

## Práctica 2: El Diodo Semiconductor.

### Objetivos:

- Conocer y comprender el funcionamiento de algunos circuitos digitales sencillos basados en diodos.
- Conocer y comprender los fundamentos del uso del generador de funciones y el osciloscopio digital.
- Comparar el comportamiento real y simulado de un circuito (opcional).

### Materiales:


Componentes	Instrumentación
1 Resistencia de 1k $\Omega$ 2 Diodos 1N4148	Placa de montaje Multímetro digital Fuente de alimentación Generador de funciones Osciloscopio PC y programa de simulación PSpice.

### Desarrollo práctico:

#### 1. Identificación de los terminales del diodo.

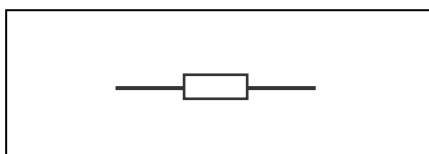
- Prepare el **multímetro** para la medida de resistencias (selector en la posición  $\Omega$  y clavija roja en el terminal V/ $\Omega$ ). Introduzca el diodo en la placa de montaje y toque con las puntas del multímetro cada patilla del diodo. Compruebe cuál de las dos combinaciones posibles presenta menor resistencia. En esta situación, la patilla del diodo conectada al terminal común (negro) del multímetro corresponderá al cátodo, y la otra al ánodo.

**Nota:** la indicación 0L en los multímetros “Fluke” indica infinito o fuera de rango.

- También puede utilizarse la función de **prueba de diodos** del multímetro (posición ). Si se conecta cada punta del multímetro a un borne del diodo, cuando el terminal común esté conectado al cátodo se presentará en pantalla la tensión umbral aproximada del diodo. En algunos multímetros se emite además un pitido.

**Cuestión 1:** Averigüe si en el propio diodo hay algún “indicador o marca” que permita identificar los terminales: ánodo (A) y cátodo (K).

Dibuje el indicador, y los terminales (“A” y “K”) sobre la figura del componente, respecto del indicador encontrado.



## 2. Montaje de una puerta lógica AND con diodos.

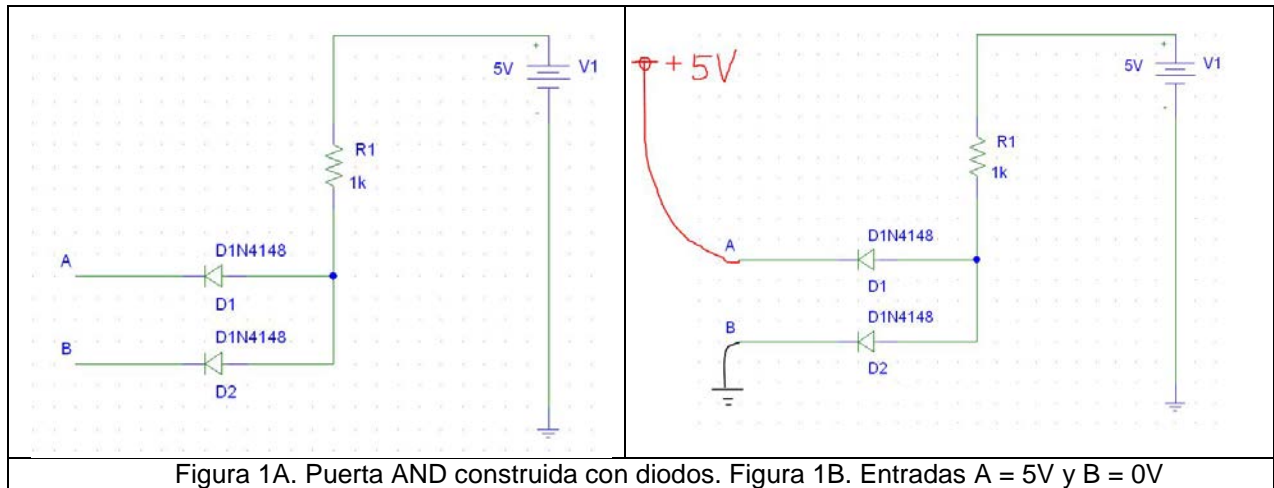


Figura 1A. Puerta AND construida con diodos. Figura 1B. Entradas A = 5V y B = 0V

Figura 1. Puerta AND construida con diodos.

- Utilizando la placa de montaje, monte el circuito de la Figura 1.
- Cuestión 1:** Obtenga experimentalmente el valor de la tensión en S (ánodos de los diodos), cuando en la entrada **A** (el cátodo de D1) se conecta a 5V (equivalente a un nivel alto, o “1” lógico), y en **B** (el cátodo de D2) se conecta a 0V (equivalente a introducir un nivel bajo, o “0” lógico).

Para ello, utilice la **fuentes de alimentación variable** V1.

**PRIMERO: CORTOCIRCUITE LA FUENTE, Y FIJE LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO (I. Limit.), en 10 mA,** equivalente en el visor de la fuente a 0.01A

De esta forma, se garantiza que si se hace una conexión errónea, o un cortocircuito, no pasará más de esa corriente por ningún componente, ni incluso por el aparato de medida, el multímetro.

A continuación, ajuste la **tensión de la fuente** V1 a 5V.

Para la medida de la tensión en la salida S (que definimos por  $V_S$ , en la figura 2A.), utilice el **multímetro** en la posición de **medida de tensiones continuas** ( $\overline{V}$ ), y mida con el multímetro en **paralelo**. Es decir, coloque la punta del terminal positivo (de color rojo) en S, y la punta del terminal negativo (color negro) a masa.

Compruebe que el valor  $V_S$ , debe corresponderse con el nivel de tensión de un nivel bajo, que es equivalente a un “0” lógico. Esto es debido a la combinación de tensiones en las entradas de la puerta AND, y que se corresponde con una tensión cercana a 0V. Mida la tensión en  $V_S$ . ¿Por qué no son 0V exactos?

Pruebe, con el resto de las diferentes tensiones que se indican en la Tabla 1A, para las entradas  $A(V_A)$  y  $B(V_B)$ , y anote las tensiones resultantes de la salida  $S(V_S)$  en la tabla.

$V_B$ (V)	$V_A$ (V)	$V_S$ (V)
0.0	0.0	
0.0	5.0	
5.0	0.0	
5.0	5.0	

Tabla 1A: Tensiones

B	A	S

Tabla 1B: Tabla de verdad

Obtenga la tabla de verdad, para todas las combinaciones posibles (o valoraciones) de las entradas A y B. Para ello, utilice los símbolos lógicos (bien “1” y/o “0”, o bien “H” y/o “L”,

para **High** o **Low**), de forma que se representen, en la Tabla 1B, los niveles lógicos **EQUIVALENTES** a las tensiones medidas anteriormente, y verifique que se comporta, o funciona, como una puerta lógica “AND” de dos entradas.

- c. **Cuestión 2:** Con la combinación de entradas  $V_A = 5.0V$  y  $V_B = 0.0V$ , obtenga el **punto de trabajo** del diodo D2,  $Q(V_{AK}, I_{AK})$ , utilizando el multímetro.

Para obtener la medida de tensión ( $V_{AK}$ ) del diodo D2, mida con el multímetro en **PARALELO**, (terminal positivo en el ánodo, y terminal negativo en el cátodo).

Anote la tensión ( $V_{AK}$ ) en la tabla 2A.

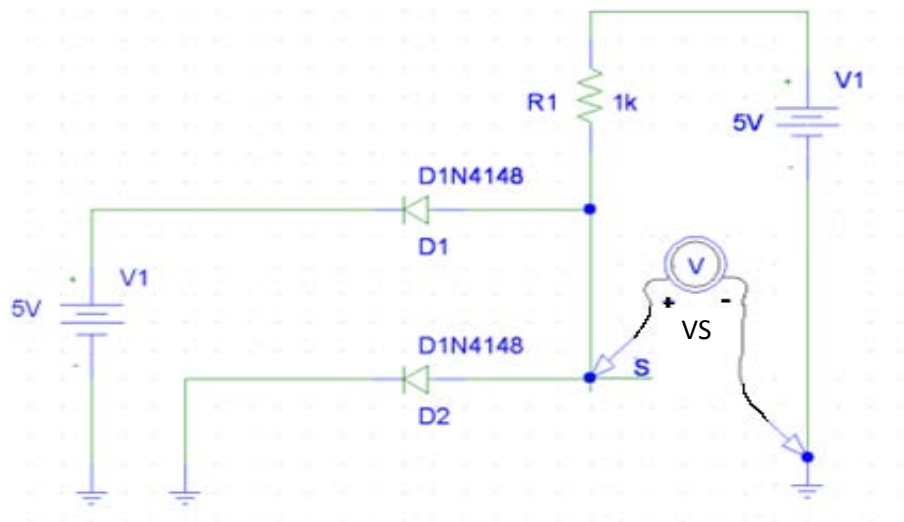


Figura 2A: Medida de tensión  $V_s$ .

Para obtener la medida de la **corriente** ( $I_{AK}$ ) del diodo D2 recuerde que debe situar el multímetro en **SERIE**.

Primero desconecte la fuente V1. A continuación, desconecte el ánodo del diodo D2 del nodo S,

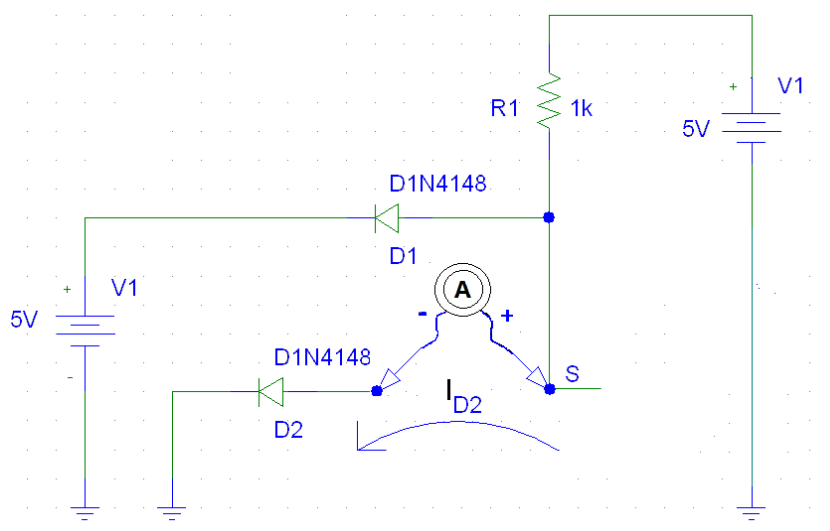


Figura 2B: Medida de corriente  $I_{D2}$ .

pinchándolo en otro sitio de la placa. Ver figura 2B. Luego, seleccione en el multímetro la medida

de corrientes continuas ( $\overline{\overline{A}}$ ). Coloque los bornes de las sondas en las entradas del multímetro en la posición adecuada, borne negro al COM, y borne rojo a la entrada de 300mA. En determinados multímetros, hay que pulsar un botón para pasar de medida en AC (Alternar) a DC (Continua).

Mida, ahora con el multímetro en **SERIE**. Es decir, inserte el multímetro entre la salida S y el ánodo de D2. Anote la corriente en la tabla 2A.

$V_{D2} =$	V
$I_{D2} =$	mA

Tabla 2A: Punto de trabajo del diodo D2, Q( $V_{AK}, I_{AK}$ )

- d. **Cuestión 3:** Mida las corrientes, en las otras dos ramas restantes del circuito. La que circula por la resistencia R1 ( $I_{R1}$ ), y la que circula por el diodo D1 ( $I_{D1}$ ). Recuerde abrir el circuito en cada caso cambiando una de las patillas del componente. Anótelas sobre la tabla 2B:

$I_{R1} =$	mA
$I_{D1} =$	mA

Tabla 2B: Corrientes

Explique, brevemente, por qué la corriente que atraviesa el diodo D1 ( $I_{D1}$ ) es nula, mientras que las corrientes en R1 ( $I_{R1}$ ) y D2 ( $I_{D2}$ ), son iguales.

**¡Por favor, desmonte el circuito!!**

### 3. CIRCUITO PROTECTOR DE ENTRADAS DIGITALES.

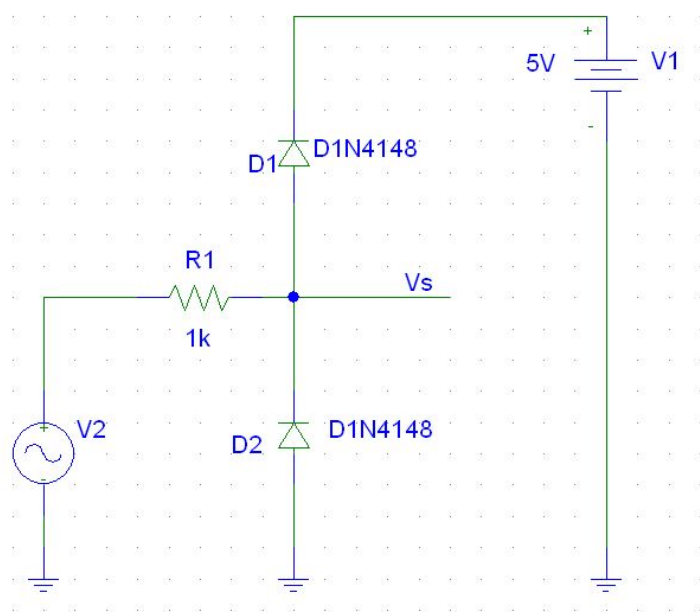




Figura 3. Circuito protector de entradas digitales.

- a. Utilizando la placa de montaje, monte el circuito de la Figura 3, **RESPETANDO, DE NUEVO, LA CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ( $I_{Limit}$ ) DE 10 mA, EN LA FUENTE DE TENSIÓN VARIABLE (V1),** y la polaridad de los diodos D1 y D2.

Para obtener una señal de entrada variable **Ve**, se incorpora al circuito el **generador de señales** (V2).

Se recomienda leer el documento de Poliformat: **Explicacion Generador.pdf**

Como salida del generador de señales utilice el conector “hembra” BNC: (  ), bien con la salida de 50Ω, o de 600Ω, o **OUTPUT**. Por otra parte, de la caja de material, elija el cable coaxial, que tiene el conector BNC (  ) “macho”, con unas pinzas en sus extremos, roja y negra. Conéctelo a la salida anterior del generador de señales.

**Atención:** No conectar el cable BNC a la entrada que pone **INPUT**, ni a la salida **TTL**. Esta última, proporciona una señal periódica con forma de onda cuadrada.

**OJO:** NO deberán utilizarse **NUNCA** las sondas del osciloscopio como salida del generador de señales.

Los dos terminales del cable coaxial del BNC, tienen funciones distintas. La pinza roja proporciona la señal, en este caso vamos a seleccionar una senoide, y la otra pinza (negra), la tensión de referencia (masa) para la señal elegida.

Téngase en cuenta que el **nivel de referencia** del circuito (masa, o GND), para todas las tensiones, deberá ser **único en el circuito**, por lo que debe ser común esa referencia. Es decir, la masa de la fuente V1 (el borne negro) y la masa del generador de señales (la pinza negra), deberán estar conectadas en un **único nodo** sobre la placa de montaje.

Como hemos indicado, la señal de entrada variable **Ve**, la seleccionaremos en el **generador de señales**. Elegimos una onda senoidal simétrica de 10V de **amplitud** (o 20Vpp, “**Voltios pico-a-pico**”, es lo mismo que 10Vp “**Voltios de pico**”), y con una **frecuencia** de 1kHz.

Para ajustar adecuadamente la amplitud es necesario observar la señal en el **osciloscopio**.

Se recomienda leer el documento de Poliformat: **Explicacion Osciloscopio.pdf**.

El **osciloscopio** se utilizará para observar tanto la entrada **Ve**, como la salida **Vs**, del circuito. Por ejemplo, podemos visualizar en el canal I la entrada **Ve**, y en el canal II, la salida **Vs**.

Para ello, se conectarán la sonda del osciloscopio del canal I, en el nodo de la placa de montaje donde se encuentra la salida del generador **Ve** (pinza roja), y la sonda del osciloscopio del canal II, en el nodo donde coinciden respectivamente la salida **Vs**, y el cátodo del diodo D2.

Igualmente, y para establecer el nivel de referencia de las señales que mide el osciloscopio, se deberá conectar al menos una pinza<sup>1</sup> negra de las sondas del osciloscopio, con el punto de masa común del circuito.

A continuación, ajuste la amplitud de los dos canales (VOLTS/DIV) a 5V, y la base de tiempos del osciloscopio, de forma que permita observar un par de periodos de las señales de entrada y salida. Dibuje las señales obtenidas **Ve** y **Vs**, sobre la gráfica de la figura 4.

<sup>1</sup>**Nota:** Como la masa es común a los dos canales del osciloscopio, es suficiente con conectar una única pinza.

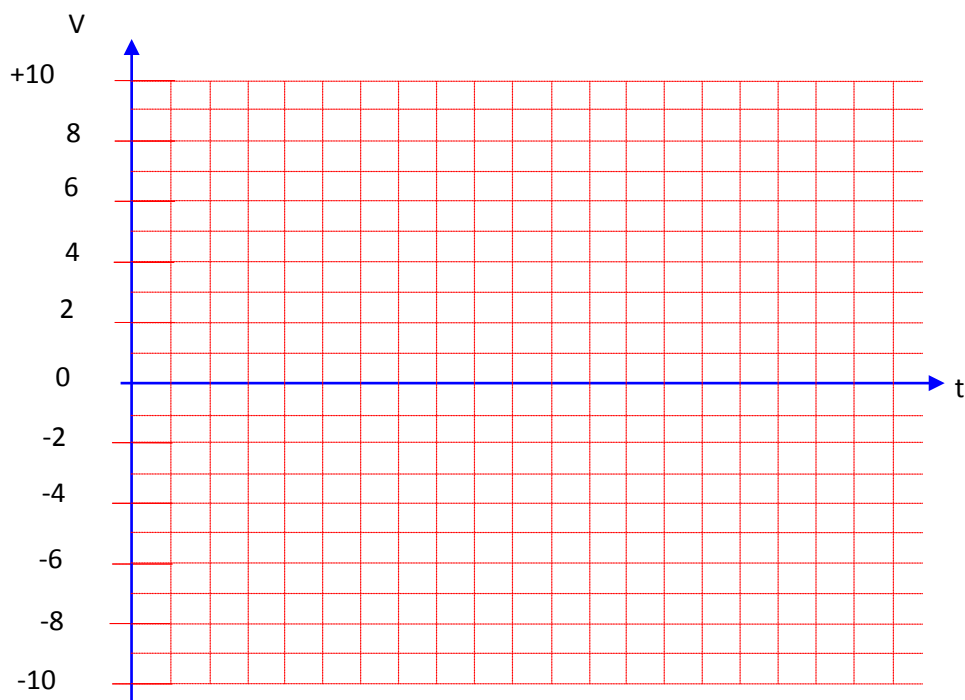


Figura 4: Señales  $V_e$  y  $V_s$

- b. **Cuestión 1:** Visualizando las señales en el osciloscopio, se deduce que el circuito limita la señal de entrada  $V_e$   $[-10, +10]$  V, en dos niveles la salida  $V_s$ , uno máximo y otro mínimo  $[V_{smin}, V_{smax}]$ . ¿Cuáles son estos dos límites aproximadamente?

Rellene la tabla 3:

	$V_{smax} =$	V
	$V_{smin} =$	V

Tabla 3: Tensiones de salida limite

¿Puede explicar brevemente por qué se producen estos niveles de tensión en la salida?

**Por favor:**

Desmonte el circuito de la placa de prototipado, y deje ordenados los cables y componentes en sus respectivas cajas, y colóquelos en su lugar. Deje apagados los equipos de medida, la fuente y el generador de señales.

#### 4. Simulación PSpice del circuito protector de entradas digitales (OPCIONAL).

- a. Ponga en marcha el ordenador utilizando Windows. Ejecute el programa **VMware** y seleccione la máquina virtual *Virtual XP-TCOMP*. Entonces, pulse la opción "*Play Virtual Machine*" para que abra una ventana con la máquina virtual de Windows XP. En este entorno, ejecute el simulador de circuitos en: Inicio/Todos los Programas/**Pspice Student/Schematics**.

Realice el esquema del circuito de la Figura 3. Ve y Vs son etiquetas de texto.



Para ello, utilice **Draw/Get New Part** para obtener los distintos componentes:

- Generador de tensión continua V1 (**VDC**). Tensión de referencia o "masa" (**EGND**).
- Resistencia (**R**). Diodos D1 y D2 (**part name**): *D1N4148*.
- Generador de tensión variable V2 (**VSIN**).
- Cambie el valor de los componentes que lo requieran.

Guarde el diseño, creando una carpeta nueva llamada "*Mis Documentos\Prac2*", que deberá BORRAR al terminar la práctica.

- b. **Cuestión 1:** Obtención de las **curvas de comportamiento temporal** del circuito.

Para ello, utilice un generador de tensión variable sinusoidal (**VSIN**). Edite este componente para que tenga una amplitud (**VAMPL**) de 10V, una frecuencia (**FREQ**) de 1kHz y por último, fije el parámetro (**VOFF**) a 0V, para que la señal no tenga nivel de continua ("Offset" = 0V).

Para observar, en la ventana de simulación, tanto la onda senoidal de entrada Ve, como la de salida del circuito Vs, se pueden colocar sondas (**Probe**) en los puntos adecuados. El PSpice permite dos tipos de sondas: una sonda de tensión (*Voltage/Level Marker*, ) y una sonda de corriente (*Current Marker*, ). Para observar la entrada y la salida del circuito, debemos poner dos sondas de tensión, una en cada borne de la resistencia.

La simulación temporal del circuito, exige un análisis del tipo **Transient**, y habrá de configurarse para que realice 2000us de tiempo de simulación (**Final Time**), con un intervalo entre puntos (**Print Step**) de 10us.

Dibuje, sobre la gráfica de la figura 5, las ondas obtenidas y compárelas con las de la figura 4.

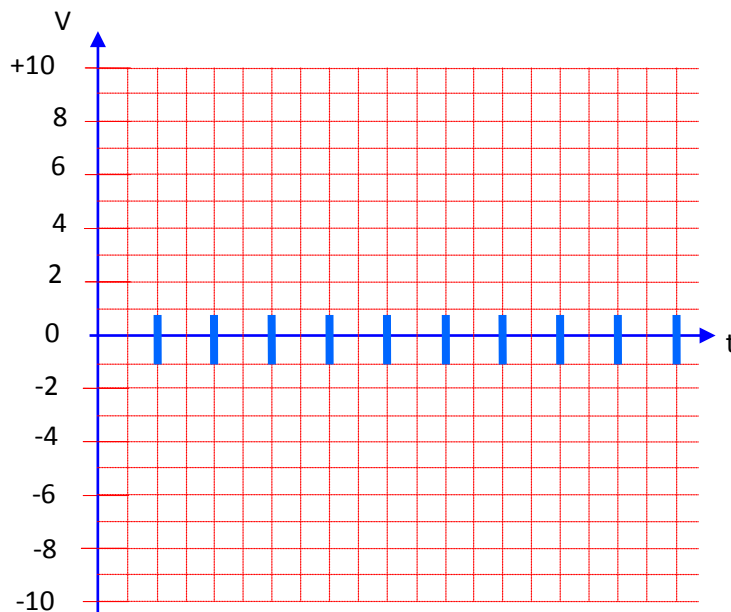


Figura 5. Señales Ve y Vs en Pspice.

**Por favor:**

Antes de cerrar el PC, **borre los ficheros** de la carpeta "*Mis Documentos\Prac2*".

### ***Bibliografía***

(disponible en el sitio de la asignatura en PoliformaT)

- Explicación-Generador.pdf", documento disponible en la carpeta **"TCO: Recursos /Prácticas/Práctica 2"**.
- Explicación-Osciloscopio.pdf", documento disponible en la carpeta **"TCO: Recursos /Prácticas /Práctica 2"**.