

UNIVERSIDAD DE GRANADA.

ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE  
INGENIERIAS INFORMATICA Y DE  
TELECOMUNICACIÓN.



Departamento de Arquitectura y  
Tecnología de Computadores.

**TECNOLOGÍA Y ORGANIZACIÓN DE  
COMPUTADORES.**

**PRÁCTICA 3.  
ANÁLISIS Y REALIZACIÓN DE UNA UNIDAD  
ARITMÉTICO-LÓGICA (ALU) DE 4 BITS.**

**11 GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA.**



## PRÁCTICA 3.

### ANÁLISIS Y REALIZACIÓN DE UNA UNIDAD ARITMÉTICO-LÓGICA (ALU) DE 4 BITS.

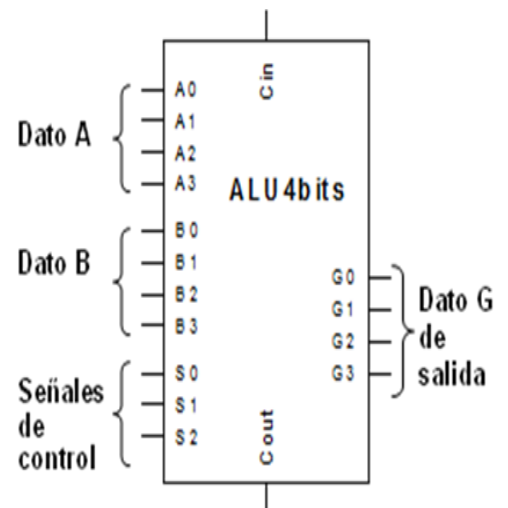
#### Objetivos:

- Analizar teóricamente una Unidad Aritmético-Lógica de 4 bits a partir de los esquemáticos de los circuitos que la implementa. Montar y verificar su funcionamiento en un simulador lógico.

#### 3.1. Estudio preliminar:

Se pretende analizar, realizar y verificar, utilizando un simulador lógico, una Unidad Aritmético-Lógica (ALU) que sea capaz de operar con 2 datos A y B de 4 bits. Esta ALU proporcionará las operaciones aritméticas y lógicas indicadas en la *Figura 3.1*. Cada operación se seleccionará según el valor que tomen (1 ó 0) unas señales de control  $S_2, S_1, S_0$  y un acarreo de entrada  $C_{in}$ .

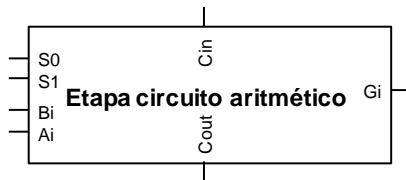
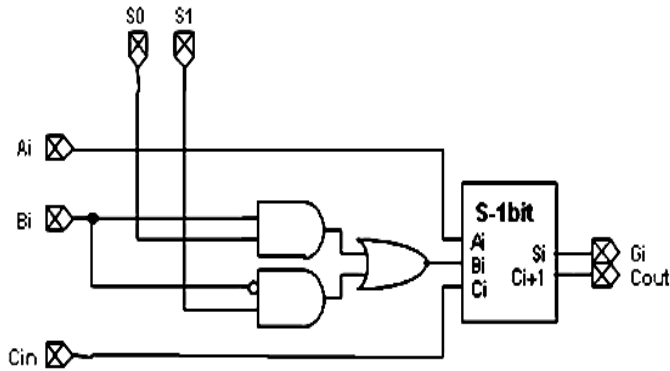
$G = A - 1$	Decrementar A
$G = A + B$	Sumar: A más B
$G = A$	Transferir A
$G = \bar{A}$	Transferir complemento de A
$G = A \wedge B$	Operación A AND B
$G = A + B + 1$	Sumar A más B más 1
$G = A \oplus B$	Operación: A EXOR B
$G = A + \bar{B}$	Sumar A con el complemento a 1 de B
$G = A + 1$	Incrementar A
$G = A \vee B$	Operación: A OR B
$G = A + \bar{B} + 1$	Restar: $A - B$ (en complemento a 2)



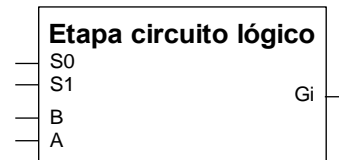
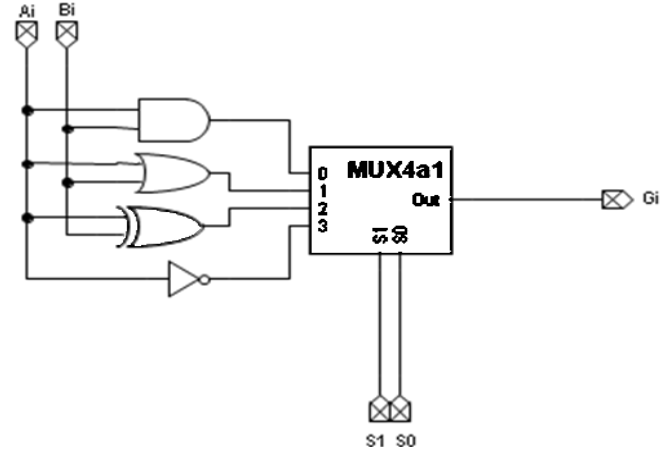
*Figura 3.1: Operaciones que realiza la ALU. Esquema general de entradas y salidas.*

La estructura jerárquica modular mediante Logic Works de la ALU se establece en las *Figuras 3.2, 3.3 y 3.4*. Se parte de los circuitos de la *Figura 3.2(a) y 3.2(b)* que corresponden a las etapas aritmética y lógica, respectivamente. Ambas operan sobre

datos de un bit. La etapa aritmética incluye a un sumador completo de un bit (S-1bit) y la etapa lógica un multiplexor 4:1. Estos módulos se “encapsulan” dando lugar a los bloques indicados en la parte inferior de las *Figura 3.2(a)* y *(b)*.



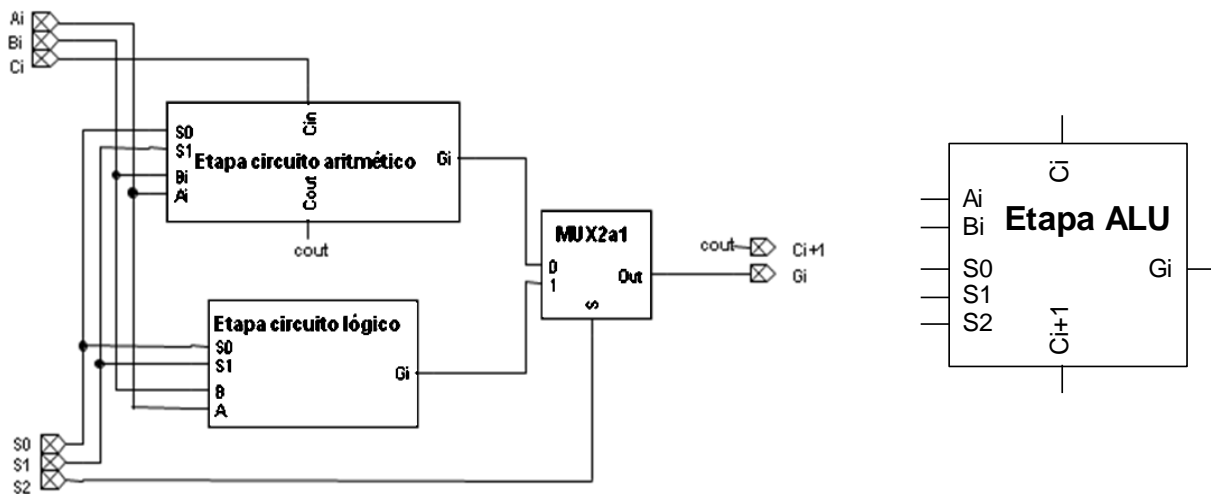
*Figura 3.2(a)*



*Figura 3.2(b)*

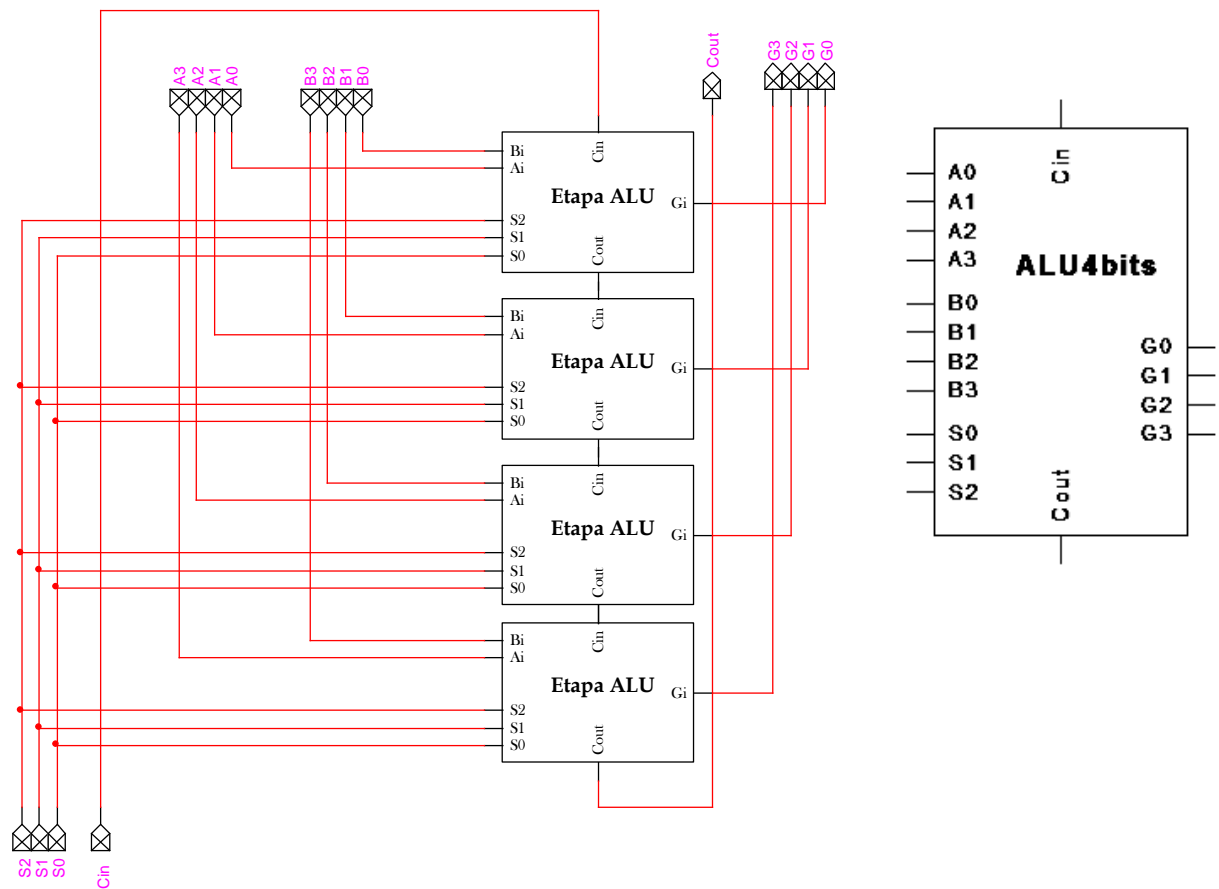
*Figura 3.2. Estructura modular de cada elemento aritmético ó lógico de 1 bit.*

En la *Figura 3.3* se ilustra el diseño y “encapsulado” de la Etapa ALU de un bit que integra los módulos anteriores de la *Figura 3.2*.



*Figura 3.3. Estructura de la Etapa ALU de un bit.*

En la *Figura 3.4* se ilustra el diseño y “encapsulado” de una ALU de 4 bits, utilizando 4 Etapas ALU de un bit, como las diseñadas en la *Figura 3.3*.



*Figura 3.4. Estructura completa de la ALU para palabras de 4 bits.*

## 3.2. Realización práctica:

1. Trabajo para realizar ANTES de la sesión de prácticas (debe venir preparado):
  - 1.1. **Analice teóricamente** los esquemáticos de los circuitos y etapas de la ALU mostradas en las *Figuras 3.2, 3.3 y 3.4*. Deduzca, razonadamente, para qué combinaciones de las señales de control  $S_2$ ,  $S_1$ ,  $S_0$  y valor de  $C_{in}$  se realiza cada una de las operaciones indicadas en la *Figura 3.1*. El resultado indíquelo en la columna de la *Tabla 3.1* correspondiente a “Operaciones de la ALU deducidas Teóricamente”.
  - 1.2. Ponga algunos ejemplos, con datos (A y B) de entrada de 4 bits, y obtenga teóricamente, para cada una de las operaciones dadas en la *Figura 3.1* el resultado (dato G) que debería obtenerse.

SEÑALES $S_2S_1S_0C_{in}$	Operaciones de la ALU, deducidas Teóricamente	Operaciones de la ALU deducidas Experimentalmente
0 0 0 0		
0 0 0 1		
0 0 1 0		
0 0 1 1		
0 1 0 0		
0 1 0 1		
0 1 1 0		
0 1 1 1		
1 0 0 0		
1 0 0 1		
1 0 1 0		
1 0 1 1		
1 1 0 0		
1 1 0 1		
1 1 1 0		
1 1 1 1		

Tabla 3.1

- Realice en LogicWorks la ALU de la *Figura 3.4* y **el circuito de prueba de la Figura 3.5**. Para ello, use (de la biblioteca *Simulation IO.clf*) dos componentes HEX KEYBOARD wo/STB para generar los datos  $A_3A_2A_1A_0$  y  $B_3B_2B_1B_0$ , un componente HEX\_DISPLAY para visualizar las salidas  $G_3G_2G_1G_0$ , cuatro BINARY SWITCH para generar las señales  $S_2S_1S_0C_{in}$ , y un BINARY PROBE para visualizar la salida  $C_{out}$  y así realizar la prueba experimental del circuito.
- En el Laboratorio, introduzca los ejemplos, deducidos teóricamente en el apartado (1.2), en el circuito de prueba y **deduzca experimentalmente** los valores de las señales de control  $S_2, S_1, S_0$  y valor de  $C_{in}$  correspondiente a cada una de las operaciones indicadas en la *Figura 3.1* y **rellene la última columna** de la *Tabla 3.1*

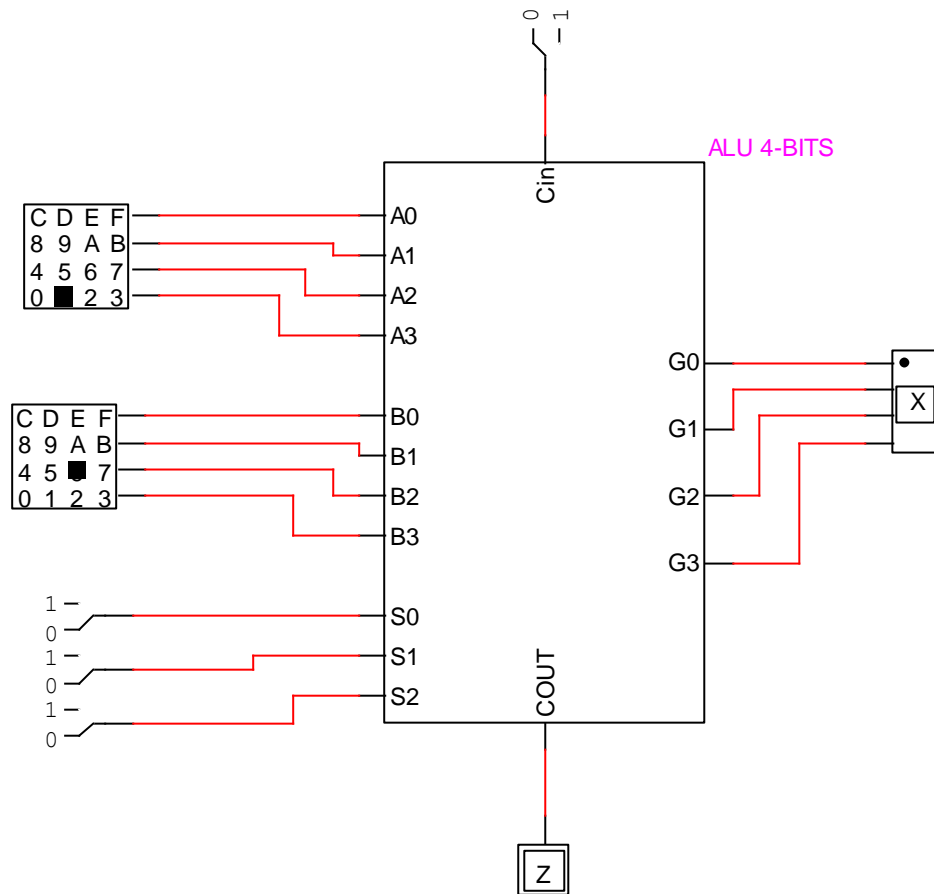


Figura 3.5. Circuito de prueba de la ALU de 4 bits.

