

Tecnología de Computadores  
Práctica 7  
Sistemas Combinacionales:  
Multiplexores

Universidad Miguel Hernández <sup>1</sup>

21 de marzo de 2016

<sup>1</sup>Copyright (c) 2016 P. Pablo Garrido Abenza. Todos los derechos reservados.



## Resumen

Este documento describe la práctica número 7 de la asignatura Tecnología de Computadores de 2º del Grado en Ingeniería Informática en Tecnologías de la Información de la Universidad Miguel Hernández. Este material docente ha sido desarrollado enteramente, a menos que se indique lo contrario, por el profesor P. Pablo Garrido Abenza.

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
1.1. Objetivos . . . . .	3
1.2. Software necesario . . . . .	3
<b>2. Descripción</b>	<b>4</b>
2.1. Multiplexor con puertas lógicas . . . . .	4
2.2. Implementación de un multiplexor con un decodificador . . . .	4
2.3. Agrupación de multiplexores . . . . .	6
2.4. Implementación de una función lógica con un multiplexor . . .	7
2.5. Obtención de la función lógica implementada por un multiplexor	8
<b>3. Entrega de la práctica</b>	<b>9</b>
<b>Glosario de Acrónimos</b>	<b>10</b>

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Objetivos

Tras completar esta práctica debemos ser capaces de:

1. Buscar y manejar la hoja de características (*datasheet*) de algún circuito integrado (IC).
2. Conocer el circuito equivalente a un multiplexor con puertas lógicas básicas.
3. Implementar el circuito equivalente a una función lógica utilizando únicamente multiplexores, con distinto número de entradas de datos/control.
4. Obtener la función lógica implementada por un multiplexor.

### 1.2. Software necesario

El software necesario para la realización de las siguientes prácticas es *Simulín* v5.61 o posterior, el cual se encuentra ya instalado en los ordenadores del aula de informática. También puede se puede instalar en cualquier otro ordenador personal, ya que este software es de libre distribución. Está disponible para Windows, Linux y Mac OS X, y se puede descargar desde el material de la asignatura, o también, desde el siguiente enlace.

# Capítulo 2

## Descripción

Primero crearemos un multiplexor utilizando exclusivamente puertas lógicas básicas; esto nos ayudará a comprender su funcionamiento. Después modificaremos el diseño para utilizar un decodificador interno, lo cual simplificará el circuito. Luego agruparemos varios multiplexores para crear otro mayor (expansión o agrupación de multiplexores).

A continuación, diseñaremos un circuito utilizando multiplexores y alguna lógica adicional, en lugar de sólo puertas lógicas básica. Por último, realizaremos el proceso inverso, es decir, obtendremos la función lógica que implementa un multiplexor.

### 2.1. Multiplexor con puertas lógicas

Diseñar e implementar circuito combinacional equivalente a un multiplexor de 8 entradas de datos (archivo: `mux8_74151.sim`) utilizando exclusivamente puertas lógicas básicas (NOT, AND, OR). Consultar la bibliografía o la hoja de características (*datasheet*) del circuito integrado IC 74151. El símbolo de bloque se muestra en la figura 2.1.

### 2.2. Implementación de un multiplexor con un decodificador

A continuación implementaremos de nuevo un multiplexor de 8 entradas (MUX-8), pero esta vez utilizando un decodificador en la zona de las señales de control; con esto conseguiremos que las puertas AND utilizadas sean siempre de 2 entradas, independientemente del número de entradas de datos o de control (archivo: `mux8_deco.sim`).

Para este circuito necesitaremos insertar un decodificador binario de 3 a 8, el cual ya realizamos en una práctica anterior (archivo: `deco3a8_74238.sim`).

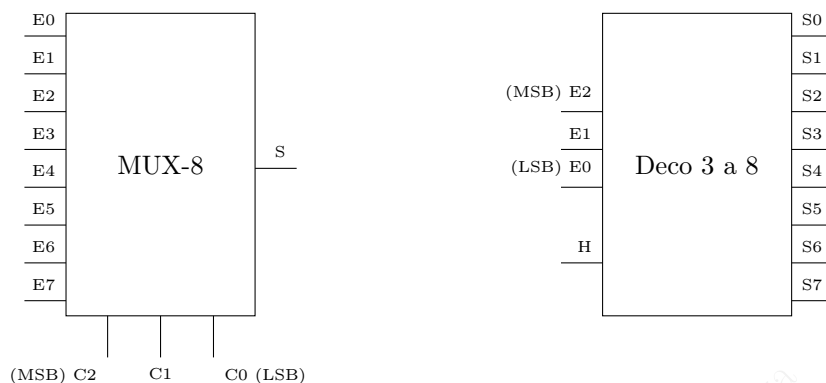


Figura 2.1: Multiplexor 8 entradas y Decodificador 3 a 8 - símbolo de bloque

De este modo podremos comprobar que, aunque ambos tienen un aspecto bastante similar, el circuito se simplifica bastante en comparación con el realizado en el apartado anterior: menos conexiones, no es necesario insertar puertas NOT, y las puertas AND son todas de 2 entradas.



NOTA: asegúrate de que las puertas AND utilizadas sean de 2 entradas.

### Para pensar:



- En vista de los resultados, pensar qué modificaciones habría que realizar para poder implementar un multiplexor de 16 entradas (MUX-16) utilizando también un decodificador. Podremos llegar a la conclusión de que aunque el circuito no es complicado, no es del todo escalable para implementar multiplexores de un gran número de entradas; por este motivo se utiliza la técnica de agrupación de multiplexores para tales casos (ver apuntes).

## 2.3. Agrupación de multiplexores

Para conseguir multiplexores de un gran número de entradas (potencia de 2) pueden agruparse multiplexores más básicos (con menor número de entradas); esto es lo que se conoce como agrupación, asociación, o extensión de multiplexores.

En este apartado vamos a diseñar el circuito correspondiente a un multiplexor de 16 entradas de datos (MUX-16) a partir de multiplexores de 8 (MUX-8) y 2 (MUX-2) entradas de datos.

Las entradas de datos se llamarán  $E_0..E_{15}$ , las entradas de control  $C_3..C_0$ , y la salida  $S$  (archivo: mux16\_agrup8y2.sim).

### NOTAS:



- Los multiplexores a utilizar son los que el propio simulador tiene integrados, es decir, no hay que hacer otros circuitos para los multiplexores internos.
- Las entradas de control  $C_3..C_0$  deben conectarse con cuidado, en el primer nivel se consideran las de menor peso que sean necesarias ( $C_0, \dots$ ), en el siguiente nivel los siguientes, y así sucesivamente hasta terminar con las de mayor peso ( $\dots, C_3$ ). Sin embargo, dentro de cada nivel, conectaremos siempre la de mayor peso a la entrada de control MSB de los multiplexores internos, y la de menor peso con la entrada de control LSB (consultar bibliografía o transparencias).
- Se aconseja comprobar el correcto funcionamiento del MUX-16 para cada combinación antes de su entrega.

## 2.4. Implementación de una función lógica con un multiplexor

Diseñar e implementar el mismo circuito combinacional que se implementó en la práctica 4 utilizando multiplexores para implementar las funciones. Se trataba de un sistema de climatización de un almacén de frutas y verduras (Figura 2.2) que tenía 3 salidas: F, C, A. Para que la práctica sea más efectiva, implementaremos cada una de las funciones con un multiplexor de diferente número de entradas de datos en cada caso, pues el procedimiento es distinto (archivo: `climatizacion_mux.sim`):

- Función F: multiplexor con 16 entradas de datos.
- Función C: multiplexor con 8 entradas de datos.
- Función A: multiplexor con 4 entradas de datos.

Para simplificar la práctica, en todos los casos utilizaremos los **multiplexores ya definidos** en el simulador, en vez de tener que crearlos previamente como componente. Además de los multiplexores, seguramente será necesaria alguna lógica adicional en las entradas (ver procedimiento en la siguiente página).

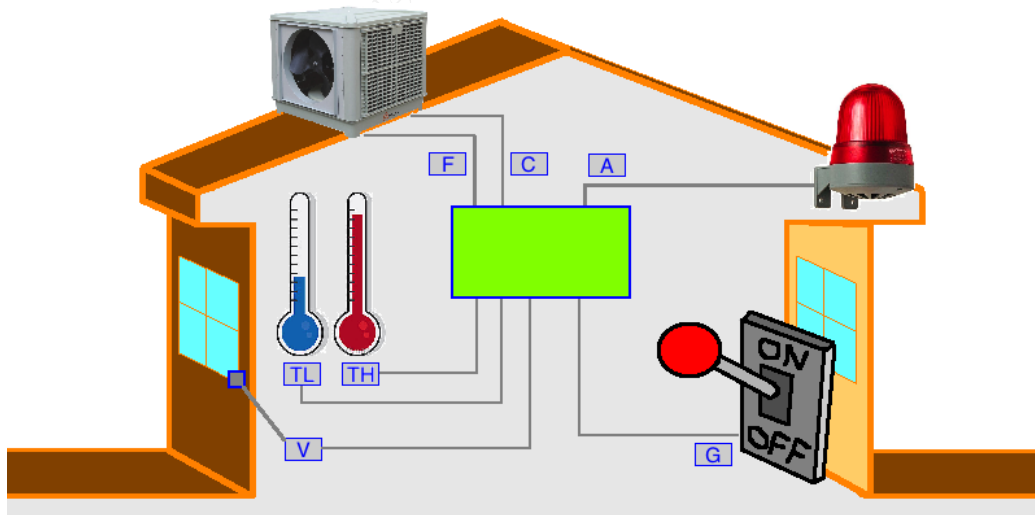


Figura 2.2: Esquema del sistema



## 2.5. Obtención de la función lógica implementada por un multiplexor

En este apartado calcularemos de forma manual la función lógica implementada por los multiplexores del apartado anterior (ver procedimiento más adelante). Comprobaremos que obtenemos la misma expresión que las funciones lógicas originales.

Procedimiento para **obtener el circuito lógico** de una función lógica utilizando un multiplexor:



- Debemos expresar la función en forma de términos canónicos (suma de productos).
- Expresamos cada uno de los términos canónicos como su valor binario (combinación que hace cierto cada término producto).
- Dependiendo del número de entradas de datos del multiplexor, lo que hacemos es asignar las variables a cada una de las entradas de control (aunque es indistinto, comenzaremos por las de mayor peso).
- Si no quedan variables por asignar en las entradas de control, sólo tendremos 0's o 1's en las entradas de datos; en caso contrario, para el resto de variables que queden debemos averiguar la lógica adicional que hay que poner en cada una de las entradas de datos: constantes '0' o '1', ó entradas de datos sin asignar, ó sus complementos.

Procedimiento para **obtener la función lógica** implementada por un multiplexor:



- Para las distintas combinaciones de las entradas de control, vemos las entradas de datos que se activan. Con esto formaremos los distintos términos de la función (productos).
- La función lógica final será una suma de productos de los términos producto obtenidos para cada combinación de las entradas de control.

## Capítulo 3

### Entrega de la práctica

La forma de entrega de esta práctica se realizará de la siguiente forma:

1. Comprimir en un único archivo todos los circuitos \*.sim implementados. Para ello se puede utilizar la opción 'Copia de seguridad' de Simulín, o programas como WinZip o 7z, admitiéndose los formatos: .zip, .7z, o .rar.
2. Subir el archivo comprimido a través del apartado *Tareas* de la página de la UMH, en su práctica correspondiente, antes del plazo fijado.

Los archivos a entregar para esta práctica se resumen en la tabla 3.

#	Descripción	Archivo
1	Multiplexor 8 entradas	<code>mux8_74151.sim</code>
2	Multiplexor 8 entradas decod. 8 a 3 ... y el decodificador (P6)	<code>mux8_deco.sim</code> <code>deco3a8_74238.sim</code>
3	Multiplexor 16 (expansión)	<code>mux16_agrup8y2.sim</code>
4	Climatización con multiplexores	<code>climatizacion_mux.sim</code>

Cuadro 3.1: Archivos para los circuitos a implementar



**RECUERDA:** las prácticas serán corregidas por un programa informático, por lo que se insiste en que los archivos de los circuitos tengan el nombre que se especifica en las tablas, respetando incluso mayúsculas/minúsculas; el nombre del archivo comprimido que los contiene no importa.

## Glosario de Acrónimos

Siglas	Significado
IC	Integrated Circuit
LSB	Least Significant Bit
MSB	Most Significant Bit