRÓNICA DIGITAL

Práctica 1: Instrumentación, compuertas y una función simplificada

Objetivos y materiales

OBJETIVOS

- Encender el módulo de 5 V y comprobar la tensión con el multímetro.
- Comprobar con un LED las compuertas NOT, AND, OR, NAND y XOR.
- Simplificar una función con **álgebra booleana** y comprobarla con un **mapa de Karnaugh**.
- Armarla de dos formas y comprobar con una XOR que son equivalentes.

MATERIALES Y EQUIPO

- UT33B+ y MO-MB102 con ADP-5HB.
- 74LS04, 74LS08, 74LS32, 74LS00 y 74LS86. Reto: 74LS157.
- 4 LEDs rojos, amarillos o verdes, 4 resistencias de 330 Ω y 2 de 1 kΩ.
- Protoboard, cables *jumper* y la guía impresa.

Ritmo pausado: **se arma, se mide y se anota**.

Parte A. Encender y medir los 5 V

25 min

1. Multímetro **UT33B+** en tensión continua: punta negra en `COM` y roja en el borne de tensión.
2. Adaptador al módulo, módulo a los rieles, selector en **5 V**.
3. **Antes de insertar integrados**, mida entre el riel rojo y el azul.
4. Mida una resistencia de 330 Ω y la continuidad de un cable.

Medición	Esperado	Medido
Rieles	4.75 a 5.25 V	
Resistencia	≈ 330 Ω	
Continuidad	Cerrado (pita)	

NOTA

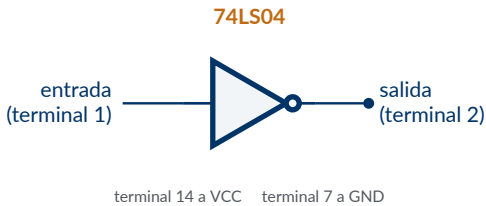
Por la tolerancia, 325 Ω o 335 Ω también son correctos.

RIESGO ELÉCTRICO

No conecte la fuente variable al protoboard sin que el instructor lo indique. Un ajuste de 12 V destruye los integrados.

Parte B. El inversor 74LS04

20 min



1. Inserte el **74LS04** con la muesca hacia arriba.
2. Terminal 1 a `GND`; mida el terminal 2.
3. Terminal 1 a `VCC`; mida otra vez.

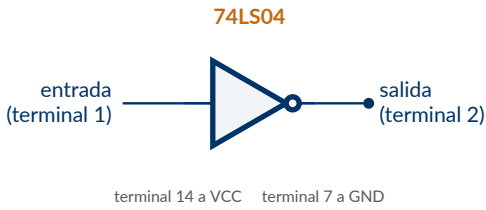
Entrada	V de salida	Nivel
Terminal 1 a GND		
Terminal 1 a VCC		

ADVERTENCIA

No deje entradas colgando. Una entrada al aire no es 0 ni 1. Las que no use, a `GND` o a `VCC` con 1 kΩ.

Parte B. El inversor 74LS04

20 min



1. Inserte el **74LS04** con la muesca hacia arriba.
2. Terminal 1 a GND; mida el terminal 2.
3. Terminal 1 a VCC; mida otra vez.

Entrada	V de salida	Nivel
Terminal 1 a GND	alta, $\approx 3.4\,\text{V}$	**1**
Terminal 1 a VCC	baja, $< 0.5\,\text{V}$	**0**

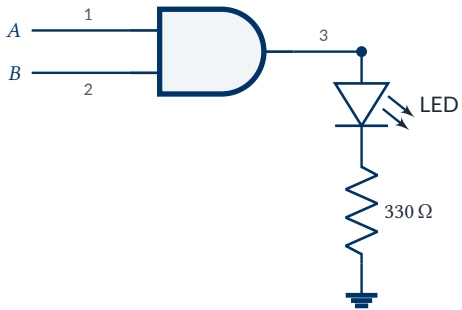
ADVERTENCIA

No deje entradas colgando. Una entrada al aire no es 0 ni 1. Las que no use, a GND o a VCC con 1 kΩ.

Parte C. Las compuertas de dos entradas

40 min

74LS08 / 32 / 00 / 86



A	B	AND	OR	NAND	XOR
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

LED encendido = 1; apagado = 0.

RECOMENDACIÓN

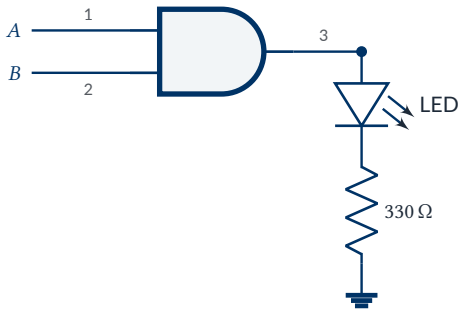
Si el LED nunca enciende, revise en orden: alimentación, muesca, resistencia y que el LED no esté al revés.

1. *A* y *B*: cables que pasan de GND (0) a VCC (1).
2. 74LS08: terminales 1, 2 y 3.
3. Cambie al 32, al 00 y al 86 **sin mover cables**.

Parte C. Las compuertas de dos entradas

40 min

74LS08 / 32 / 00 / 86



A	B	AND	OR	NAND	XOR
0	0	0			
0	1	0			
1	0	0			
1	1	1			

LED encendido = 1; apagado = 0.

RECOMENDACIÓN

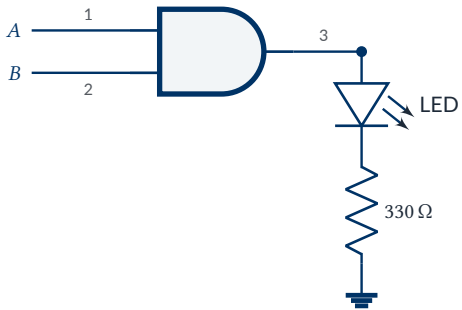
Si el LED nunca enciende, revise en orden: alimentación, muesca, resistencia y que el LED no esté al revés.

1. *A* y *B*: cables que pasan de GND (0) a VCC (1).
2. 74LS08: terminales 1, 2 y 3.
3. Cambie al 32, al 00 y al 86 **sin mover cables**.

Parte C. Las compuertas de dos entradas

40 min

74LS08 / 32 / 00 / 86



A	B	AND	OR	NAND	XOR
0	0	0	0		
0	1	0	1		
1	0	0	1		
1	1	1	1		

LED encendido = 1; apagado = 0.

RECOMENDACIÓN

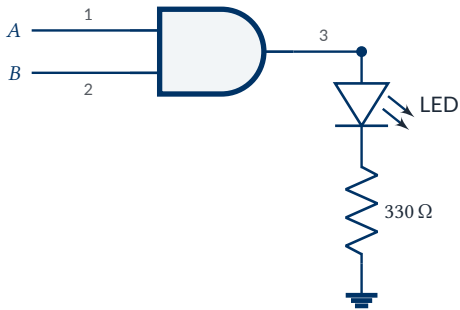
Si el LED nunca enciende, revise en orden: alimentación, muesca, resistencia y que el LED no esté al revés.

1. *A* y *B*: cables que pasan de GND (0) a VCC (1).
2. 74LS08: terminales 1, 2 y 3.
3. Cambie al 32, al 00 y al 86 **sin mover cables**.

Parte C. Las compuertas de dos entradas

40 min

74LS08 / 32 / 00 / 86



A	B	AND	OR	NAND	XOR
0	0	0	0	1	
0	1	0	1	1	
1	0	0	1	1	
1	1	1	1	0	

LED encendido = 1; apagado = 0.

RECOMENDACIÓN

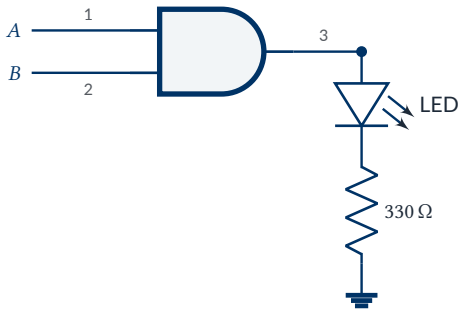
Si el LED nunca enciende, revise en orden: alimentación, muesca, resistencia y que el LED no esté al revés.

1. *A* y *B*: cables que pasan de GND (0) a VCC (1).
2. 74LS08: terminales 1, 2 y 3.
3. Cambie al 32, al 00 y al 86 **sin mover cables**.

Parte C. Las compuertas de dos entradas

40 min

74LS08 / 32 / 00 / 86



A	B	AND	OR	NAND	XOR
0	0	0	0	1	0
0	1	0	1	1	1
1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	0	0

LED encendido = 1; apagado = 0.

RECOMENDACIÓN

Si el LED nunca enciende, revise en orden: alimentación, muesca, resistencia y que el LED no esté al revés.

1. *A* y *B*: cables que pasan de GND (0) a VCC (1).
2. 74LS08: terminales 1, 2 y 3.
3. Cambie al 32, al 00 y al 86 **sin mover cables**.

Parte D. El problema: la bomba de riego

35 min De un enunciado a una tabla y a una función

ENUNCIADO

Una cooperativa riega su invernadero de tomate con una bomba.

- A: sensor de humedad. 1 = suelo **seco**.
- B: modo. 1 = **automático**, 0 = **manual**.
- C: interruptor manual. 1 = **encendido**.
- F: bomba encendida (un LED).

Regla: en automático la bomba obedece al sensor; en manual, al interruptor.

A	B	C	Fila	Obedece a...	F
0	0	0	m_0	interruptor	
0	0	1	m_1	interruptor	
0	1	0	m_2	sensor	
0	1	1	m_3	sensor	
1	0	0	m_4	interruptor	
1	0	1	m_5	interruptor	
1	1	0	m_6	sensor	
1	1	1	m_7	sensor	

Parte D. El problema: la bomba de riego

35 min De un enunciado a una tabla y a una función

ENUNCIADO

Una cooperativa riega su invernadero de tomate con una bomba.

- A: sensor de humedad. 1 = suelo **seco**.
- B: modo. 1 = **automático**, 0 = **manual**.
- C: interruptor manual. 1 = **encendido**.
- F: bomba encendida (un LED).

Regla: en automático la bomba obedece al sensor; en manual, al interruptor.

A	B	C	Fila	Obedece a…	F
0	0	0	m_0	interruptor	0
0	0	1	m_1	interruptor	1
0	1	0	m_2	sensor	0
0	1	1	m_3	sensor	0
1	0	0	m_4	interruptor	0
1	0	1	m_5	interruptor	1
1	1	0	m_6	sensor	1
1	1	1	m_7	sensor	1

Parte D. El problema: la bomba de riego

35 min — De un enunciado a una tabla y a una función

ENUNCIADO

Una cooperativa riega su invernadero de tomate con una bomba.

- A: sensor de humedad. 1 = suelo **seco**.
- B: modo. 1 = **automático**, 0 = **manual**.
- C: interruptor manual. 1 = **encendido**.
- F: bomba encendida (un LED).

Regla: en automático la bomba obedece al sensor; en manual, al interruptor.

Cada fila con $F = 1$ da un producto: la variable va normal si vale 1 y negada si vale 0.

$$F = \overline{A}\,\overline{B}C + A\,\overline{B}C + A\,B\,\overline{C} + A\,B\,C$$

A	B	C	Fila	Obedece a…	F
0	0	0	m_0	interruptor	0
0	0	1	m_1	interruptor	1
0	1	0	m_2	sensor	0
0	1	1	m_3	sensor	0
1	0	0	m_4	interruptor	0
1	0	1	m_5	interruptor	1
1	1	0	m_6	sensor	1
1	1	1	m_7	sensor	1

ADVERTENCIA

Armada así necesitaría 4 AND de tres entradas, una OR de cuatro y 3 NOT. Primero hay que **simplificar**.

Reglas del álgebra booleana

Dos formas duales por regla • hoy se usan todas menos la 2 y la 10

N.º	Regla	Forma con +	Forma con ·
1	Identidad	$X + 0 = X$	$X \cdot 1 = X$
2	Elemento nulo	$X + 1 = 1$	$X \cdot 0 = 0$
3	Idempotencia	$X + X = X$	$X \cdot X = X$
4	Complemento	$X + \overline{X} = 1$	$X \cdot \overline{X} = 0$
5	Involución (doble negación)	$\overline{\overline{X}} = X$	
6	Conmutativa	$X + Y = Y + X$	$XY = YX$
7	Asociativa	$(X + Y) + Z = X + (Y + Z)$	$(XY)Z = X(YZ)$
8	Distributiva	$X + YZ = (X + Y)(X + Z)$	$X(Y + Z) = XY + XZ$
9	Absorción	$X + XY = X$	$X(X + Y) = X$
10	Absorción del complemento	$X + \overline{X}Y = X + Y$	$X(\overline{X} + Y) = XY$
11	De Morgan	$\overline{X + Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y}$	$\overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y}$
12	Consenso	$XY + \overline{X}Z + YZ = XY + \overline{X}Z$	

Paso 1. Simplificar con álgebra booleana

Ejercicio 1 de la guía

Paso	Expresión	Regla aplicada
0	$\overline{A}\,\overline{B}C + A\,\overline{B}C + A\,B\overline{C} + A\,BC$	Función de la tabla
1		
2		
3		
4		

Paso 1. Simplificar con álgebra booleana

Ejercicio 1 de la guía

Paso	Expresión	Regla aplicada
0	$\overline{A}\,\overline{B}C + A\,\overline{B}C + A\,B\,\overline{C} + A\,B\,C$	Función de la tabla
1	$\overline{B}C\,(\overline{A} + A) + AB\,(\overline{C} + C)$	Conmutativa y distributiva: factor común
2		
3		
4		

Paso 1. Simplificar con álgebra booleana

Ejercicio 1 de la guía

Paso	Expresión	Regla aplicada
0	$\overline{A}\,\overline{B}C + A\,\overline{B}C + A\,B\overline{C} + A\,BC$	Función de la tabla
1	$\overline{B}C\,(\overline{A} + A) + AB\,(\overline{C} + C)$	Conmutativa y distributiva: factor común
2	$\overline{B}C \cdot 1 + AB \cdot 1$	Complemento: $X + \overline{X} = 1$
3		
4		

Paso 1. Simplificar con álgebra booleana

Ejercicio 1 de la guía

Paso	Expresión	Regla aplicada
0	$\overline{A}\,\overline{B}C + A\,\overline{B}C + A\,B\overline{C} + A\,BC$	Función de la tabla
1	$\overline{B}C\,(\overline{A} + A) + AB\,(\overline{C} + C)$	Conmutativa y distributiva: factor común
2	$\overline{B}C \cdot 1 + AB \cdot 1$	Complemento: $X + \overline{X} = 1$
3	$\overline{B}C + AB$	Identidad: $X \cdot 1 = X$
4		

Paso 1. Simplificar con álgebra booleana

Ejercicio 1 de la guía

Paso	Expresión	Regla aplicada
0	$\overline{A}\,\overline{B}C + A\,\overline{B}C + A\,B\overline{C} + A\,B\,C$	Función de la tabla
1	$\overline{B}C\,(\overline{A} + A) + AB\,(\overline{C} + C)$	Conmutativa y distributiva: factor común
2	$\overline{B}C \cdot 1 + AB \cdot 1$	Complemento: $X + \overline{X} = 1$
3	$\overline{B}C + AB$	Identidad: $X \cdot 1 = X$
4	$\boldsymbol{AB + \overline{B}C}$	Conmutativa (para ordenar)

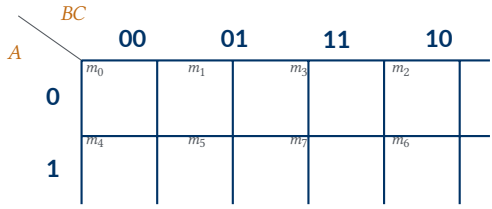
De **cuatro productos de tres variables** a **dos productos de dos variables**: 2 AND, 1 OR y 1 NOT.

NOTA

En palabras: la bomba enciende si está en automático y el suelo está seco (AB), o si está en manual y el interruptor encendido ($\overline{B}C$).

Paso 2. Comprobar con el mapa de Karnaugh

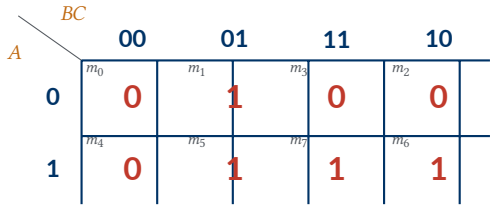
Ejercicio 2 de la guía



1. Columnas en orden **00, 01, 11, 10**: de una a otra cambia un solo bit.

Paso 2. Comprobar con el mapa de Karnaugh

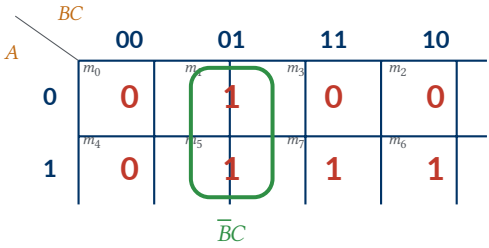
Ejercicio 2 de la guía



1. Columnas en orden **00, 01, 11, 10**: de una a otra cambia un solo bit.
2. Se escribe un 1 donde la función vale 1 (m_1, m_5, m_6, m_7).

Paso 2. Comprobar con el mapa de Karnaugh

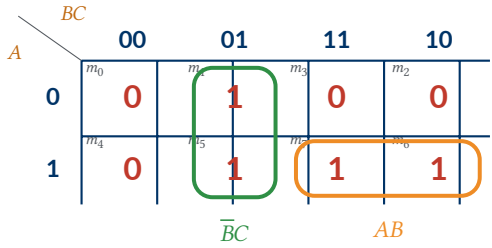
Ejercicio 2 de la guía



1. Columnas en orden **00, 01, 11, 10**: de una a otra cambia un solo bit.
2. Se escribe un 1 donde la función vale 1 (m_1, m_5, m_6, m_7).
3. Grupo m_1–m_5: cambia A; se quedan $B = 0$ y $C = 1 \Rightarrow \overline{B}C$.

Paso 2. Comprobar con el mapa de Karnaugh

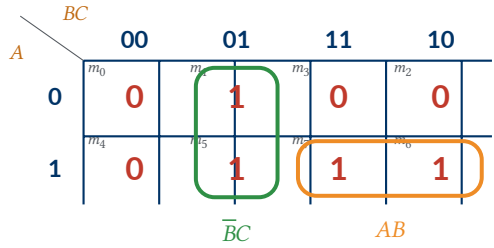
Ejercicio 2 de la guía



1. Columnas en orden **00, 01, 11, 10**: de una a otra cambia un solo bit.
2. Se escribe un 1 donde la función vale 1 (m_1, m_5, m_6, m_7).
3. Grupo m_1–m_5: cambia A; se quedan $B = 0$ y $C = 1 \Rightarrow \overline{B}C$.
4. Grupo m_6–m_7: cambia C; se quedan $A = 1$ y $B = 1 \Rightarrow AB$.

Paso 2. Comprobar con el mapa de Karnaugh

Ejercicio 2 de la guía

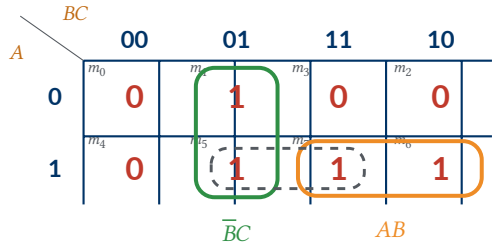


$F = AB + \overline{B}C$ ✔ igual que con el álgebra

1. Columnas en orden **00, 01, 11, 10**: de una a otra cambia un solo bit.
2. Se escribe un 1 donde la función vale 1 (m_1, m_5, m_6, m_7).
3. Grupo m_1–m_5: cambia A; se quedan $B = 0$ y $C = 1 \Rightarrow \overline{B}C$.
4. Grupo m_6–m_7: cambia C; se quedan $A = 1$ y $B = 1 \Rightarrow AB$.

Paso 2. Comprobar con el mapa de Karnaugh

Ejercicio 2 de la guía



$F = AB + \overline{B}C$ ✔ igual que con el álgebra

1. Columnas en orden **00, 01, 11, 10**: de una a otra cambia un solo bit.
2. Se escribe un 1 donde la función vale 1 (m_1, m_5, m_6, m_7).
3. Grupo m_1–m_5: cambia A; se quedan $B = 0$ y $C = 1 \Rightarrow \overline{B}C$.
4. Grupo m_6–m_7: cambia C; se quedan $A = 1$ y $B = 1 \Rightarrow AB$.

ADVERTENCIA

¿Y el grupo punteado m_5–m_7 (AC)? Sus dos 1 ya están cubiertos: **sobra**. No está mal, pero el circuito ya no es el mínimo.

¿Y si se agrupa de más? El término AC sobra

Ejercicio 3 de la guía: regla 12, el consenso

Paso	Expresión	Regla aplicada
0	$AB + \overline{B}C + AC$	Lo que obtuvo un compañero
1	$AB + \overline{B}C + AC\,(B + \overline{B})$	
2	$AB + \overline{B}C + ABC + A\overline{B}C$	
3	$(AB + AB\,C) + (\overline{B}C + \overline{B}C\,A)$	
4	$\boldsymbol{AB + \overline{B}C}$	

En el mapa: un grupo cuyos 1 ya están todos dentro de otros grupos **sobra**. En el álgebra: es el teorema del **consenso**.

¿Y si se agrupa de más? El término AC sobra

Ejercicio 3 de la guía: regla 12, el consenso

Paso	Expresión	Regla aplicada
0	$AB + \overline{B}C + AC$	Lo que obtuvo un compañero
1	$AB + \overline{B}C + AC\,(B + \overline{B})$	Identidad y complemento: $AC = AC \cdot 1$
2	$AB + \overline{B}C + ABC + A\overline{B}C$	
3	$(AB + AB\,C) + (\overline{B}C + \overline{B}C\,A)$	
4	$\boldsymbol{AB + \overline{B}C}$	

En el mapa: un grupo cuyos 1 ya están todos dentro de otros grupos **sobra**. En el álgebra: es el teorema del **consenso**.

¿Y si se agrupa de más? El término AC sobra

Ejercicio 3 de la guía: regla 12, el consenso

Paso	Expresión	Regla aplicada
0	$AB + \overline{B}C + AC$	Lo que obtuvo un compañero
1	$AB + \overline{B}C + AC\,(B + \overline{B})$	Identidad y complemento: $AC = AC \cdot 1$
2	$AB + \overline{B}C + ABC + A\overline{B}C$	Distributiva
3	$(AB + AB\,C) + (\overline{B}C + \overline{B}C\,A)$	
4	$\boldsymbol{AB + \overline{B}C}$	

En el mapa: un grupo cuyos 1 ya están todos dentro de otros grupos **sobra**. En el álgebra: es el teorema del **consenso**.

¿Y si se agrupa de más? El término AC sobra

Ejercicio 3 de la guía: regla 12, el consenso

Paso	Expresión	Regla aplicada
0	$AB + \overline{B}C + AC$	Lo que obtuvo un compañero
1	$AB + \overline{B}C + AC\,(B + \overline{B})$	Identidad y complemento: $AC = AC \cdot 1$
2	$AB + \overline{B}C + ABC + A\overline{B}C$	Distributiva
3	$(AB + AB\,C) + (\overline{B}C + \overline{B}C\,A)$	Conmutativa y asociativa
4	$\boldsymbol{AB + \overline{B}C}$	

En el mapa: un grupo cuyos 1 ya están todos dentro de otros grupos **sobra**. En el álgebra: es el teorema del **consenso**.

¿Y si se agrupa de más? El término AC sobra

Ejercicio 3 de la guía: regla 12, el consenso

Paso	Expresión	Regla aplicada
0	$AB + \overline{B}C + AC$	Lo que obtuvo un compañero
1	$AB + \overline{B}C + AC\,(B + \overline{B})$	Identidad y complemento: $AC = AC \cdot 1$
2	$AB + \overline{B}C + ABC + A\overline{B}C$	Distributiva
3	$(AB + AB\,C) + (\overline{B}C + \overline{B}C\,A)$	Conmutativa y asociativa
4	$\boldsymbol{AB + \overline{B}C}$	Absorción: $X + XY = X$

En el mapa: un grupo cuyos 1 ya están todos dentro de otros grupos **sobra**. En el álgebra: es el teorema del **consenso**.

Paso 3. Llevarla a solo compuertas NAND

Ejercicio 4 de la guía: involución y De Morgan

Paso	Expresión	Regla
0	$AB + \overline{B}C$	Simplificada
1		
2		
3		

Paso 3. Llevarla a solo compuertas NAND

Ejercicio 4 de la guía: involución y De Morgan

Paso	Expresión	Regla
0	$AB + \overline{B}C$	Simplificada
1	$\overline{\overline{AB + \overline{B}C}}$	Involución
2		
3		

Paso 3. Llevarla a solo compuertas NAND

Ejercicio 4 de la guía: involución y De Morgan

Paso	Expresión	Regla
0	$AB + \overline{B}C$	Simplificada
1	$\overline{\overline{AB + \overline{B}C}}$	Involución
2	$\overline{\overline{AB} \cdot \overline{\overline{B}C}}$	De Morgan
3		

Paso 3. Llevarla a solo compuertas NAND

Ejercicio 4 de la guía: involución y De Morgan

Paso	Expresión	Regla
0	$AB + \overline{B}C$	Simplificada
1	$\overline{\overline{AB + \overline{B}C}}$	Involución
2	$\overline{\overline{AB} \cdot \overline{\overline{B}C}}$	De Morgan
3	$\overline{B} = \overline{B \cdot B}$	Idempotencia

Paso 3. Llevarla a solo compuertas NAND

Ejercicio 4 de la guía: involución y De Morgan

Paso	Expresión	Regla
0	$AB + \overline{B}C$	Simplificada
1	$\overline{\overline{AB + \overline{B}C}}$	Involución
2	$\overline{\overline{AB} \cdot \overline{\overline{B}C}}$	De Morgan
3	$\overline{B} = \overline{B \cdot B}$	Idempotencia

CUENTE LAS BARRAS

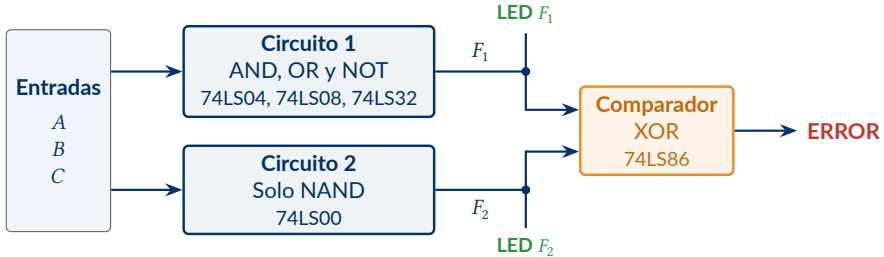
Cada barra sobre un producto es una NAND:

1. $\overline{B \cdot B} = \overline{B}$ (inversor)
2. $\overline{AB}$
3. $\overline{\overline{B}C}$
4. la barra de afuera

Cuatro NAND: un solo 74LS00, en lugar de tres integrados.

Parte E. Dos circuitos y un juez

55 min Arme siguiendo la guía; no improvise el alambrado

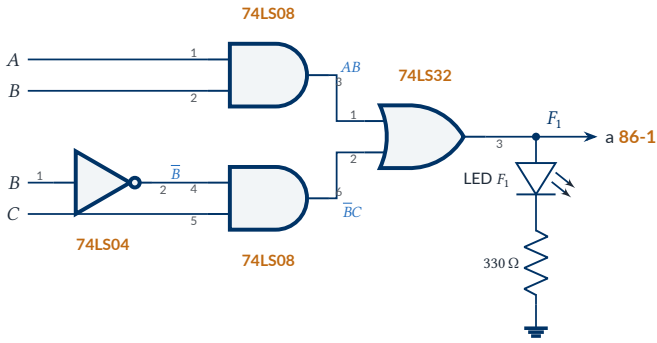


1. Mida los 5 V antes de insertar los integrados.
2. Orden: **74LS04**, **74LS08**, **74LS32**, **74LS00**, **74LS86**. **Todos** con 14 a VCC y 7 a GND.
3. Tres columnas para A, B y C; de ahí salen los cables. B llega a **cinco** terminales.

> La XOR vale 1 solo si $F_1 \neq F_2$. Si los dos circuitos son equivalentes, el LED **ERROR nunca enciende**.

Circuito 1: AND, OR y NOT

$F_1 = AB + \overline{B}C$ • números pequeños: terminales



Conexiones

B a **04-1**

A a **08-1**; B a **08-2**

04-2 a **08-4**; C a **08-5**

08-3 a **32-1**

08-6 a **32-2**

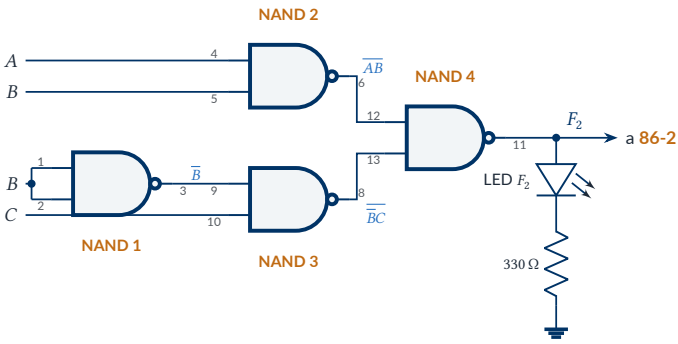
32-3 al LED F_1 y a **86-1**

RECOMENDACIÓN

Pruébelo antes de seguir: con $B = 1$ el LED copia a A; con $B = 0$, a C.

Circuito 2: solo NAND

$F_2 = \overline{AB} \cdot \overline{\overline{B}C}$ con las cuatro NAND del 74LS00



Conexiones

B a **00-1** y a **00-2**

A a **00-4**; B a **00-5**

00-3 a **00-9**; C a **00-10**

00-6 a **00-12**

00-8 a **00-13**

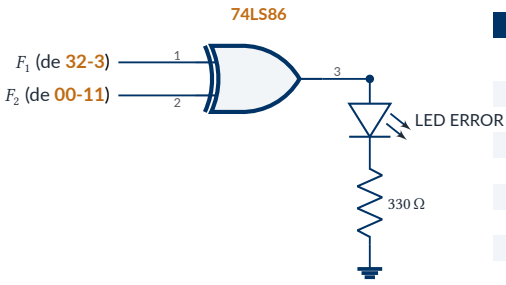
00-11 al LED F_2 y a **86-2**

ADVERTENCIA

La NAND 3 está “al revés”: su salida es el **8** y sus entradas el 9 y el 10.

El comparador XOR y las pruebas

Pruebe las ocho combinaciones y anote los tres LEDs



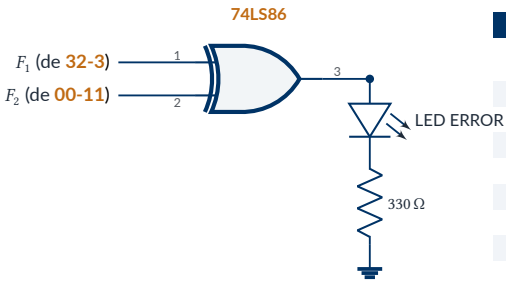
A	B	C	F papel	F_1	F_2	ERROR
0	0	0				
0	0	1				
0	1	0				
0	1	1				
1	0	0				
1	0	1				
1	1	0				
1	1	1				

RECOMENDACIÓN

LEDs rojos, amarillos o verdes: los blancos y azules casi no encienden con una salida TTL.

El comparador XOR y las pruebas

Pruebe las ocho combinaciones y anote los tres LEDs



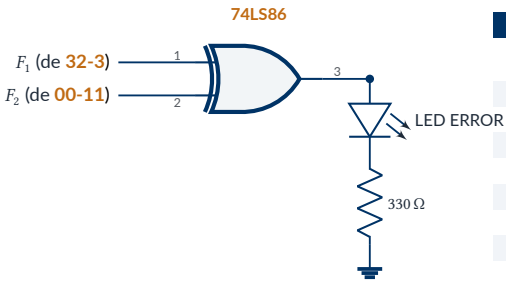
A	B	C	F papel	F_1	F_2	ERROR
0	0	0	0			
0	0	1	1			
0	1	0	0			
0	1	1	0			
1	0	0	0			
1	0	1	1			
1	1	0	1			
1	1	1	1			

RECOMENDACIÓN

LEDs rojos, amarillos o verdes: los blancos y azules casi no encienden con una salida TTL.

El comparador XOR y las pruebas

Pruebe las ocho combinaciones y anote los tres LEDs



A	B	C	F papel	F_1	F_2	ERROR
0	0	0	0			0
0	0	1	1			0
0	1	0	0			0
0	1	1	0			0
1	0	0	0			0
1	0	1	1			0
1	1	0	1			0
1	1	1	1			0

F_1 y F_2 deben copiar la columna *F papel*, y ERROR debe quedar **apagado en las ocho filas**.

RECOMENDACIÓN

LEDs rojos, amarillos o verdes: los blancos y azules casi no encienden con una salida TTL.

Provoque una falla

Lo que el comparador sabe hacer

1. Con todo funcionando, **desconecte la alimentación**.
2. Cambie un solo cable: el que lleva C a **00-10**, llévelo a la columna de A.
3. Alimente y recorra las ocho combinaciones.
4. Regrese el cable y compruebe que ERROR vuelve a apagarse.

RETO: LA MISMA FUNCIÓN EN UN INTEGRADO

Con B se *elige* entre A y C: eso es un **multiplexor** (sesión 3). El **74LS157** calcula $1Y = \overline{SEL} \cdot 1A + SEL \cdot 1B$.

- 16 a **VCC**, 8 y 15 (**EN**) a **GND**.
- B al 1 (**SEL**), C al 2 (1A), A al 3 (1B).
- Un cuarto LED en el 4 (1Y).

¿Coincide con F_1 y F_2 en las ocho filas?

Provoque una falla

Lo que el comparador sabe hacer

1. Con todo funcionando, **desconecte la alimentación**.
2. Cambie un solo cable: el que lleva C a **00-10**, llévelo a la columna de A.
3. Alimente y recorra las ocho combinaciones.
4. Regrese el cable y compruebe que ERROR vuelve a apagarse.

¿QUÉ PASÓ?

El circuito 2 ahora calcula $AB + \overline{B}A = A$. ERROR enciende en **001** y **100**: justo donde A y F no coinciden.

RETO: LA MISMA FUNCIÓN EN UN INTEGRADO

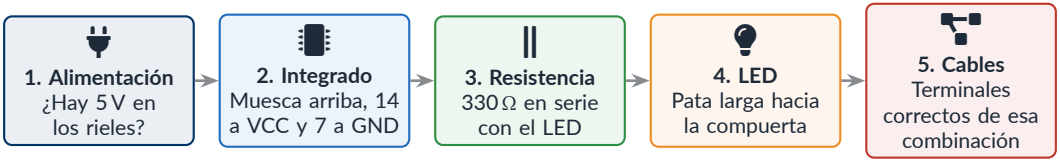
Con B se *elige* entre A y C: eso es un **multiplexor** (sesión 3). El **74LS157** calcula $1Y = \overline{SEL} \cdot 1A + SEL \cdot 1B$.

- 16 a **VCC**, 8 y 15 (**EN**) a **GND**.
- B al 1 (**SEL**), C al 2 (1A), A al 3 (1B).
- Un cuarto LED en el 4 (1Y).

¿Coincide con F_1 y F_2 en las ocho filas?

Si el circuito no funciona

Revise en este orden, sin cambiar varias cosas a la vez



RECOMENDACIÓN

El multímetro es su mejor aliado: mida el nivel en la entrada y en la salida de cada compuerta.

ADVERTENCIA

Desconecte la alimentación **antes** de mover cualquier cable.

Evaluación en Socrative

20 min Individual • 40 puntos

EVALUACIÓN EN LÍNEA (SOCRATIVE)

1. Desarme el circuito si el instructor lo indica.
2. Abra `socrative.com` e ingrese como **Estudiante**.
3. Escriba el nombre de la sala.
4. Ingrese su **nombre completo**, tal como aparece en la lista.

NOMBRE DE LA SALA

_____



NOTA

Las preguntas combinan teoría (niveles lógicos, compuertas, álgebra booleana y Karnaugh) con lo que usted armó y midió: los datos de sus tablas cuentan.

Resumen de hoy

- La electrónica digital trabaja con **dos niveles**: 0 y 1.
- TTL: alimentación de **5 V**; entrada baja hasta 0.8 V y alta desde 2.0 V.
- Integrado: muesca arriba, terminal 1 arriba a la izquierda, `VCC` en 14 y `GND` en 7.
- Todo LED lleva su resistencia de **330** Ω.
- AND, OR, NOT, NAND y XOR: `74LS08`, `74LS32`, `74LS04`, `74LS00` y `74LS86`.
- Álgebra booleana y Karnaugh: de cuatro productos a $AB + \overline{B}C$.
- Con De Morgan se arma **solo con NAND**.
- La XOR compara: 1 si sus entradas son distintas.

RECOMENDACIÓN

Al terminar: desarme el circuito, devuelva los componentes como los recibió y apague todo el instrumental.

Próxima sesión

Práctica 2: base de tiempo, temporización y circuitos secuenciales

LO QUE VIENE

- Manejo del osciloscopio **FNIRSI-1014D**.
- Frecuencia, período y ciclo de trabajo.
- El **555** en modo astable: un reloj.
- Flip-flops D **74LS74** y JK **74LS76**: un contador de 2 bits.

PARA MAÑANA

1. Leer la Práctica 2 del manual.
2. Repasar las tablas de verdad de hoy.
3. Traer cuaderno cuadriculado para dibujar formas de onda.

El osciloscopio se comparte entre dos estaciones: tenga el circuito armado **antes** de su turno.



¡Gracias!

¿Preguntas?

github.com/MynorCifuentes