

# FUNDAMENTOS DE COMPUTADORES

## Práctica 1

### Utilización del entrenador lógico

Apellidos y nombre	Grupo	DNI

### GENERALIDADES

El entrenador lógico es una plataforma de trabajo que permite la realización de prácticas con circuitos lógicos sin necesidad de utilizar instrumentación exterior. Contiene puertas lógicas básicas (AND, OR, NOT) y circuitos más complejos formados a partir de éstas. Las puertas lógicas están alimentadas internamente y sólo están accesibles sus entradas y salidas desde el exterior. Para realizar las interconexiones necesarias y construir los circuitos utilizaremos cables con terminales en los extremos; dichos terminales encajan en los orificios (denominados bornes) dispuestos en las entradas y salidas de las puertas lógicas.

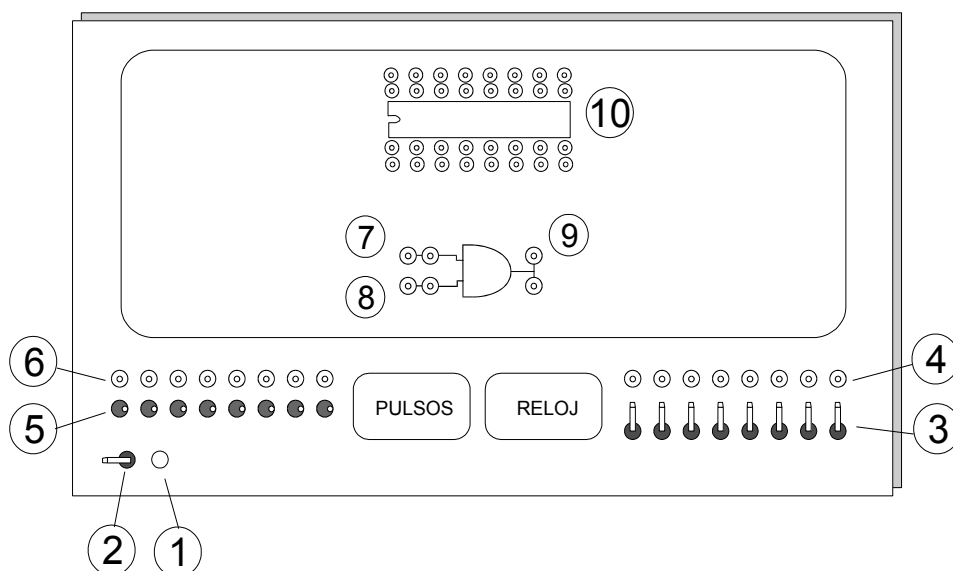


Figura 1. Esquema básico del entrenador lógico.

### Descripción del entrenador lógico

La figura 1 muestra un esquema básico del entrenador. A continuación se describen los elementos más importantes que lo componen.

1. **LED de encendido.** Si este LED está encendido significa que el entrenador está en funcionamiento. **ES MUY IMPORTANTE QUE mientras se realiza el montaje de un circuito lógico que el entrenador no esté en funcionamiento (LED apagado).**
2. **Interruptor general:** Para poner en funcionamiento el entrenador.
3. **Conmutadores de programación de niveles lógicos:** Cada una de estos conmutadores tiene asociado un borne de salida (4). Dependiendo de la posición de la palanca del

conmutador, podemos forzar en el borne asociado un nivel alto (5 Voltios) si la palanca está hacia arriba o un nivel bajo (0 Voltios) si está hacia abajo.

4. **Bornes programables:** De estos bornes se toman las señales de entrada necesarias para el circuito lógico.
5. **Indicadores de salida lógica:** Si al borne asociado al indicador (6) llega un nivel alto (5 Voltios), el indicador de salida estará encendido y si llega un nivel bajo (0V) estará apagado.
6. **Bornes de entrada de los indicadores de estado lógico:** A estos bornes generalmente se conecta la salida de un circuito lógico.
- 7 y 8. **Entradas A y B de la puerta lógica. NÓTESE que cada entrada de la puerta dispone de dos bornes dispuestos en horizontal. SE TRATA DEL MISMO PUNTO ELÉCTRICO, Y ASÍ LO INDICA LA LÍNEA QUE LOS UNE.**
9. **Salida de la puerta lógica. NÓTESE que también la salida dispone de dos bornes de conexión dispuestos, en este caso, en vertical, también con una línea que los une.**
10. **Zócalo:** Los zócalos del entrenador son usados para conectar circuitos integrados comerciales. A través de los bornes asociados se tiene acceso a las patillas del circuito integrado. Recuérdese que deben conectarse siempre los bornes de alimentación del circuito integrado. Los circuitos TTL deben alimentarse con 5V, conectando la patilla VCC a la hembrilla +5V y la patilla GND a la hembrilla 0V. **EN EL ENTRENADOR, ESTOS BORNES ESTÁN EN LA PARTE SUPERIOR, Y SON UNA PAREJA ROJO (+5V) Y NEGRO (GND).**

Hay que observar que aunque cada una de las entradas y la salida de las puertas tienen dos bornes asociados, es como si solamente tuviesen uno, pues ambos están unidos internamente. El hecho de disponer de dos puntos de conexión nos va a facilitar el montaje de circuitos complejos en los que, en un mismo punto eléctrico, deben confluir múltiples cables de interconexión.

## Comprobación de un circuito lógico

---

Una función lógica puede estar representada por una expresión algebraica, una tabla de verdad o por un circuito lógico. Generalmente cuando se aborda el diseño de un nuevo circuito se comienza por obtener su tabla de verdad a partir de su descripción. Una vez obtenida la tabla de verdad se obtiene la expresión algebraica asociada y por último se implementa el circuito lógico equivalente.

### ¿Cómo se puede comprobar que el circuito lógico implementado tiene asociada la tabla de verdad original?

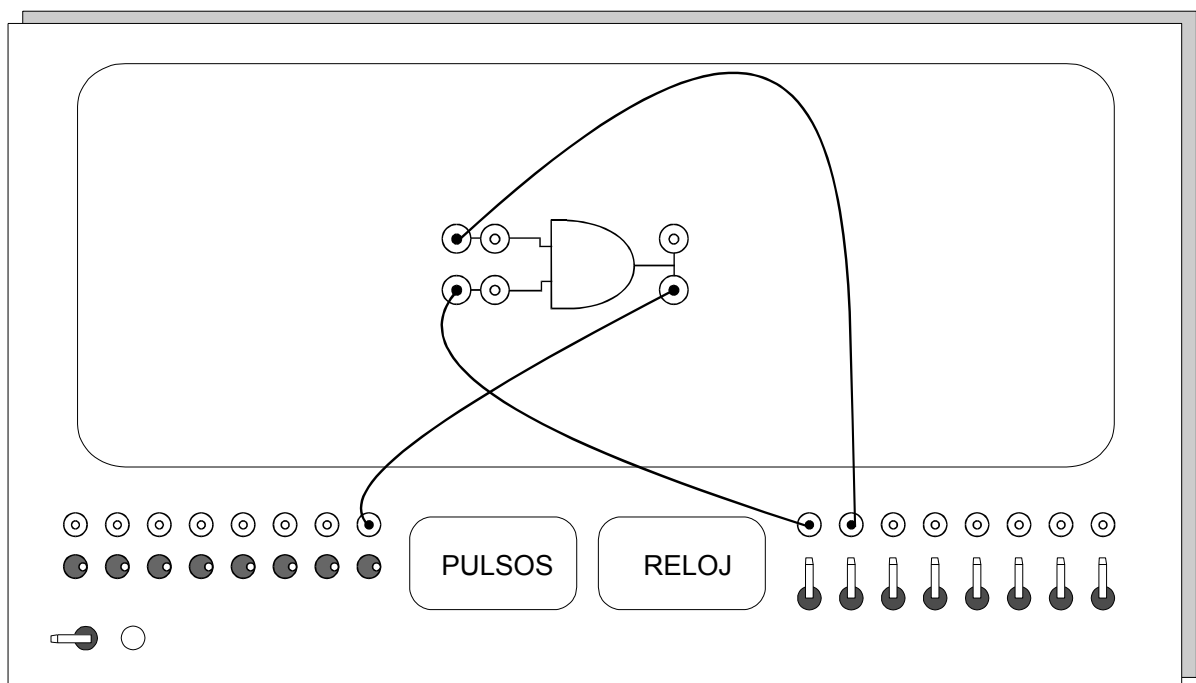
La respuesta, en un caso de “lápiz y papel”, es que hay que dar a las entradas todas las combinaciones de valores posibles y, mediante el análisis del circuito, determinar el valor de la salida del circuito. Obtenemos así una tabla de verdad (obtenida a partir del circuito) que habrá que comparar con la tabla de verdad de partida (obtenida a partir de la descripción).

El trabajo que hay que hacer para comprobar que un circuito lógico tiene asociada una determinada tabla de verdad, cuando en el laboratorio estamos trabajando con el entrenador lógico, es el mismo. La diferencia es que el análisis del circuito es innecesario, pues los indicadores de salida nos muestran directamente el valor de las salidas. Este trabajo se realiza con los siguientes pasos a seguir:

- 1) Realizar el montaje del circuito lógico, empleando las puertas lógicas disponibles en el entrenador y los cables necesarios. Las entradas del circuito habrán de estar conectadas a los bornes programables, y las salidas del mismo a los bornes de entrada de los indicadores de estado.
- 2) Programar una determinada VALORACIÓN en las ENTRADAS del circuito. Los valores que deben tomar las entradas pueden ser generados gracias a las palancas de los conmutadores programables (conmutadores de la parte inferior derecha de la figura 1).
- 3) Visualizar y anotar los valores de las SALIDAS del circuito. Para ver qué valores toman las salidas para cada combinación de los valores de entrada se deben utilizar los bornes asociados a los indicadores de salida lógica (Indicadores de la parte inferior izquierda de la figura 1).
- 4) Repetir los puntos 2) y 3) hasta agotar todas las combinaciones de entrada posibles.

Programando todas las posibles combinaciones de los valores de entrada y observando la salida o salidas del circuito, se obtiene una tabla de verdad. Si la tabla de verdad obtenida (en este caso, del circuito) coincide con la original, el funcionamiento del circuito es correcto, en otro caso es incorrecto. NOTA: Esto último NO es totalmente cierto, pues hay funciones (aquéllas con combinaciones de entrada indiferentes) en las que el circuito puede devolver un resultado 0 ó 1 (elección que hace el diseñador del circuito) para las valoraciones indiferentes.

En la figura 2 se pueden ver las conexiones que sería necesario realizar si se desea comprobar el funcionamiento de un circuito formado únicamente por una puerta AND de dos entradas vista en clase de teoría.



**Figura 2. Conexiones necesarias para comprobar el funcionamiento de una puerta AND.**

## MANEJO DEL ENTRENADOR LÓGICO

**Pregunta 1.** Complétese DE FORMA TEÓRICA la tabla de verdad de una puerta NAND de dos entradas. A continuación utilícese el entrenador lógico para VERIFICAR el funcionamiento de la misma.

B	A	NAND (A,B)

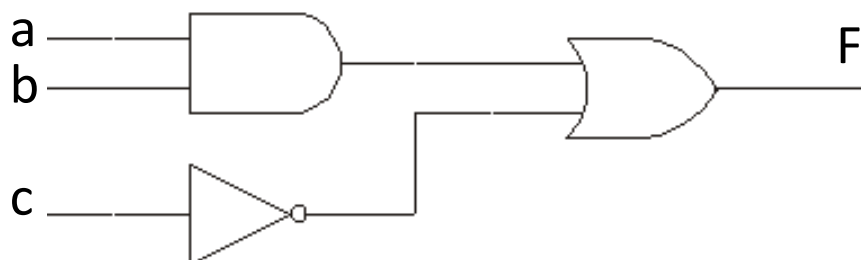
**Tabla 1.** Tabla de verdad de la puerta NAND.

**Pregunta 2.** Complétese de forma teórica, la tabla de verdad de las diferentes expresiones de la tabla 2.

<i>C</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>A AND B</i>	<i>NOT C</i>	<i>(A AND B ) OR (NOT C)</i>	<b>F</b>
0	0	0				
0	0	1				
0	1	0				
0	1	1				
1	0	0				
1	0	1				
1	1	0				
1	1	1				

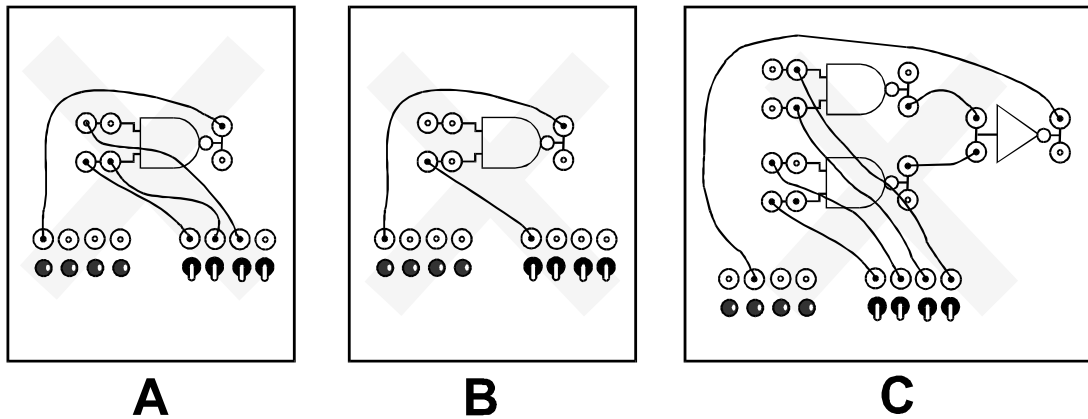
**Tabla 2.** Tabla de verdad del circuito I.

**Pregunta 3.** Impleméntese en el entrenador el circuito de la figura 3 y compruébese la equivalencia con la tabla de verdad de la tabla 2.



**Figura 3.** Circuito I.

Los siguientes circuitos contienen errores cometidos habitualmente. Contéstese en cada caso cuál es el error cometido que hace que no se implemente ninguna función lógica de forma adecuada. (NOTA: Estos circuitos NO deben montarse).



**Figura 4. Circuitos erróneos.**

**Pregunta 4. (0.4 puntos)** Responda a las siguientes cuestiones:

Error del circuito A:

.....

.....

Error del circuito B:

.....

.....

Error del circuito C:

.....

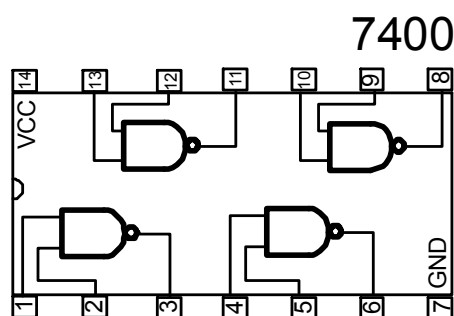
.....

## UTILIZACIÓN DE CIRCUITOS INTEGRADOS

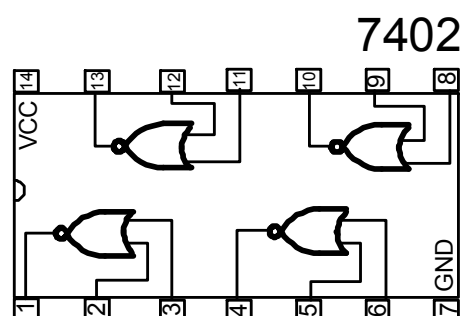
Para poder utilizar circuitos integrados en el entrenador es necesario, además de colocarlo en uno de los zócalos del entrenador, conocer cuál es el patillaje o distribución de entradas y salidas en los terminales de dicho circuito.

**Todos los circuitos integrados deben alimentarse.** Para alimentar un circuito con tecnología TTL, conectaremos la patilla VCC a la hembrilla +5V (**borne rojo**) del entrenador y la patilla GND a la hembrilla 0V (**borne negro**) del entrenador.

Las figura 5 y 6 muestran la asignación de patillas de los circuitos integrados 7400 y 7402 tal como aparece en el catálogo del fabricante.



**Figura 5. Circuito Integrado 7400**



**5 Figura 6. Circuito Integrado 7402**

En ambos encapsulados, la muesca que se muestra entre las patillas 1 y 14 está presente en el encapsulado de plástico, y permite identificar la orientación del chip una vez montado en el entrenador. En algunos circuitos integrados de otros fabricantes esta marca puede estar acompañada (o ser sustituida) por una marca circular junto a la patilla número 1.

**Pregunta 5.** Responda a las siguientes cuestiones:

- Indique el número de la patilla que corresponde con VCC: \_\_\_\_\_
- Indique la tensión a la que conectaremos la patilla VCC: \_\_\_\_\_
- Indique el número de la patilla que corresponde con GND: \_\_\_\_\_
- Indique la tensión a la que conectaremos la patilla GND: \_\_\_\_\_

El circuito 74LS02, contiene 4 puertas NOR idénticas numeradas de la 1 a la 4 (ver Anexo B), cada una con dos entradas (A y B). Las salidas se etiquetan con la letra Y. Como ejemplo, con el convenio utilizado, la patilla etiquetada como 2B hace referencia a la entrada B de la puerta 2, y la salida de dicha puerta es  $2Y = 2A \text{ NOR } 2B$ .

**Pregunta 6.** Responda a las siguientes cuestiones:

- Indique las patillas de las entradas de la puerta 3: \_\_\_\_\_
- Indique la patilla de la salida de la puerta 3: \_\_\_\_\_
- Dibuje la puerta número 3 indicando el número de las patillas de entradas y salida.

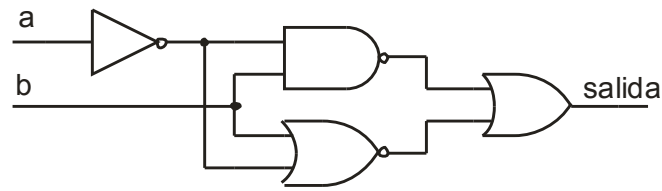


**Pregunta 7.** Compruébese el funcionamiento de una de las puertas del integrado 7402. Para ello, complétese de forma teórica la tabla de verdad de la columna A NOR B de la tabla 3. A continuación, utilizando una de las puertas del integrado 7402, compruebe que su salida (salida Y del circuito integrado), corresponde a la función de la puerta **NOR** previamente calculada.

B	A	A NOR B	Y

**Tabla 3.** Tabla de verdad de una puerta NOR.

**Pregunta 8.** Complétese de forma teórica la tabla de verdad del circuito de la Figura 7.



**Figura 7. Circuito II.**

b	a	NOT a	(NOT a) NAND b	(NOT a) NOR b	Salida

**Tabla 4.** Tabla de verdad del circuito II.

A continuación, impleméntese dicho circuito en el entrenador utilizando:

- Un inversor del entrenador
- Una puerta OR del entrenador
- Una puerta NAND del circuito integrado 7400
- Una puerta NOR del circuito integrado 7402

Una vez realizado el montaje del circuito escriba en la siguiente tabla los valores de las salidas de las cuatro posibles valoraciones.

b	a	Salida
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

**Tabla 5.** Tabla de verdad del circuito II.

¿Las tablas 4 y 5 tienen los mismos valores de salida? \_\_\_\_\_

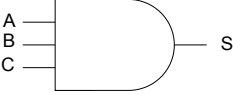
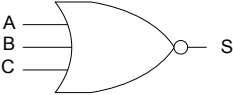
**Pregunta 9.** ¿Cuál es el nivel del circuito de la Figura 7?: \_\_\_\_\_

## IMPLEMENTACIÓN DE PUERTAS LÓGICAS

Para finalizar la primera práctica, el alumno debe ser capaz de implementar puertas lógicas AND, NAND, OR y NOR de aridad N, utilizando las puertas lógicas disponibles en el entrenador.

En cada caso debe dibujar el símbolo lógico de la puerta a implementar y cómo ha realizado la implementación utilizando las puertas lógicas disponibles en el entrenador.

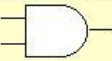


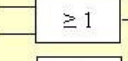
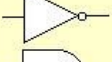
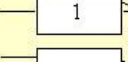



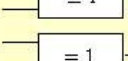

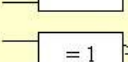

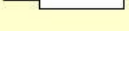
**Pregunta 10.** Termine la siguiente tabla.

Nombre	Expresión algebraica	Símbolo lógico de la puerta a implementar	Implementación utilizando las puertas del entrenador
AND de 3 entradas	$S = A \bullet B \bullet C$		
NAND de 5 entradas	$S = \overline{A \bullet B \bullet C \bullet D \bullet E}$		
OR de 3 entradas	$S = A + B + C$		
NOR de 3 entradas	$S = \overline{A + B + C}$		



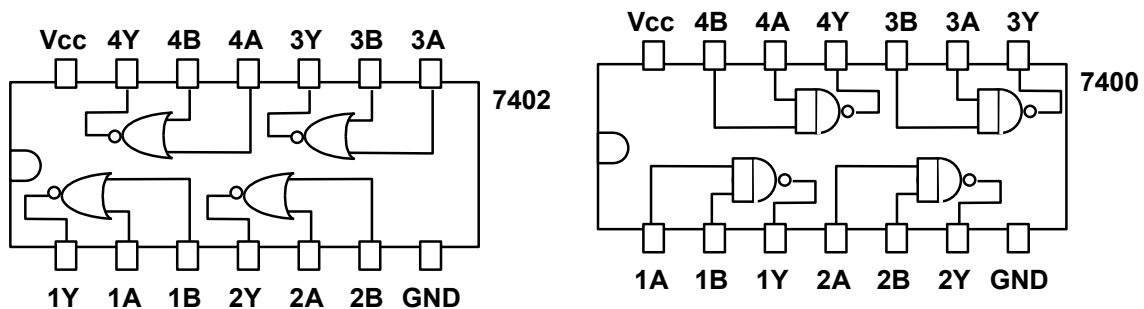
## ANEXO A. SÍMBOLOS LÓGICOS ANSI/IEEE

Los símbolos gráficos que se utilizan en clase para representar las puertas lógicas son los denominados “clásicos” o nomenclatura tradicional. Existen otras formas de representar las puertas lógicas, entre las que destaca por su importancia el formato normalizado estándar, que es el utilizado por el entrenador lógico. En la figura siguiente se muestra la correspondencia entre la nomenclatura tradicional y el estándar ANSI/IEEE para los símbolos lógicos de las puertas básicas:

Traditional symbol		ANSI/IEEE symbol
	AND	
	OR	
	NOT	
	NAND	
	NOR	
	XOR	
	XNOR	

Nótese que, en este entrenador, la puerta inversora se ha denominado INV en lugar de NOT.

## ANEXO B. PATILLAJE DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS 7402 Y 7400



**Descripción:** cada una de las puertas contenidas en un circuito integrado tiene asignado un número. Las entradas de cada puerta se llaman A y B, y la salida se nombra por Y.

**IMPORTANTE:** La patilla VCC es la patilla de alimentación, y debe conectarse a 5 voltios (1 lógico en el entrenador). La patilla GND es la patilla de masa, y debe conectarse a 0 voltios (0 lógico en el entrenador). Cualquier error en el conexionado de estas patillas (incluido su no conexión) puede ocasionar la destrucción del circuito integrado.