

Facultad de Ingeniería Eléctrica
Laboratorio de Electrónica
"Ing. Luís García Reyes"
Materia: "Laboratorio de Electrónica Digital I"

Práctica Número 5

"Características eléctricas de la familia TTL"

Objetivo:

Comprobación mediante medición, las características de voltaje y corriente (V_{IH} , V_{IL} , V_{OH} , V_{OL} , I_{IH} , I_{IL} , I_{OH} e I_{OL}) de la familia TTL. Además de comprender y leer la terminología de circuitos integrados digitales, y obtener las especificaciones de las hojas de datos de los fabricantes.

Introducción:

Un circuito integrado es un cristal semiconductor de silicio, llamado *chip* que contiene los componentes electrónicos para construir compuertas digitales. Dentro del chip las diversas compuertas y componentes se interconectan para formar el circuito requerido. Este semiconductor de silicio se monta dentro de un recipiente de cerámica o de plástico, y las conexiones se conectan a las terminales externas para formar el circuito integrado. En la familia TTL el número de terminales externas puede variar desde 14 terminales hasta más de 20. Cada circuito integrado tiene una designación numérica impresa o grabada en la superficie del paquete para poder identificarlo, los fabricantes proporcionan libros de datos, catálogos y sitios WEB que contienen descripciones e información acerca de los Circuitos integrados.

Niveles de Integración.

Los circuitos integrados se suelen clasificar según la complejidad, la cual se mide por el número de compuertas lógicas incluidas en el paquete. La diferenciación entre los chip's que tienen pocas compuertas internas y los que tienen cientos de miles de compuertas suele hacerse diciendo que es un dispositivo de integración a pequeña, mediana, gran o muy grande escala de integración.

Dispositivos de pequeña escala de integración.

Los dispositivos de integración a pequeña escala (*SSI, Small-Scale Integration*) contiene varias compuertas independientes en un solo paquete. Las entradas y las salidas de las compuertas se conectan directamente a las terminales del paquete. El número de compuertas suele ser menor a 10 y esta limitado por el número de terminales con que cuenta el circuito integrado.

Dispositivos de integración de mediana escala.

Los dispositivos de integración a mediana escala (*MSI, Medium-Scale Integration*) tienen una complejidad de entre 10 a 1,000 compuertas en un solo paquete. Por lo regular efectúan operaciones digitales elementales específicas. Dentro de las funciones digitales que

se realizan en un integrado de escala MSI, se encuentran: Decodificadores, Sumadores, Multiplexores, Registros y Contadores.

Dispositivos de integración a gran escala.

Los dispositivos de integración a grana escala (LSI, *Large-Scale Integration*) contienen miles de compuertas en un solo paquete. Incluyen sistemas digitales como procesadores, circuitos de memoria y dispositivos de lógica programable.

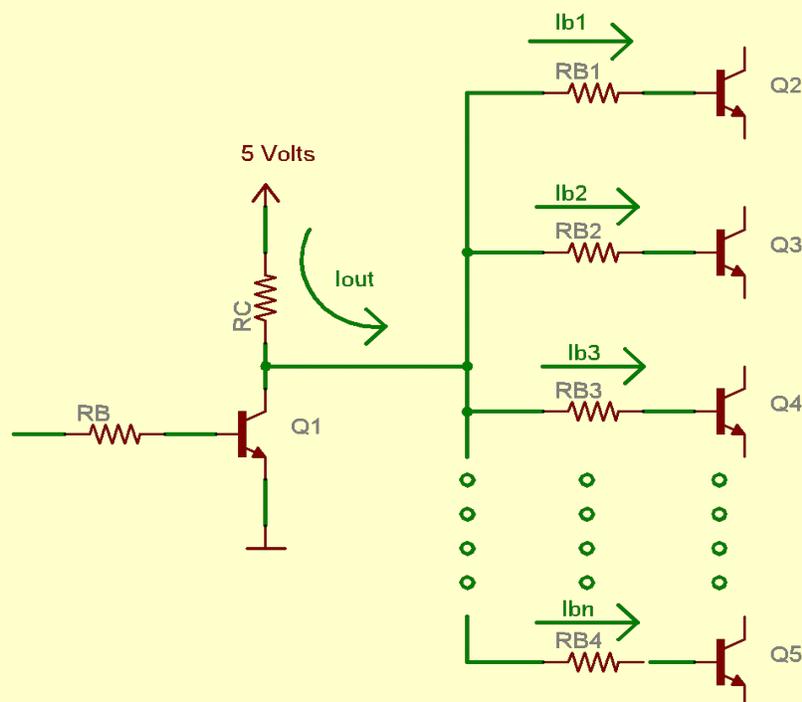
Dispositivos de integración a muy grande escala

Los dispositivos de integración a muy grande escala (VLSI, *Very Large-Scale Integration*) contienen cientos de miles de compuertas en un solo paquete. Como por ejemplo podemos citar las grandes matrices de memoria microcontroladores y los microprocesadores complejos. Debido al bajo costo y pequeño tamaño, los dispositivos VLSI han revolucionado la tecnología de diseño de sistemas de cómputo y confieren al diseñador la capacidad de crear estructuras que antes no resultaban económicas de construir.

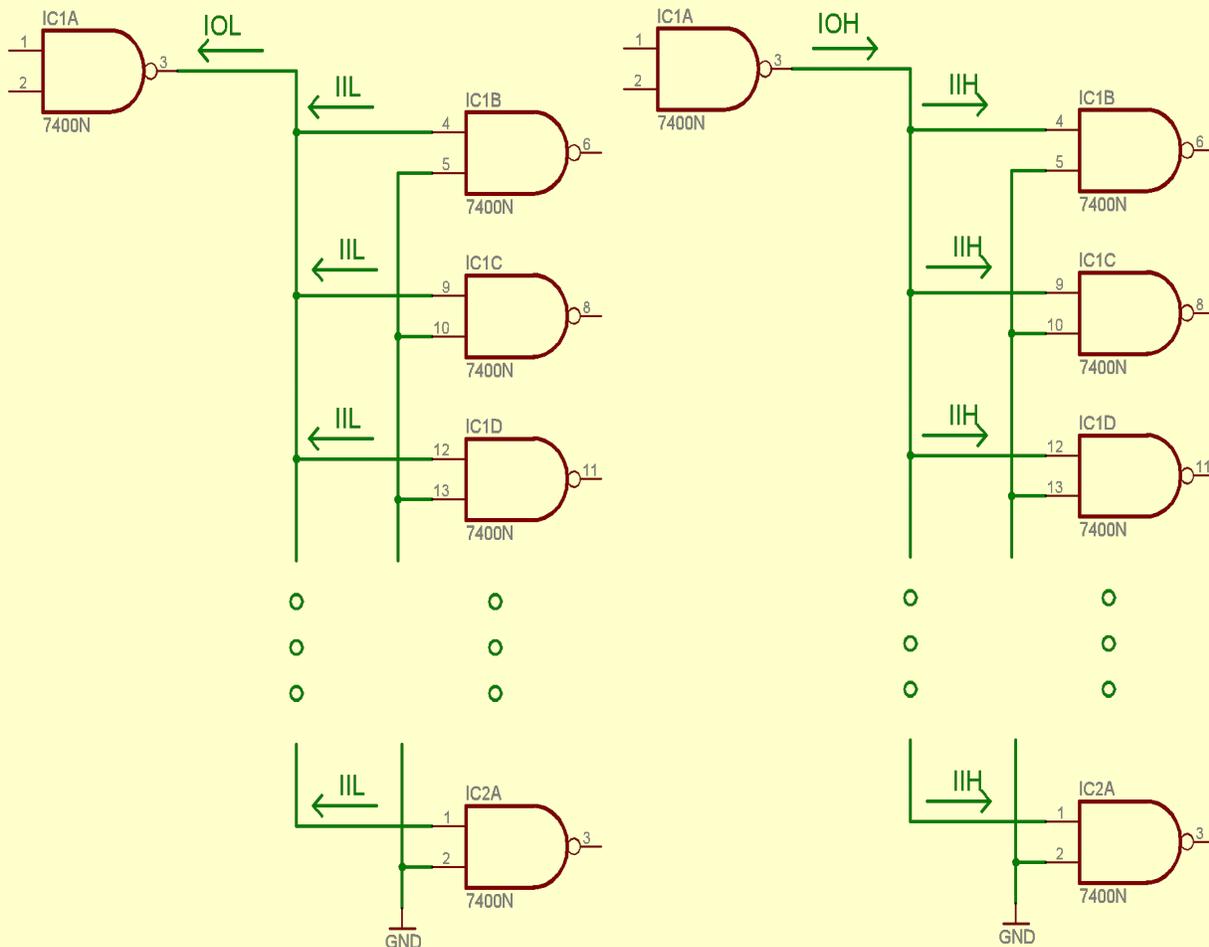
Una de las principales ventajas del uso de circuitos es la disminución del tamaño físico del diseño, así como la disminución de los costos, menor requerimiento de potencia, teniendo por consecuencia el ahorro en la fuente de alimentación y el ahorro en el sistema de enfriamiento.

Algunas de las desventajas de los Circuitos Integrados es que no tienen la capacidad de manejar gran cantidad de corriente debido al calor generado en espacios y volúmenes tan pequeños los cuales pueden sobrepasar rápidamente los límites de seguridad, otra desventaja, es que no se pueden implementar con facilidad otros dispositivos eléctricos como inductores, capacitares y transformadores. Por lo anterior Los circuitos integrados se utilizan para llevar a cabo las operaciones en circuitos de baja potencia.

Debido a la baja potencia de los circuitos integrados digitales, un circuito solo puede conectarse a un número determinado de compuertas debido a la corriente que consume cada circuito.



El diagrama simplificado de la figura anterior nos puede dar una idea del funcionamiento de una compuerta, general. Se puede observar que la corriente máxima proporcionada I_{out} (que en este caso se considera una compuerta inversora), debe de proporcionar la corriente necesaria para que cada compuerta conectada a la salida se active adecuadamente. Con esta imagen podemos determinar los siguientes parámetros de salida de una compuerta:



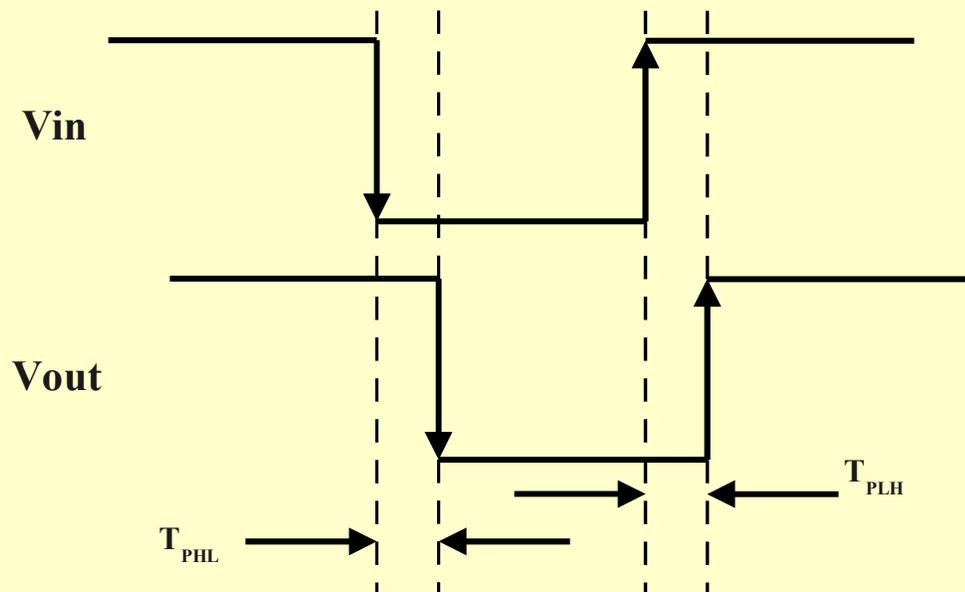
- La cantidad de corriente que puede proporcionar una compuerta es limitada (corriente de colector I_c) y se denomina FanOut
- Las entradas de las compuertas requieren de corriente de entrada para poder funcionar (La corriente de base I_{b1} a I_{bn})
- Existe una corriente máxima de salida I_{OH}
- Existe una corriente máxima de salida en bajo I_{OL}
- Hay un voltaje de salida de nivel lógico ALTO que depende tanto de la entrada como de la salida de corriente de cada compuerta V_{OH}
- Hay un voltaje de salida de nivel lógico BAJO que depende tanto de la entrada como de la salida de corriente de cada compuerta V_{OL}

Al **Fan Out** o **carga máxima de salida**, es una de las características principales de operación de las compuertas y se define **como el número de cargas estándar que es posible conectar a la salida de la compuerta sin degradar su funcionamiento normal.**

De manera similar se pueden determinar los valores de entrada de una compuerta. En este caso los parámetros de entrada también incluyen los valores tanto de corriente como de voltaje para determinar el funcionamiento básico de una compuerta lógica. Los parámetros de funcionamiento críticos se muestran a continuación:

- El voltaje de entrada mínimo para considerar la entrada como un UNO lógico V_{IH}
- El voltaje de entrada máximo para considerar la entrada como un CERO lógico V_{IL}
- La corriente de entrada para una compuerta en nivel BAJO I_{IL}
- La corriente de entrada para una compuerta en nivel ALTO I_{IH}

Estos parámetros de funcionamiento se pueden determinar como estáticos, sin embargo existen parámetros dinámicos o de velocidad.



Al aplicar una señal a la entrada de una compuerta, esta señal no se transmite instantáneamente de la entrada a la salida, a este periodo se le conoce como *tiempo de propagación* y depende de la construcción de la compuerta. En la figura anterior se pueden apreciar un par de señales lógicas, las cuales se encuentran desfasadas en el tiempo, este fenómeno es difícil de medir ya que su periodo es del orden de los nanosegundos.

A pesar de que existen varias familias de circuitos integrados digitales, la más popular es la TTL, las características de la familia lógica digital de circuitos integrados se suelen comparar analizando el circuito de la compuerta lógica "básica" de cada familia, en esta práctica se realizarán las mediciones de los parámetros anteriores utilizando la compuerta "BASICA" de la familia de circuitos integrados TTL, que en este caso es la **7400**.

Estos parámetros se deben de considerar adecuadamente en el diseño de circuitos digitales, para poder determinar cuando es necesaria la utilización o no de "Buffer's" en el diseño, en general estos parámetros se encuentran disponibles en las hojas del fabricante del

circuito integrado. En esta práctica se realizará la medición de cada uno de estos parámetros de manera experimental.

Requisitos:

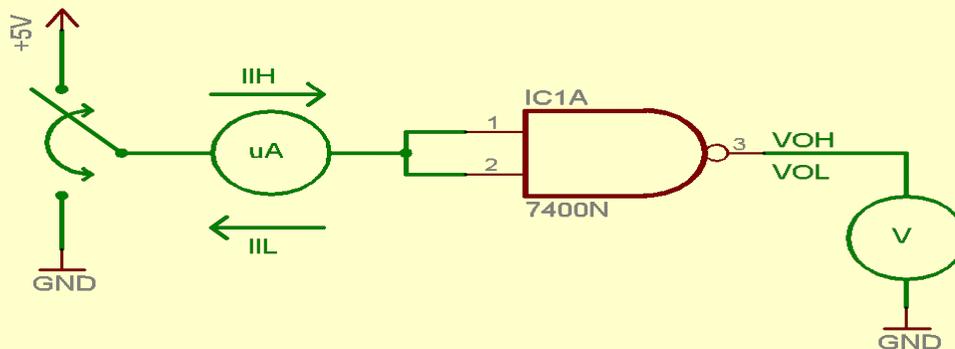
- Investigar el fabricante y la sub-familia de la compuerta 7400 que se encuentra en el laboratorio.
- Hoja de Datos del circuito Integrado 7400
- De las hojas de datos obtener los parámetros de operación V_{IH} , V_{IL} , V_{OH} , V_{OL} , I_{IH} , I_{IL} , I_{OH} e I_{OL} de la compuerta lógica 7400
- Analizar el funcionamiento de cada uno de los circuitos que se implementarán en el desarrollo de la práctica

Desarrollo:

Determinación experimental de los parámetros de operación de las compuertas lógicas.

Determinación de los parámetros I_{IH} , I_{IL} , V_{OL} y V_{OH} .

La determinación de estos parámetros se realiza utilizando el siguiente circuito:



La medición de I_{OH} , se realiza conectando la entrada de la compuerta a "1" lógico (5 volts) y se mide la corriente de entrada a la compuerta, en esta misma posición de entrada se puede determinar el voltaje V_{OL} , Donde V_{OL} es el voltaje que aparece en el Voltímetro.

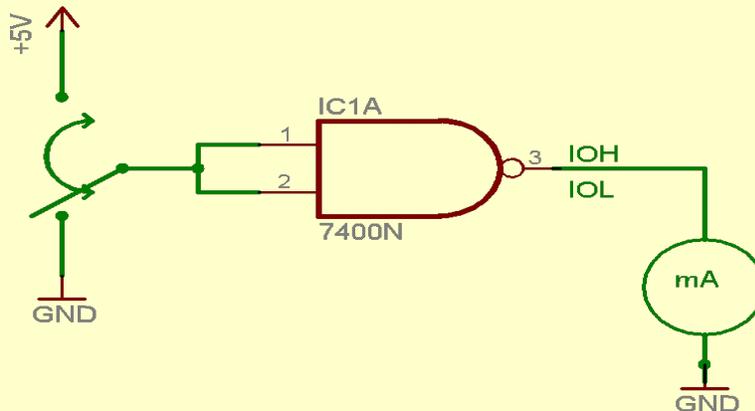
La medición de I_{OL} , se realiza conectando la entrada de la compuerta a "0" lógico (0 volts) y se mide la corriente de entrada a la compuerta, en esta misma posición de entrada se puede determinar el voltaje V_{OH} . Donde V_{OH} es el voltaje que aparece en el Voltímetro.

Realizar 2 mediciones de cada uno de los parámetros.

	I_{IH}	V_{OL}	I_{IL}	V_{OH}
Medición 1				
Medición 2				

Determinación de los parámetros I_{OH} e I_{OL}

La determinación de los parámetros de entrada se realiza midiendo la corriente de cortocircuito de la compuerta "PRECAUCION" este procedimiento puede dañar el equipo de medición y los integrados.

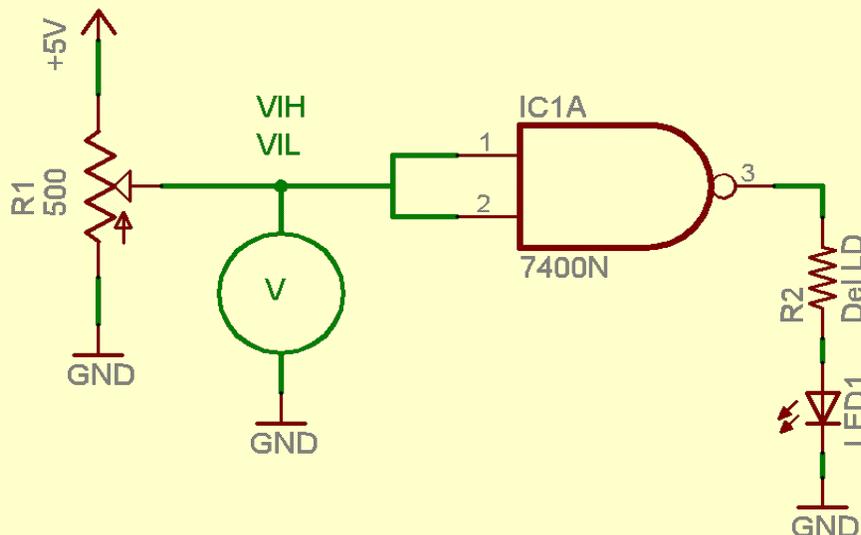


La medición de estos parámetros se debe de realizar RAPIDAMENTE

- La medición de I_{OH} se realiza con el interruptor colocado en 0 Volts y se mide la corriente
- La medición de I_{OL} se realiza colocando el interruptor en 1 lógico y se mide la corriente

Determinación de los parámetros V_{IH} y V_{IL}

Colocando un voltaje variable a la entrada de la compuerta, el voltaje de la entrada se varía para obtener un cambio a la salida de la compuerta.



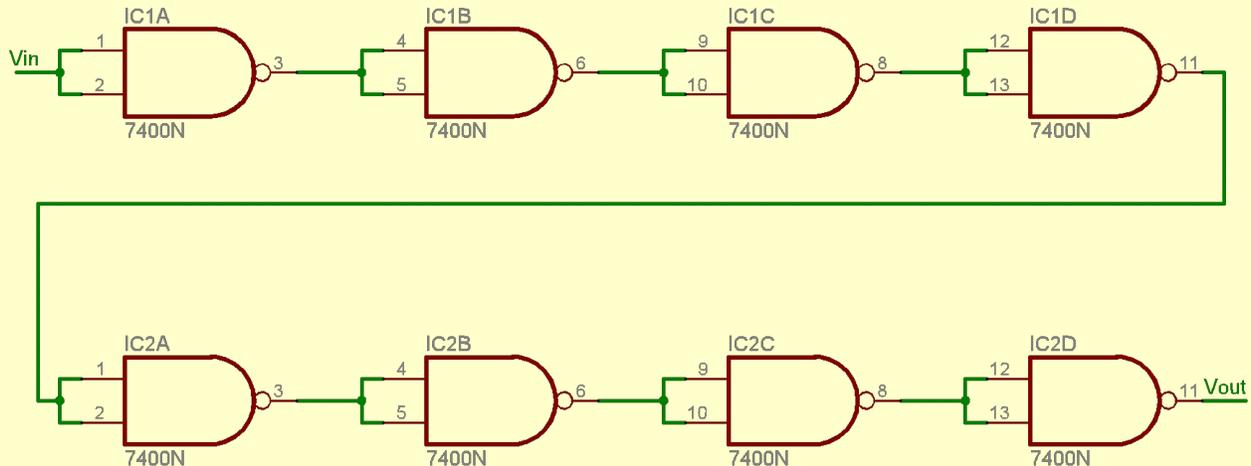
Procedimiento:

- Se implementa el circuito de la figura anterior
- Se coloca el potenciómetro en la posición donde el voltímetro marque 5 volts, en este punto el LED debe de estar apagado
- Se varía el voltaje de entrada hasta que el LED se encienda, en este momento el voltaje en el voltímetro es V_{IH}

- Se coloca el voltaje de entrada a cero, en este punto el LED debe de estar encendido
- Se varía el voltaje de entrada hasta que el LED se apague, en este momento el voltaje presente es el voltaje V_{IH}

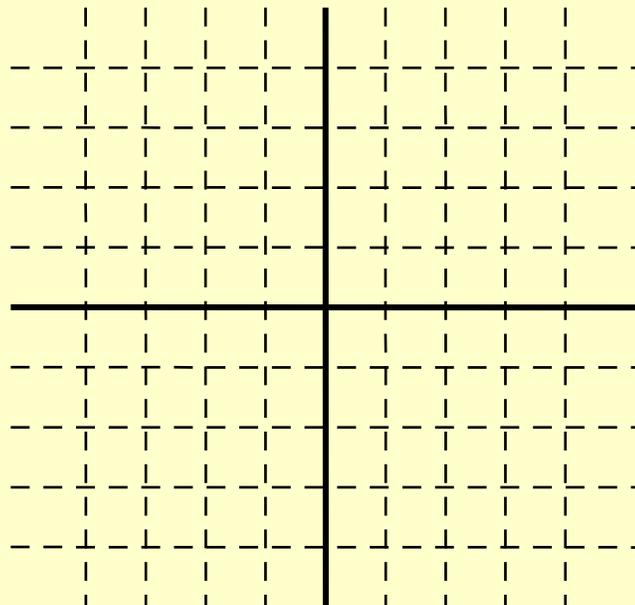
Determinación del tiempo de propagación T_{PHL} y T_{PLH} .

Para determinar estos parámetros se requiere de implementar el siguiente circuito



El voltaje de entrada debe de ser de nivel TTL a una Frecuencia de 1 Mhz. Y se debe de utilizar las dos puntas de un osciloscopio y realizar la medición del tiempo de propagación total, a este tiempo de propagación se debe de dividir entre 8 para determinar el tiempo de propagación de cada una de las compuertas.

Dibujar las formas de onda de entrada y de salida, colocar el tiempo base así como el voltaje por división para determinar la frecuencia de la señal de entrada y el periodo de retardo.



Reportar:

Las mediciones realizadas, así como la gráfica obtenida y compararlas mediciones con los datos contenidos en las hojas de datos del fabricante.