



3. ALU y camino de datos

Contenidos

- ¿Qué es una A.L.U.?
- Registros
- Buses
- Estructura de una A.L.U.
- Operadores e indicadores
- Estructura del camino de datos basado en buses

¿Qué es una A.L.U.

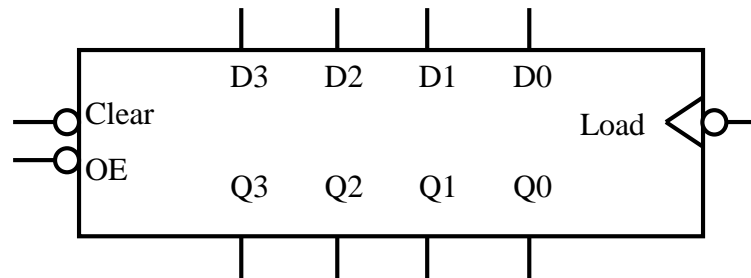
- A.L.U. son las siglas de Unidad Lógica y Aritmética.
- Es la encargada de realizar las operaciones dentro de una CPU. Por ejemplo AND, XOR, Suma, Resta...
- Para recibir datos y devolver resultados necesita de dos elementos adicionales:
 - Registros: En los que se almacenan los datos a operar y el resultado obtenido
 - Buses: para recibir y enviar los datos antes indicados
- Es manejada por la Unidad de Control (T4)

Registros

- Circuito capaz de almacenar información binaria
- Está compuesto por biestables (1 biestable: 1 bit)
- Se caracteriza por:
 - Número de bits que es capaz de almacenar
 - Acceso de entrada/salida de la información
 - Paralelo: toma o muestra todos los bits al mismo tiempo
 - Serie: toma o muestra los bits uno a uno
 - Mixto: combina serie y paralelo.
 - Activación (trigger): Con qué estado del reloj se produce la captura de datos.
 - Nivel alto, nivel bajo (anticuado).
 - **Flanco de subida**, flanco de bajada.

Registro Paralelo

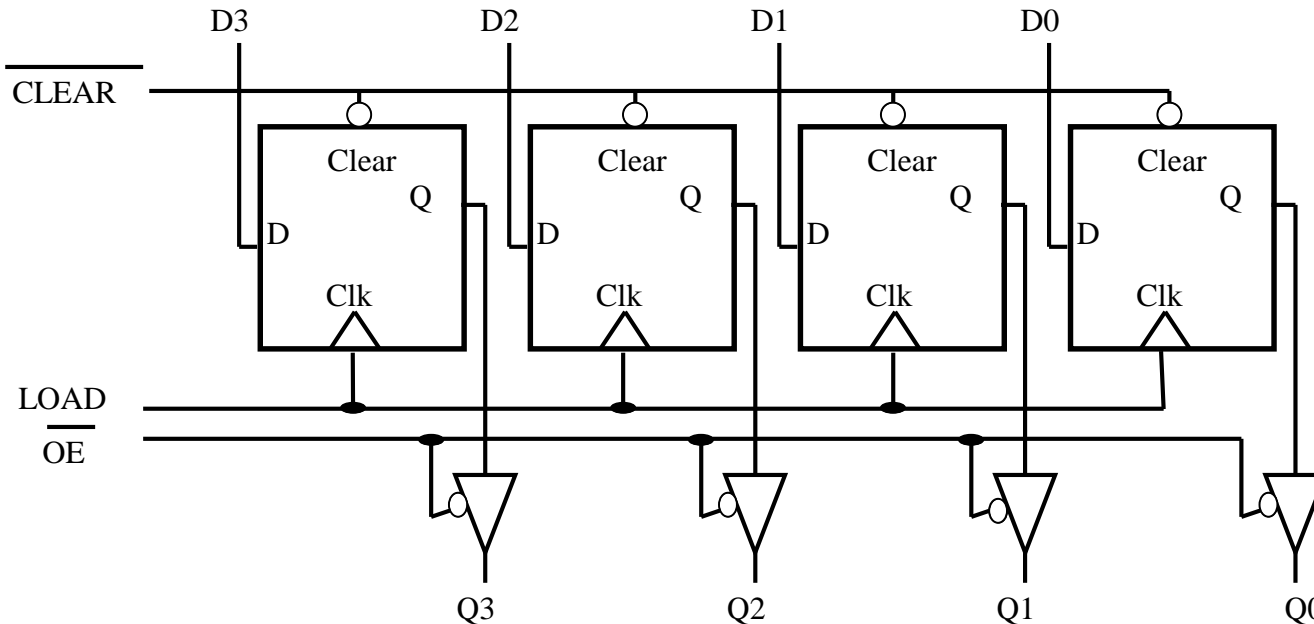
Almacena y muestra todos los bits a mismo tiempo



- Load ► Captura (activo en *flanco de bajada*)
- D3-D0 ► Datos de entrada
- Q3-Q0 ► Datos de salida
- Clear ► Borrado. El dato es 0
- OE ► Control de triestado de salida

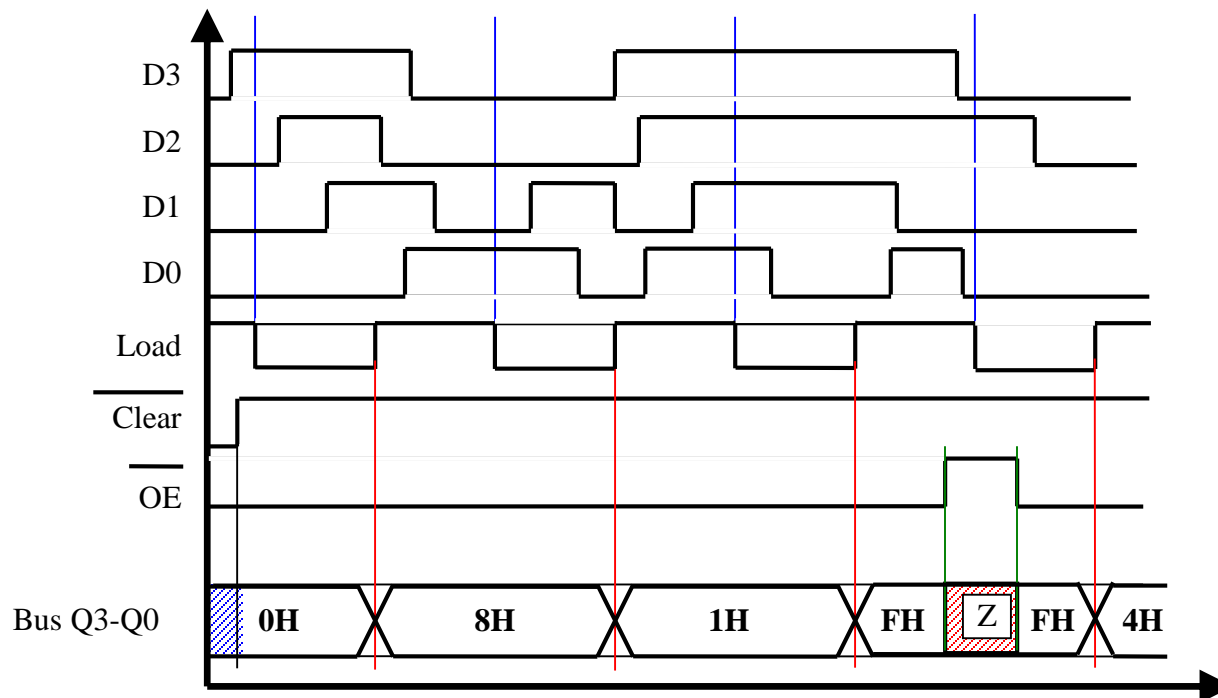
Registro Paralelo

Estructura interna



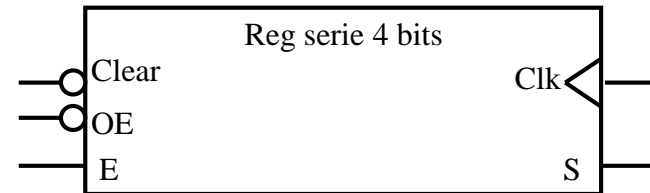
Registro Paralelo

Ejemplo de cronograma de funcionamiento



Registro Serie

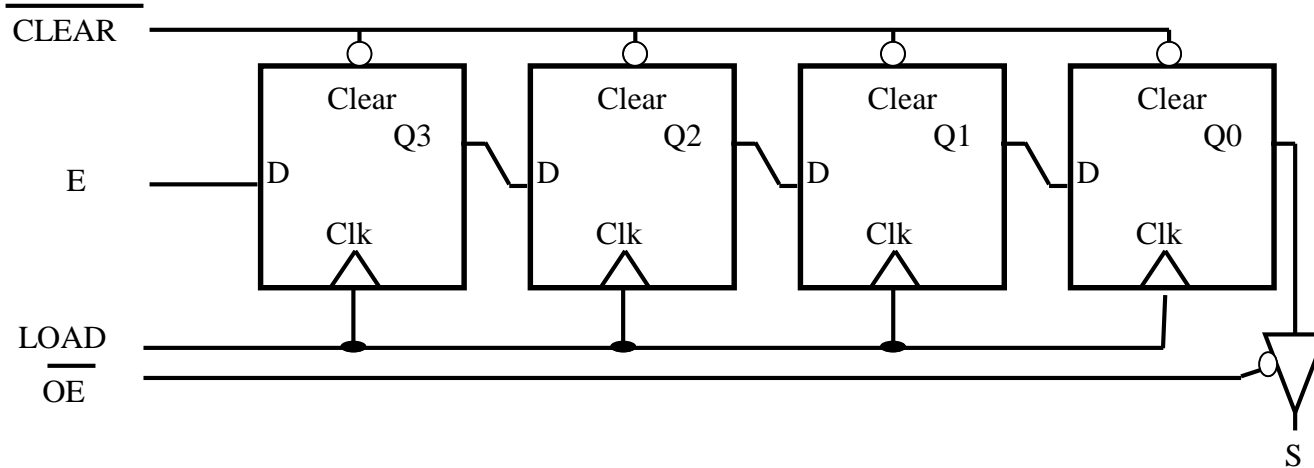
Almacena y muestra uno a uno, los bits que componen los datos



- CLK ► Reloj (activo a nivel bajo)
- E ► Dato de entrada
- S ► Datos de salida
- Clear ► Borrado. Contenido a 0
- OE ► Control de triestado de salida

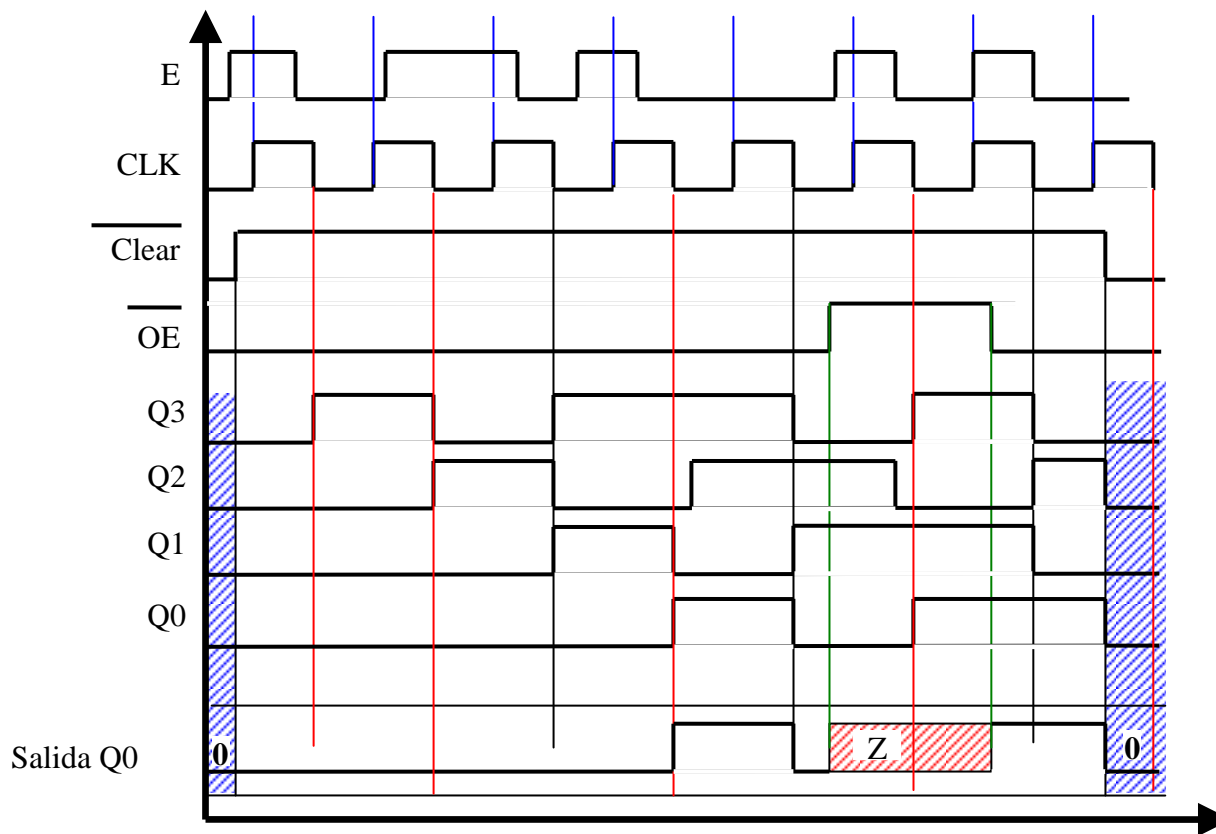
Registro Serie

Estructura interna



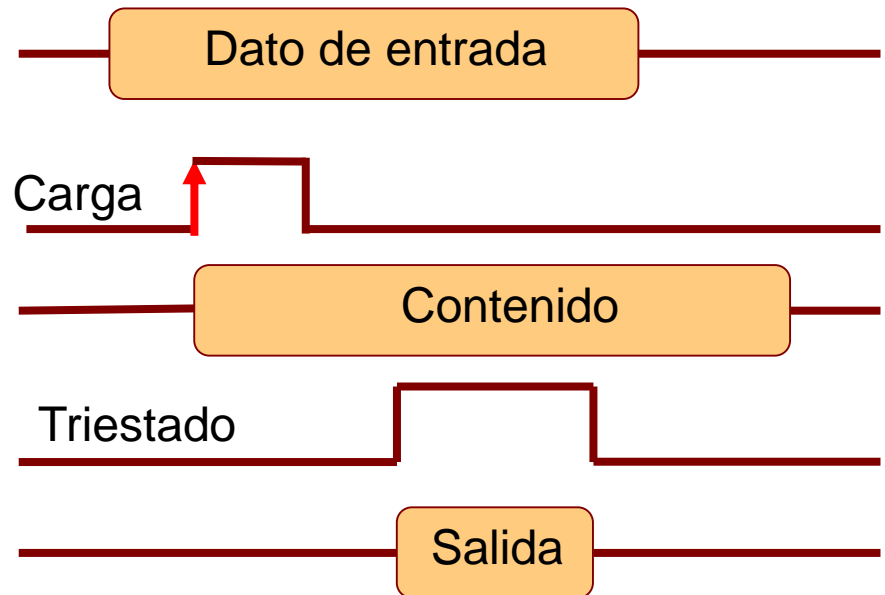
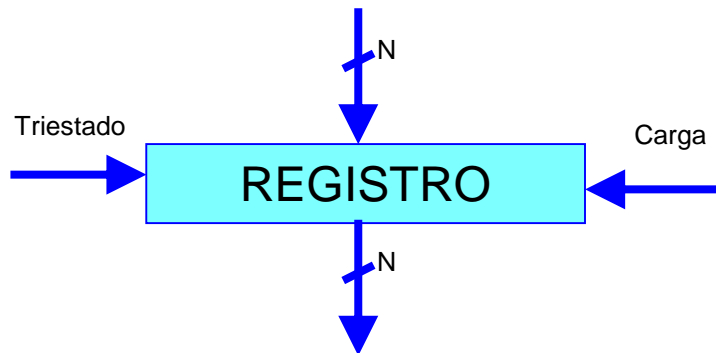
Registro Serie

Ejemplo de cronograma de funcionamiento



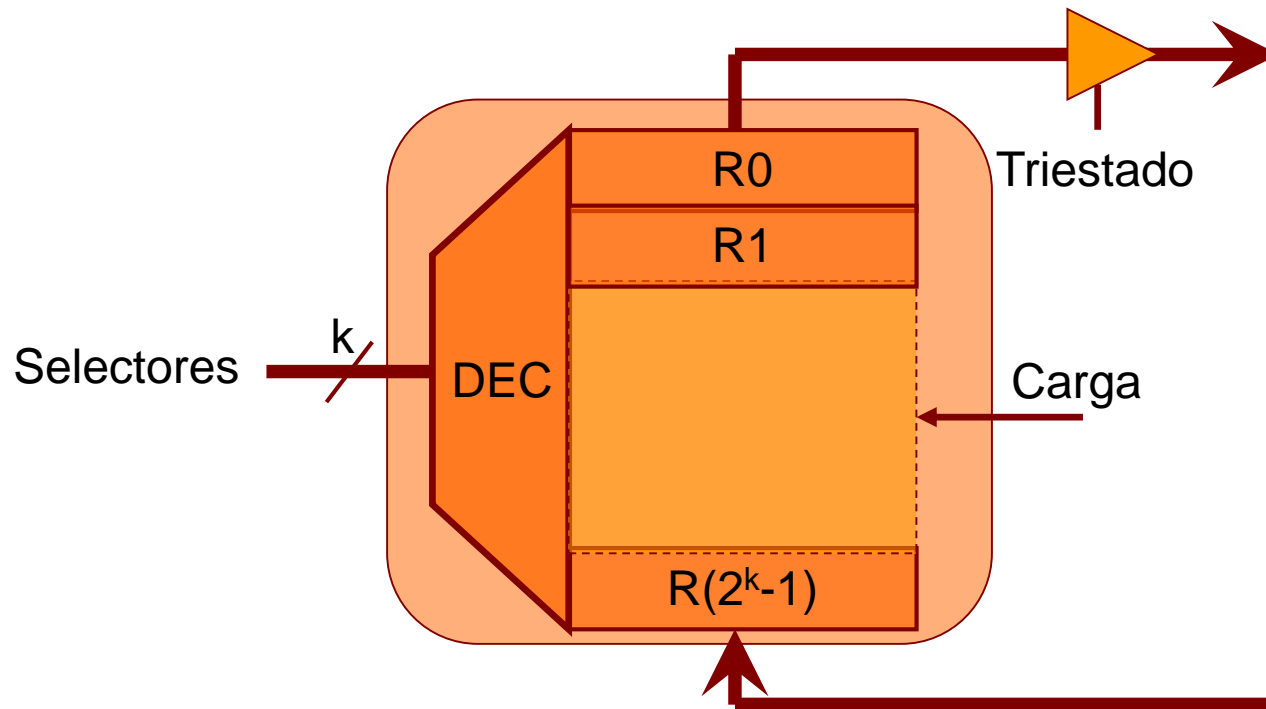
Registros

Funcionamiento de un solo registro paralelo



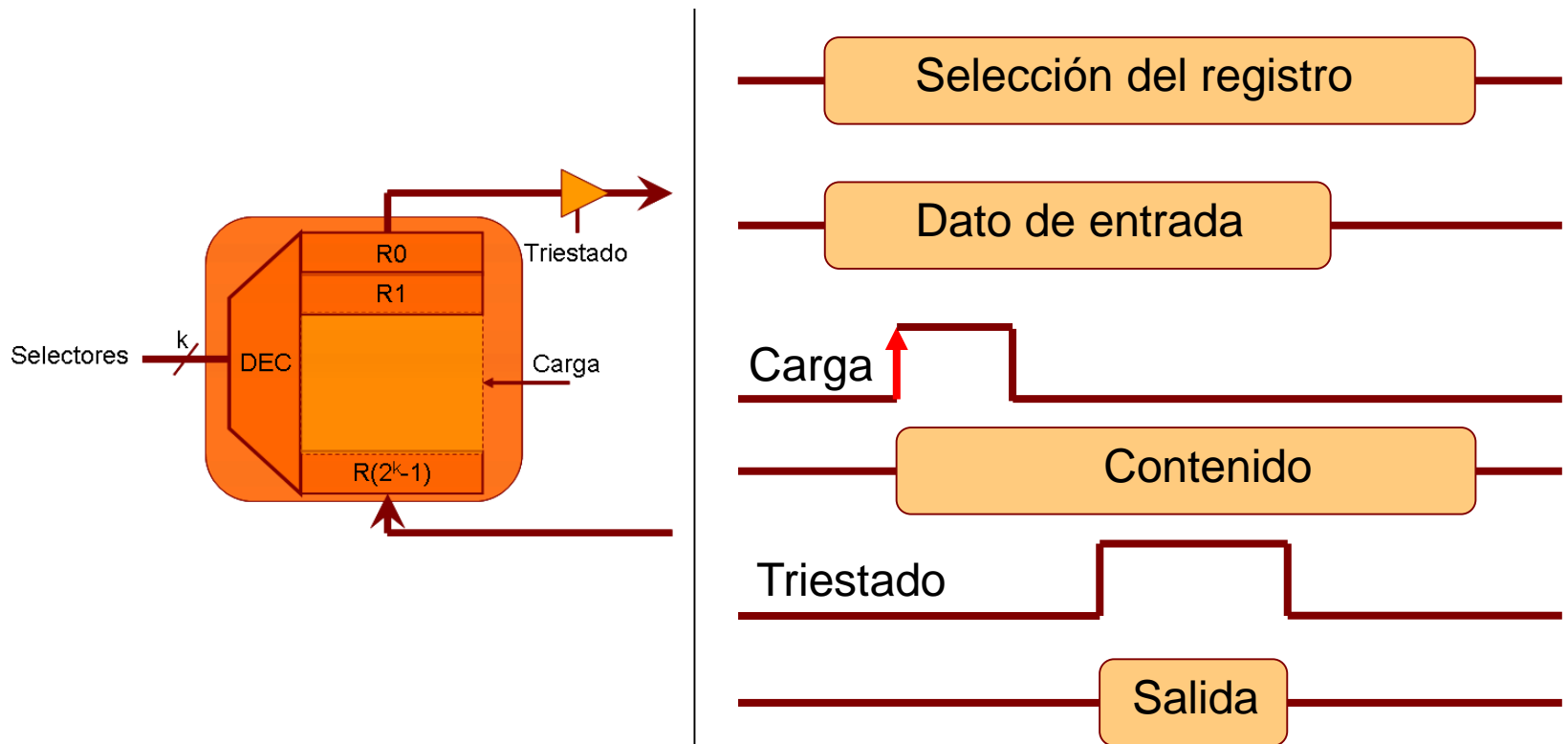
Registros

Banco de registros: conjunto de registros agrupados de manera que el (los) seleccionado(s) está(n) actuando en cada momento



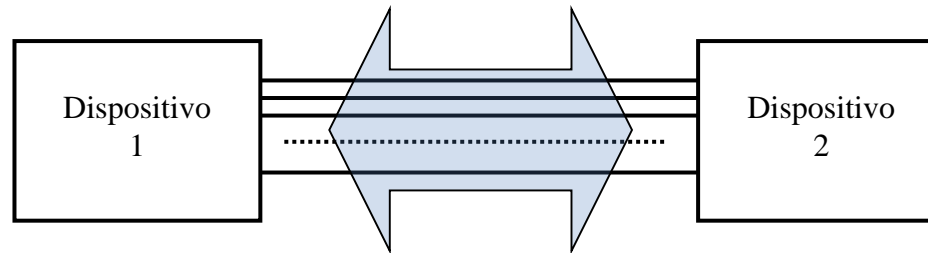
Registros

Funcionamiento de un banco de registros



Bus

- Conjunto de líneas eléctricas, cuyo cometido es transportar información de un circuito a otro.



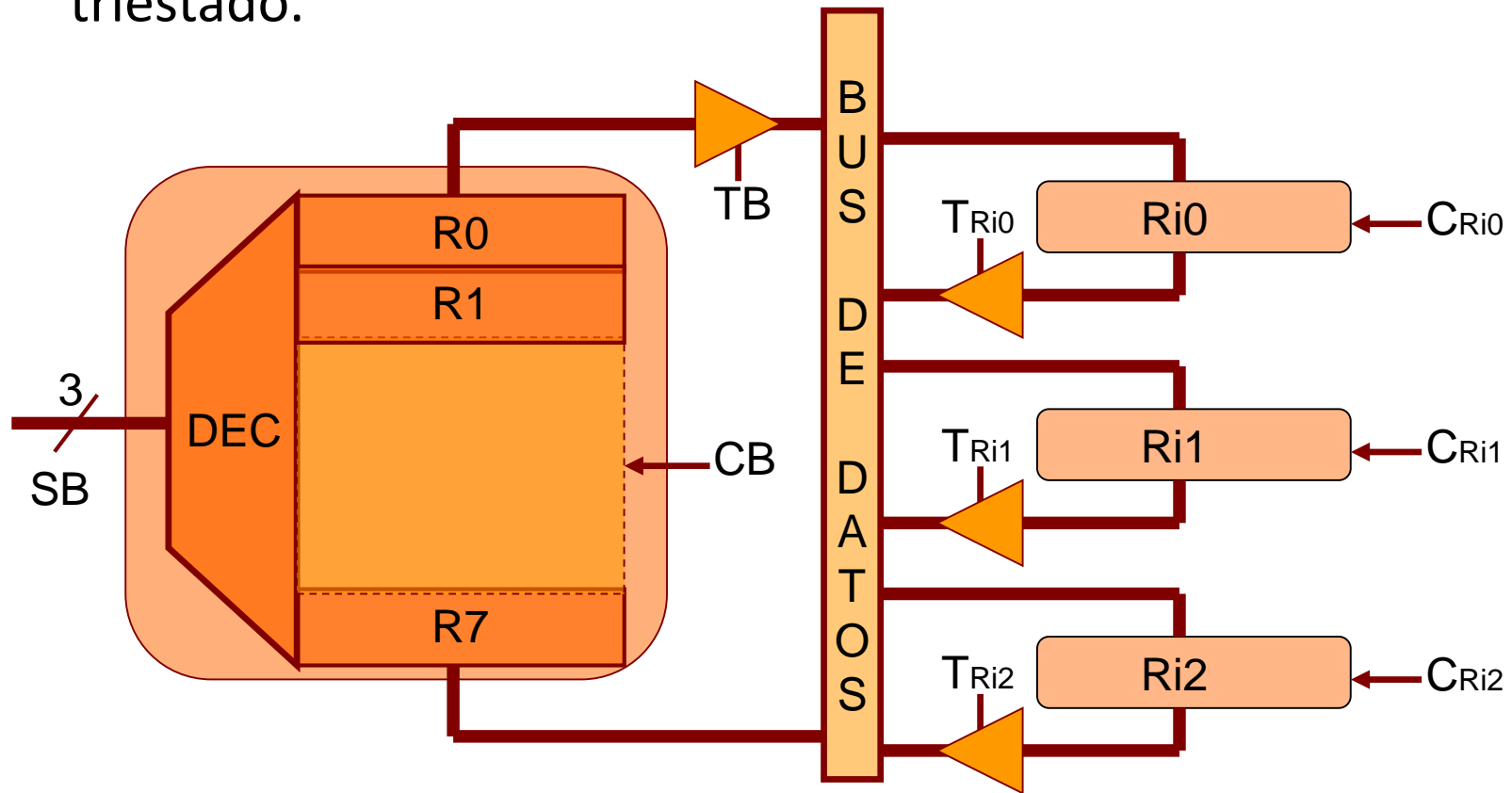
- Existen diferentes tipos de buses

Bus

- **Bus unidireccional:** en el que los dispositivos tienen siempre la misma función de receptor o transmisor
- **Bus bidireccional:** en el que los dispositivos pueden cambiar su función de receptor o transmisor
- **Bus serie:** se transmite la información bit a bit
- **Bus paralelo:** La información se transmite en bloques de bits, un bit por cada línea física.
- **Bus síncrono:** transmite a la frecuencia de un reloj patrón.
- **Bus asíncrono:** no tiene reloj patrón

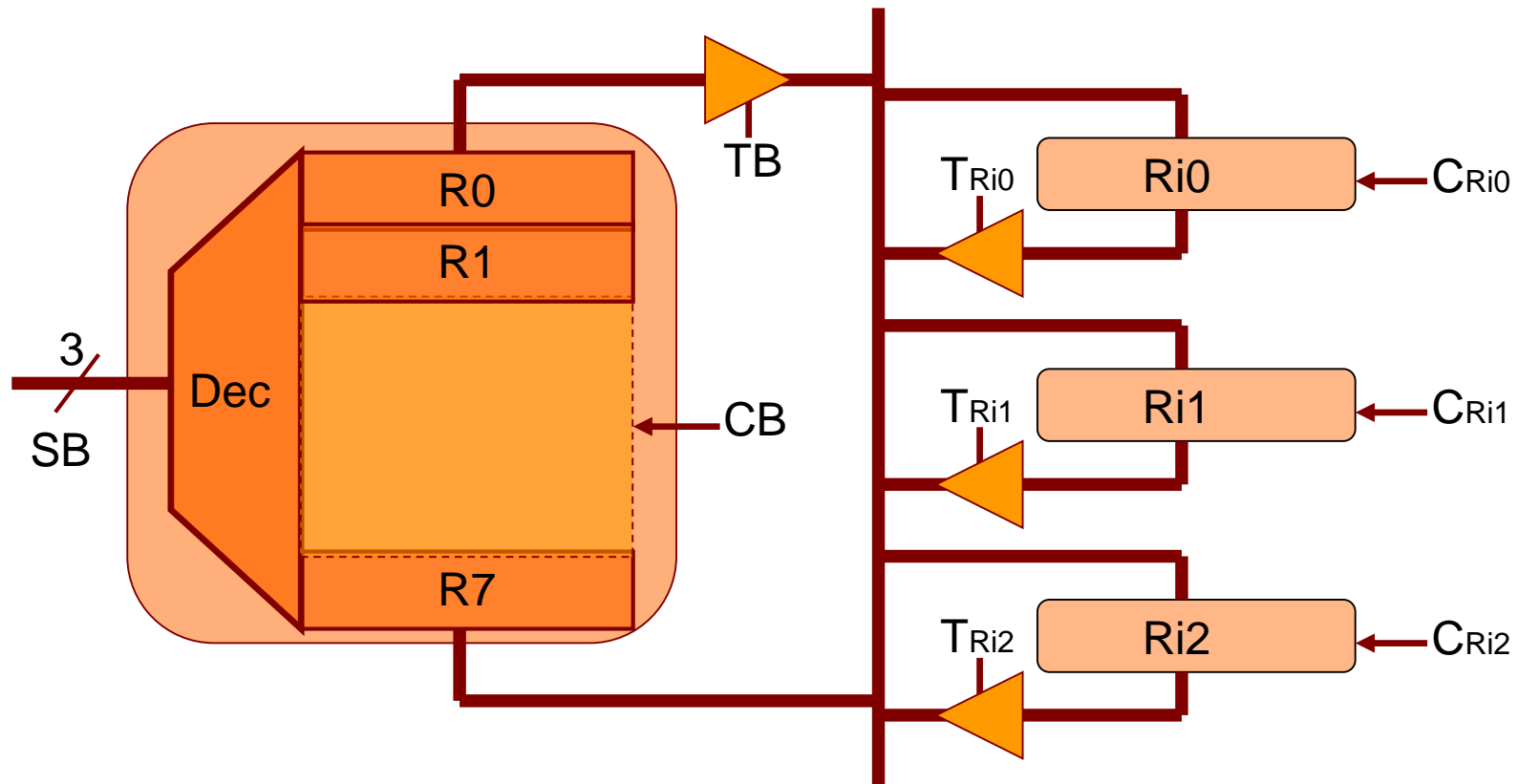
Bus – Transferencia de Registros

El computador normalmente utiliza buses compartidos y para ello es necesario que los dispositivos (registros) sean triestado.



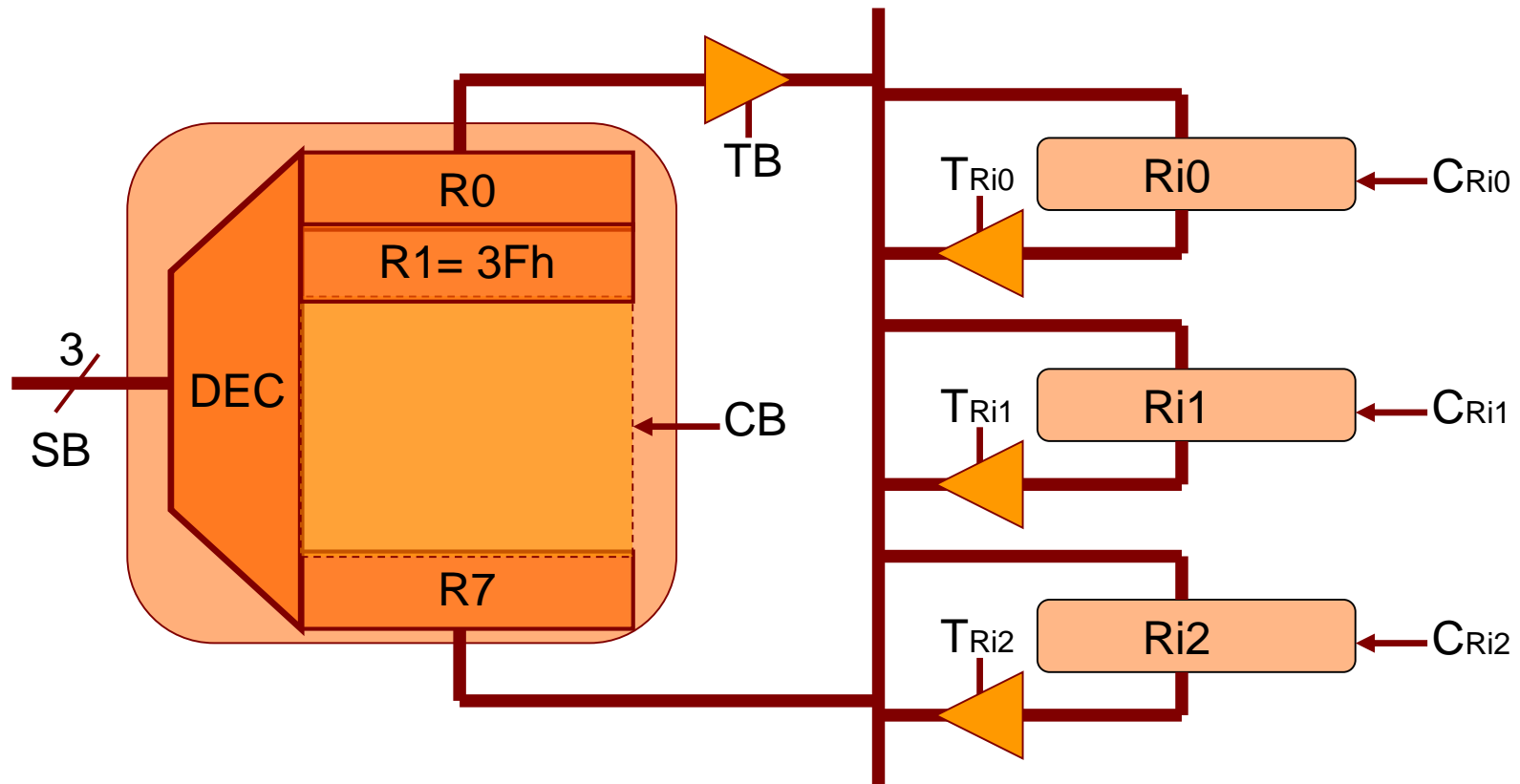
Transferencia de Registros

- Las señales que se tienen al inicio la letra C, son de carga.
- Las señales que tienen al inicio la letra T, son de control de triestado



Transferencia de registros

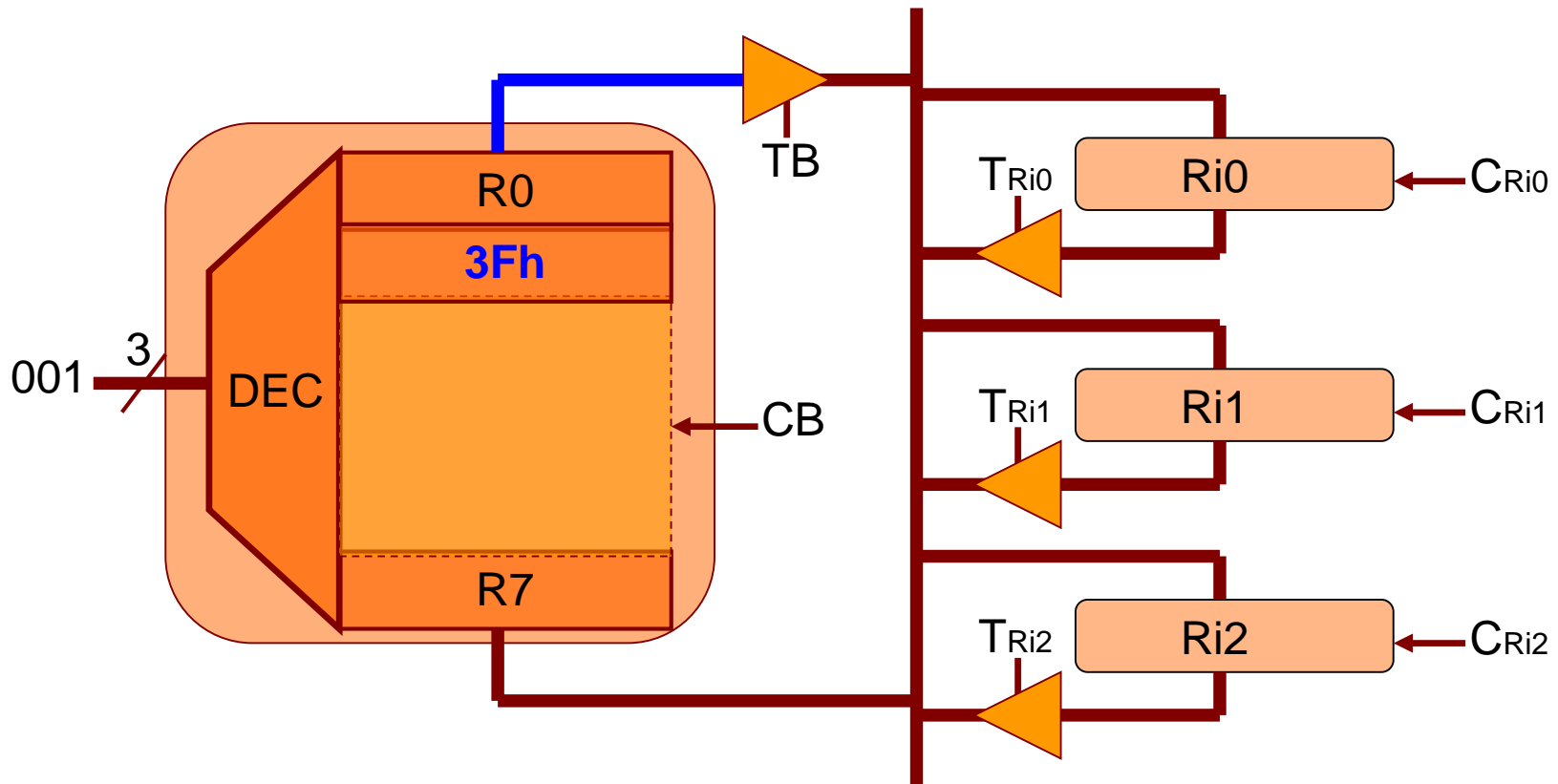
Ejemplo. Llevar un dato de R1 a Ri2



Transferencia de registros

Ejemplo. Llevar un dato de R1 a Ri2

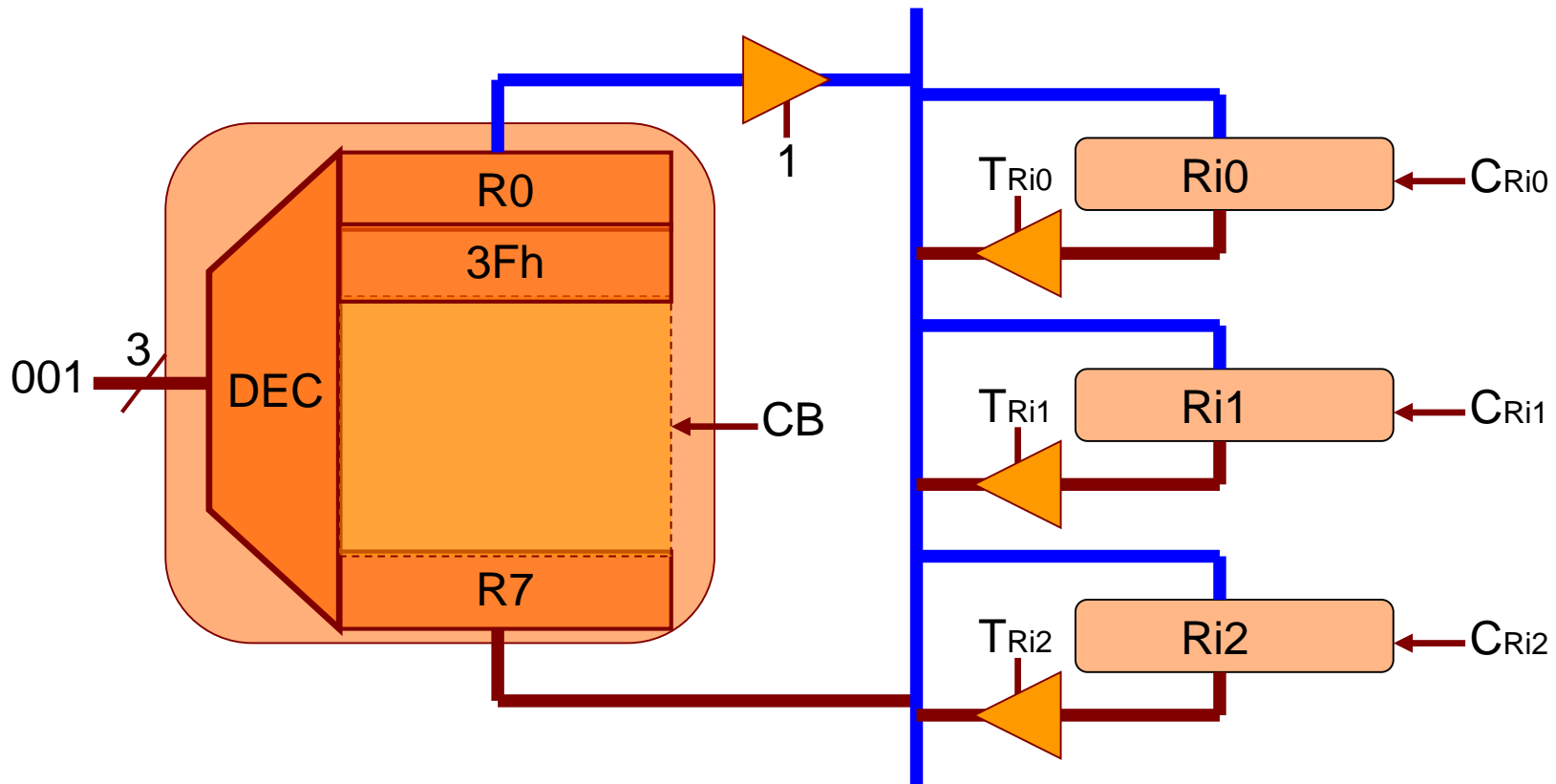
1- Selecciono R1



Transferencia de registros

Ejemplo. Llevar un dato de R1 a Ri2

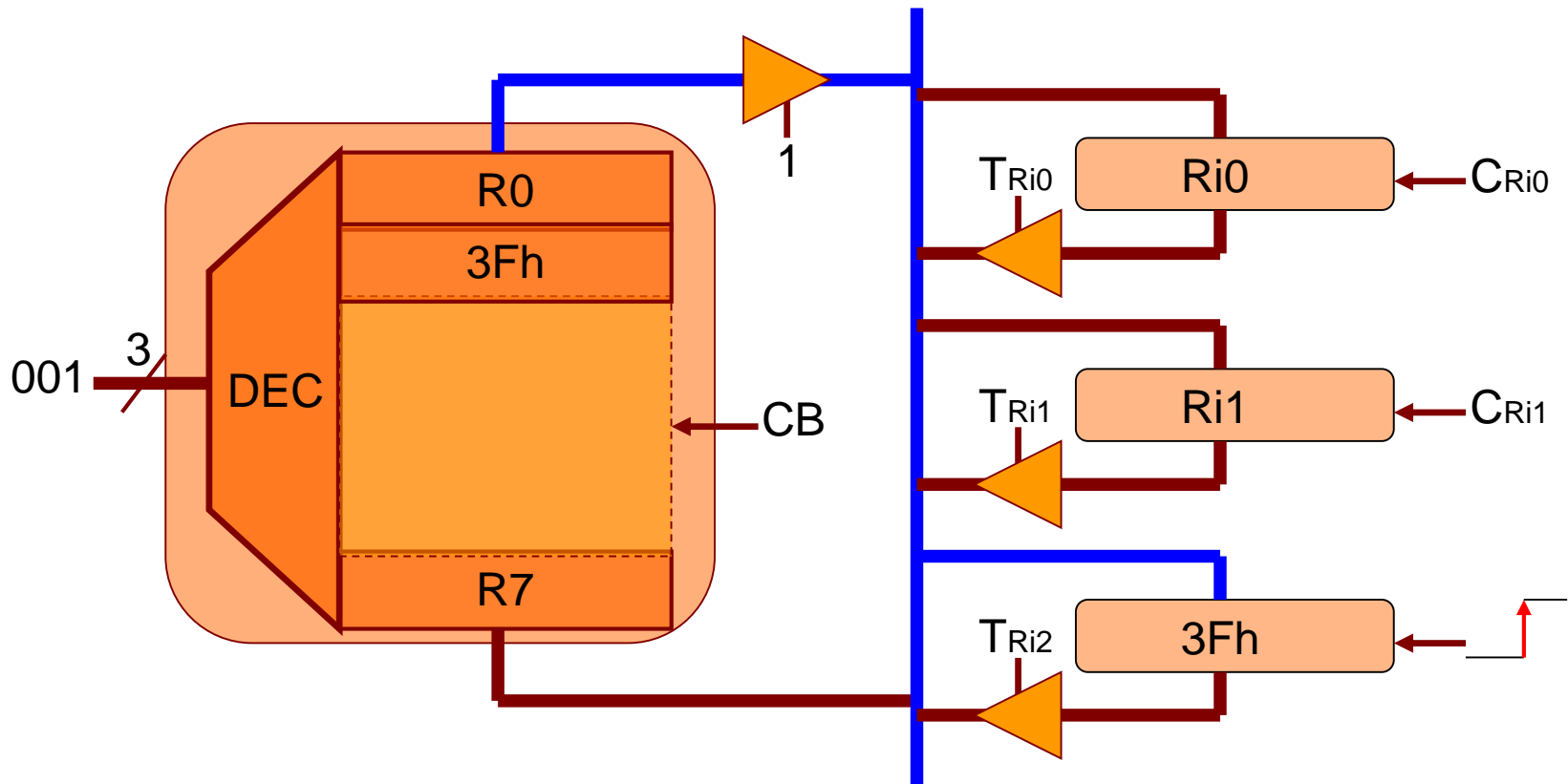
2- Abro el camino al bus compartido mediante TB



Transferencia de registros

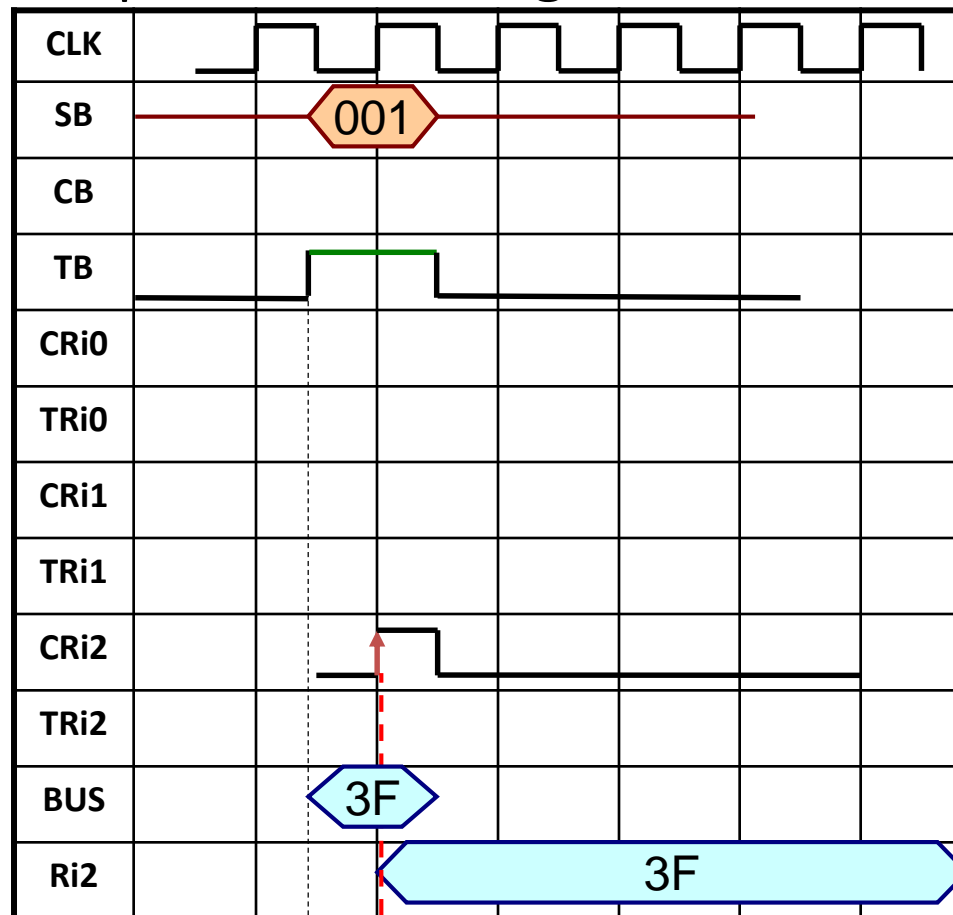
Ejemplo. Llevar un dato de R1 a Ri2

3- cargo el dato en Ri2 con flanco en carga



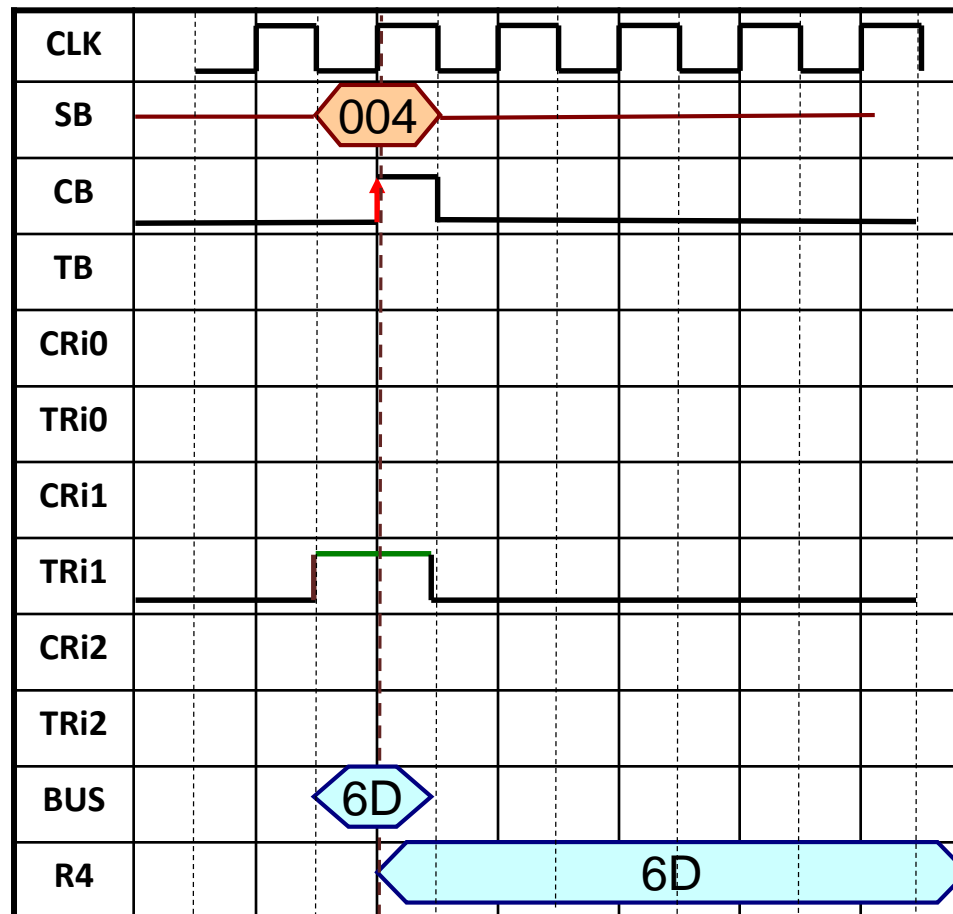
Transferencia de registros

¿Cómo mostrar la secuencia de señales que hace falta para realizar cada operación: **Cronograma**



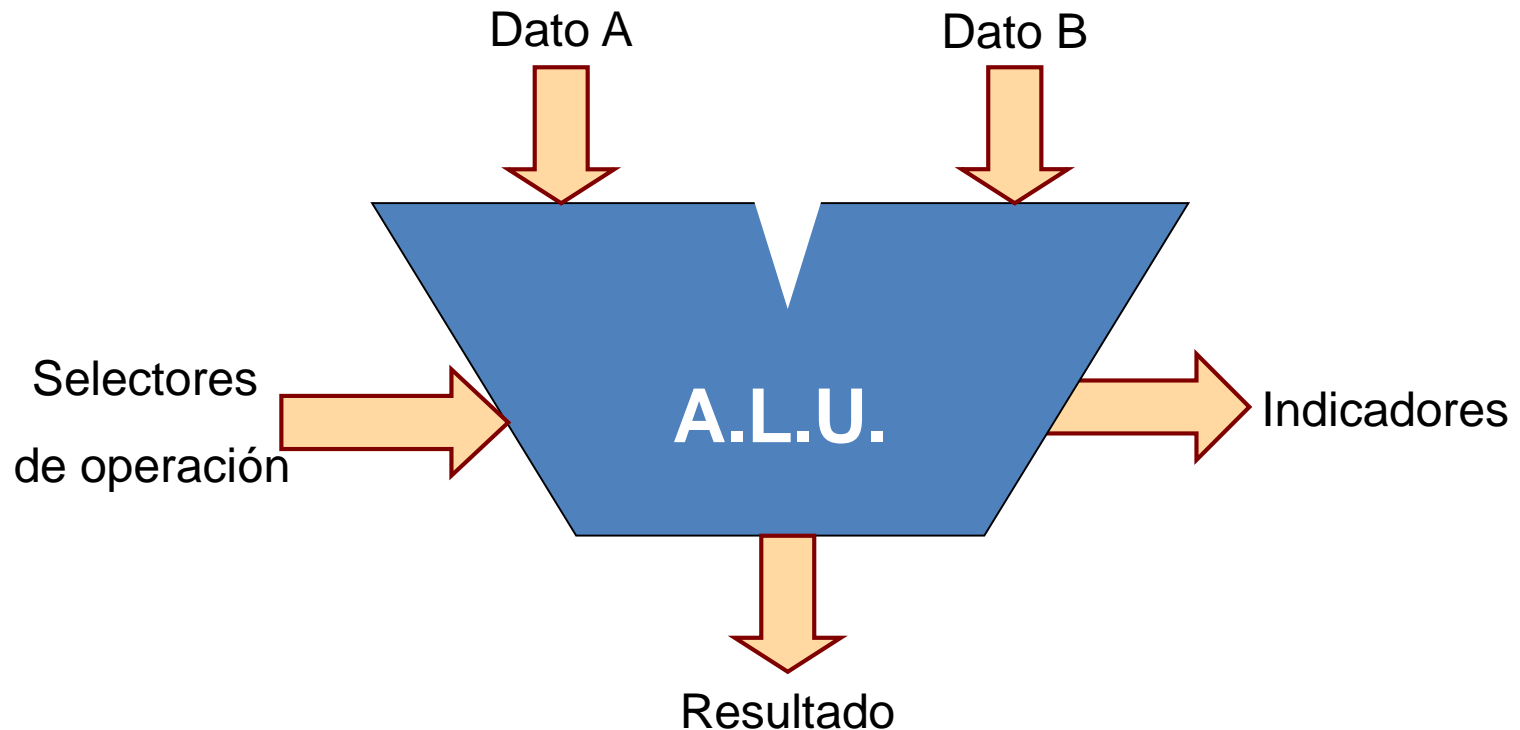
Transferencia de registros

Ej2: Pasar el dato contenido en Ri1 (6Dh) al registro 4 del banco de registros



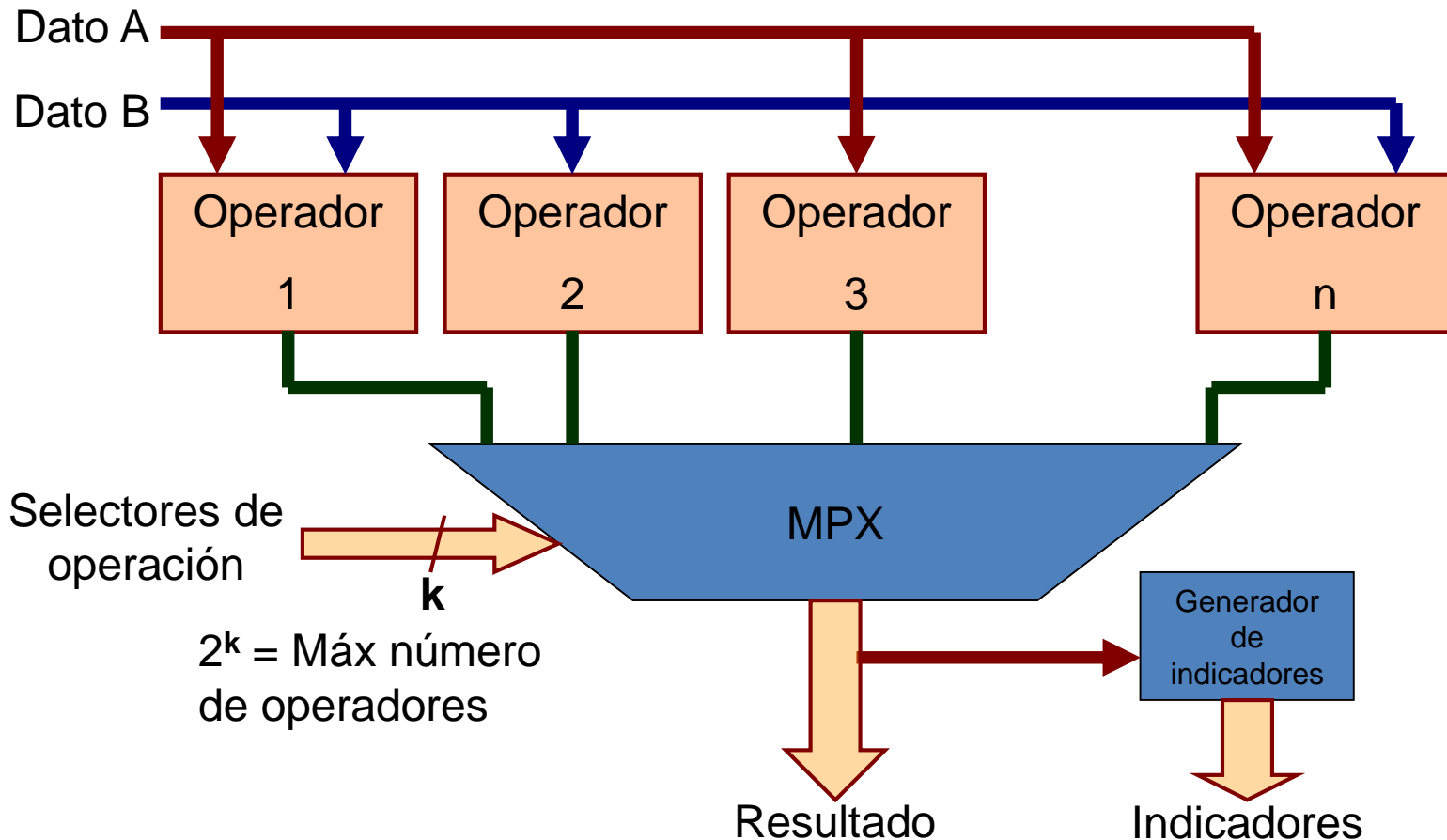
Estructura de una ALU

Su símbolo es el siguiente:



Estructura de una ALU

Estructura interna



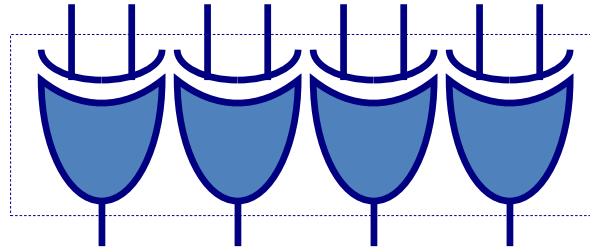
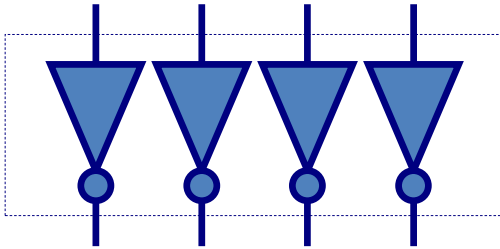
Operadores

Clasificación:

- Monádicos: Opera un solo dato (NOT A)
- Diádicos: Opera dos datos (A+B)
- Lógicos (AND, NOR, ...)
- Aritméticos (Suma, resta, ...)
- Desplazadores (Lógicos, aritméticos, circulares, lineales ...)
- Otros (detectores de cero, paridad, desbordamiento ...)

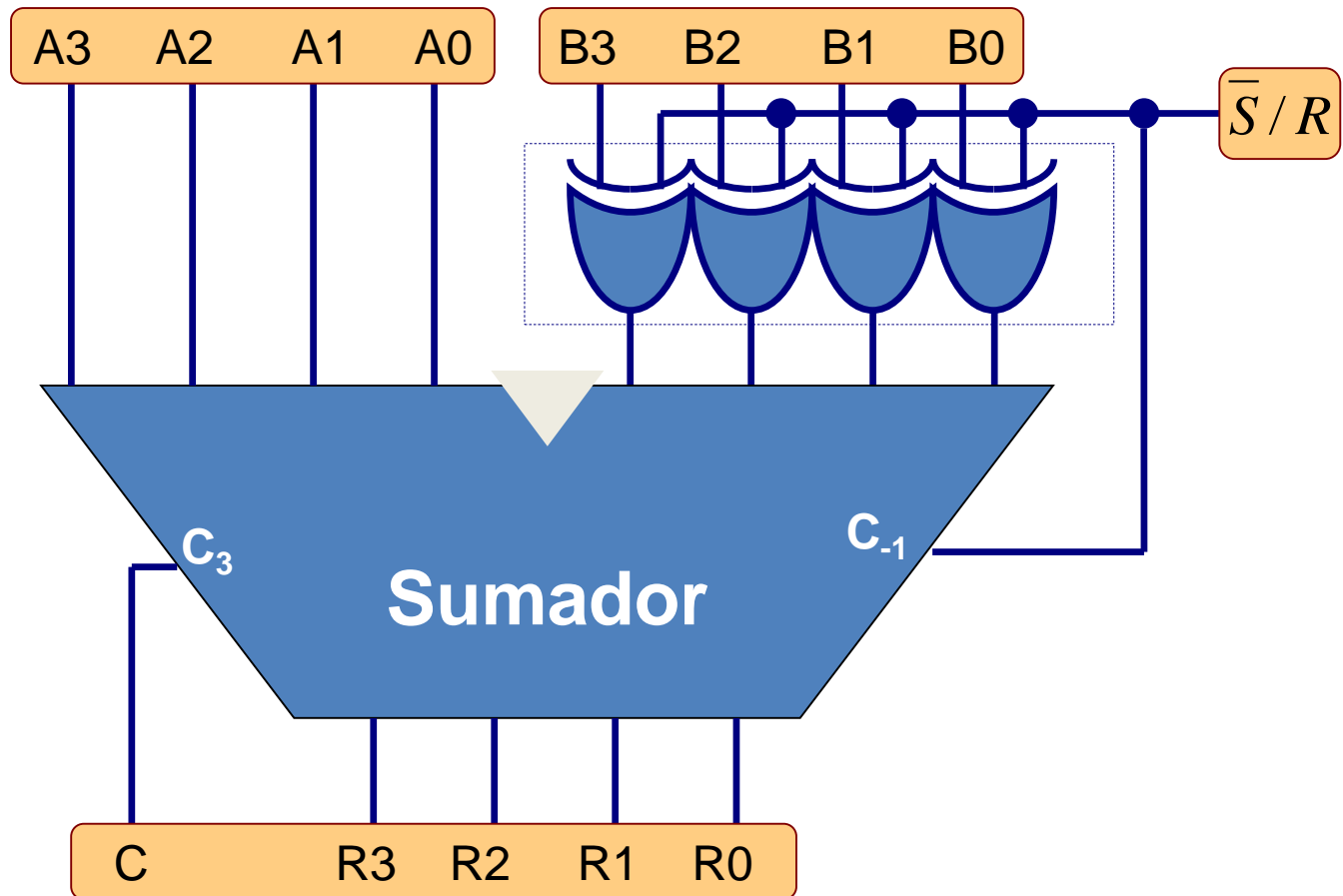
Operadores lógicos

Lógicos : Ejemplo 4 bits



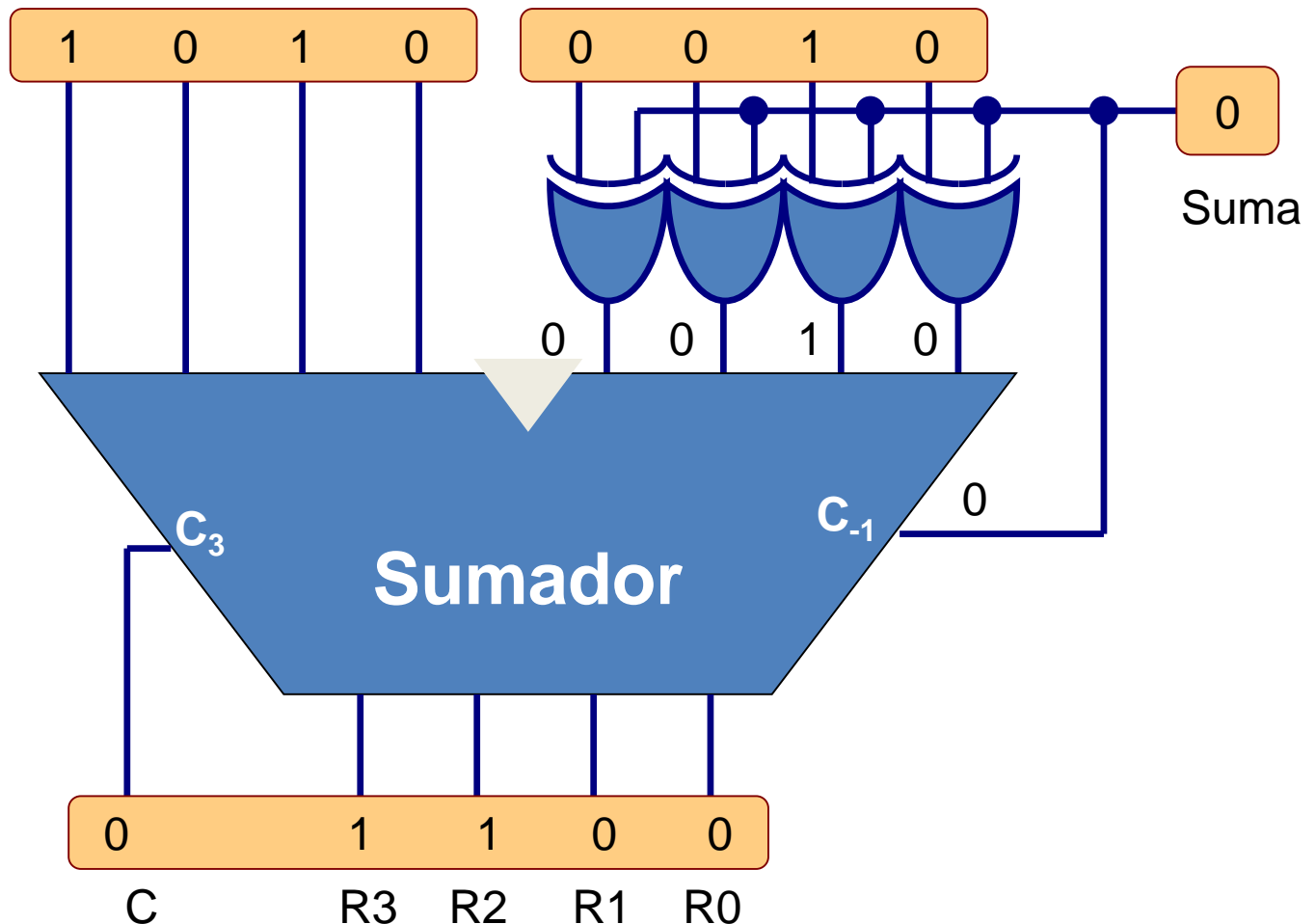
Operadores aritméticos

Aritméticos : **Sumador restador** entero en complemento a 2



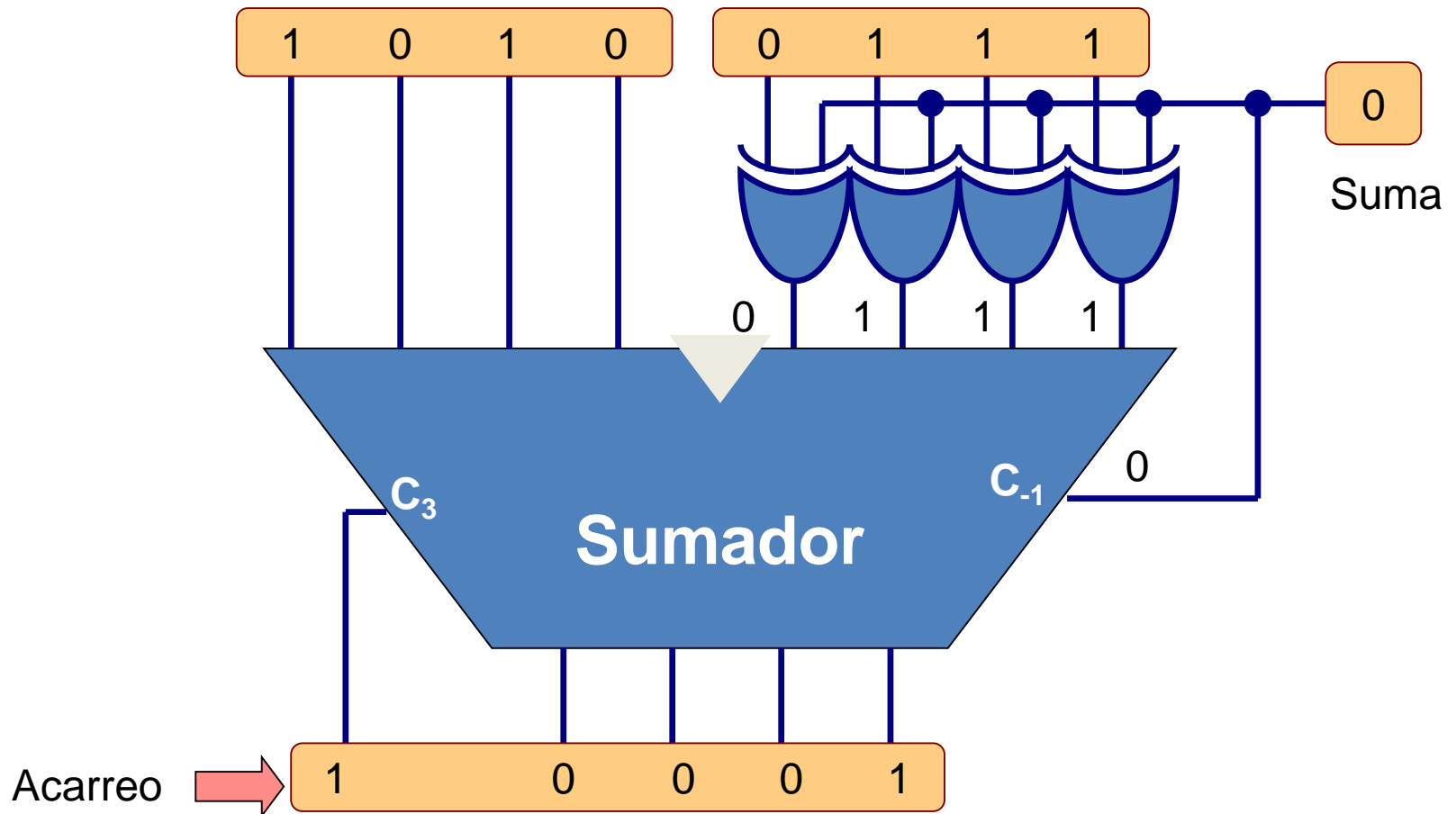
Operadores aritméticos

Aritméticos : **Sumador** restador entero en complemento a 2



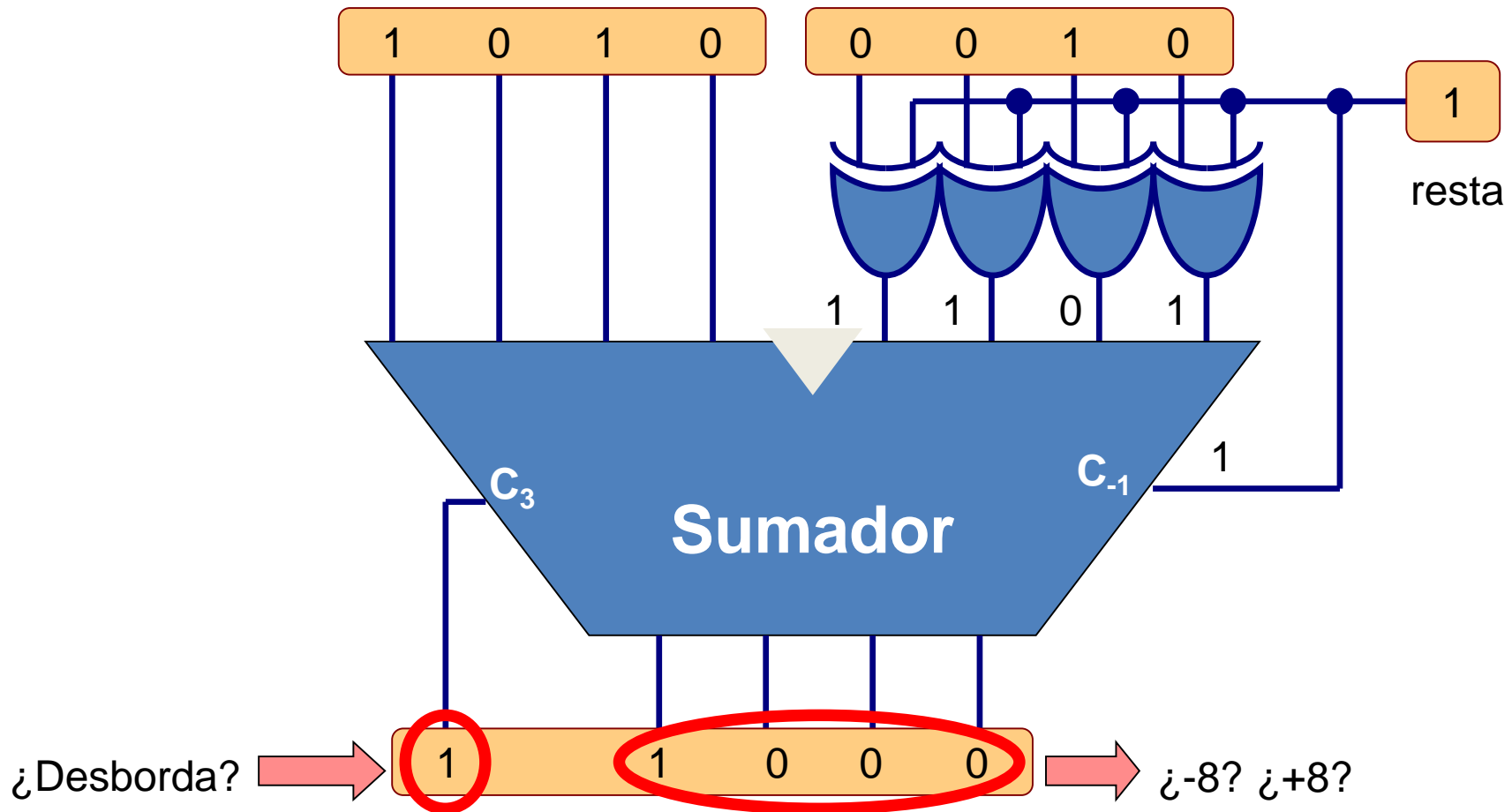
Operadores aritméticos

Aritméticos : **Sumador** restador entero en complemento a 2



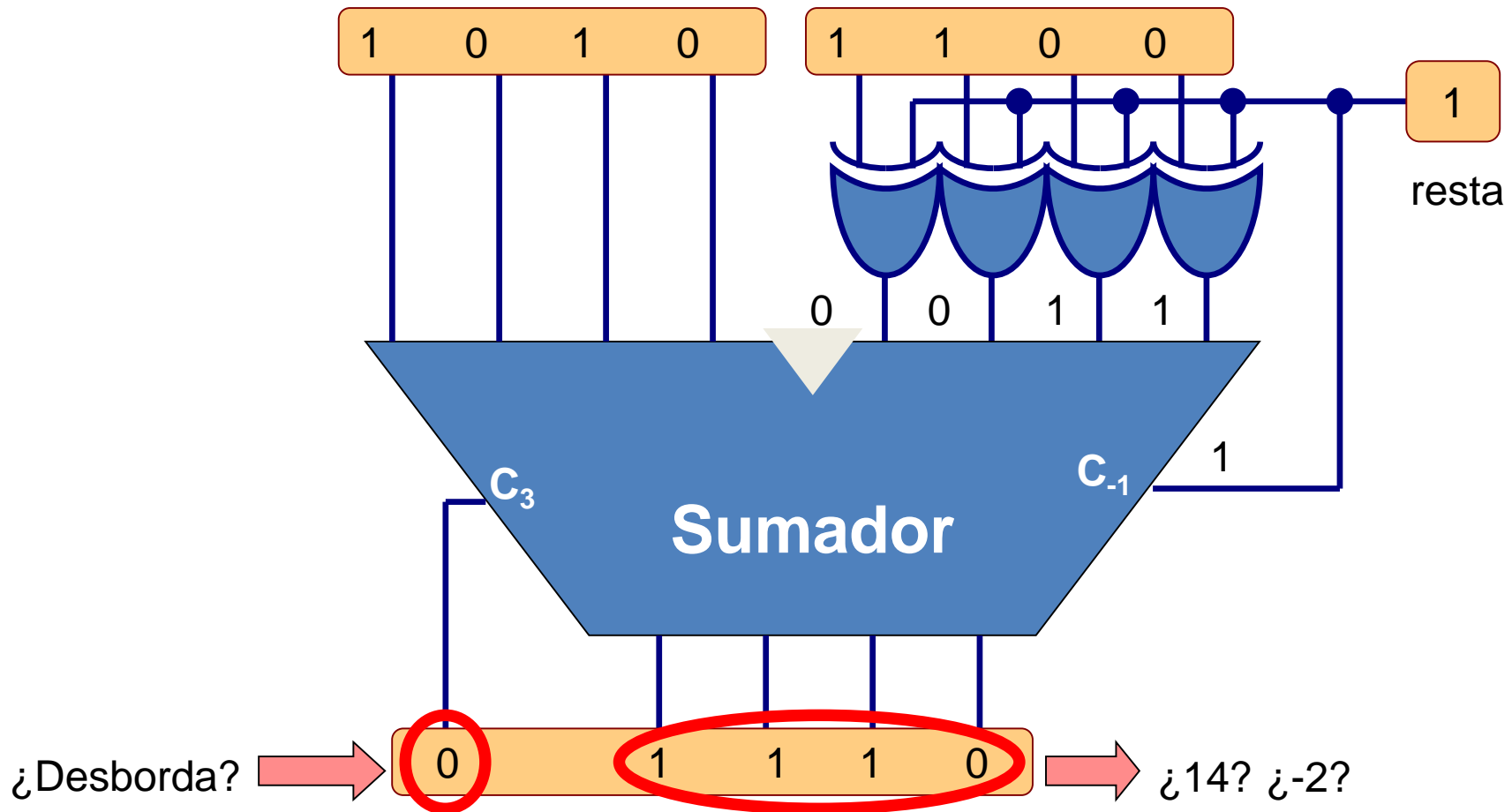
Operadores aritméticos

Aritméticos : **Sumador restador** entero en complemento a 2



Operadores aritméticos

Aritméticos : **Sumador restador** entero en complemento a 2



Operadores aritméticos

Sumador restador entero en complemento a 2

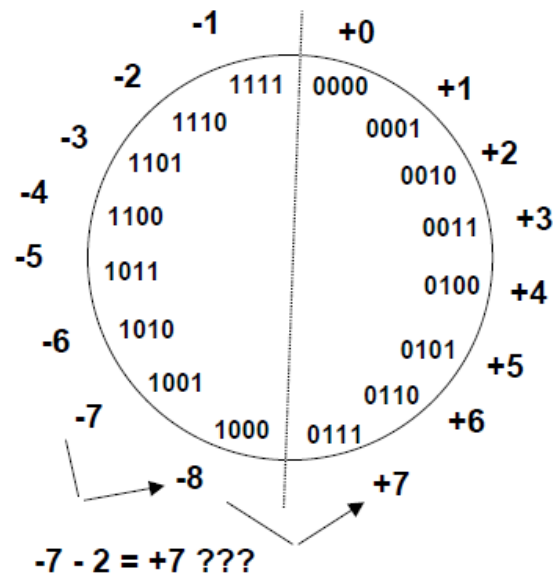
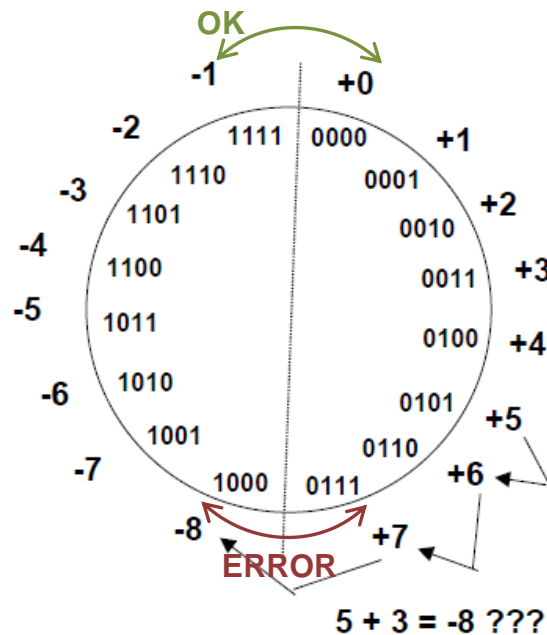
- ¿Qué sucede con los signos?
 - Restar un positivo equivale a sumar un negativo (y viceversa).
 - No hemos definido si las entradas tienen signo o no...
 - ...¡pero es indiferente para el diseño!
(solamente afecta al cálculo de los bits de estado)
- ¿Y los desbordamientos?
 - La suma de dos números de signo opuesto (o la diferencia de dos números del mismo signo) **nunca** se desborda.
 - (El valor absoluto del resultado no puede superar el valor absoluto de ninguno de los sumandos. Ej. $(+4) + (-3) = +1$; $(+7) - (+8) = -1$)
 - La suma de dos números del mismo signo (o la diferencia de números de signo opuesto) sí puede desbordarse.
 - (El valor absoluto de la suma es siempre mayor que el de ambos sumandos, ej. $8 + 9 = 17$, $7 - (-12) = +19$.)
 - Regla: Para operaciones **con signo**, **V=1** Si el último y el penúltimo bit de acarreo el **difieren**.
 - (En operaciones **sin signo** el desbordamiento lo indica el bit **C**)

Operadores aritméticos

Sumador restador entero en complemento a 2

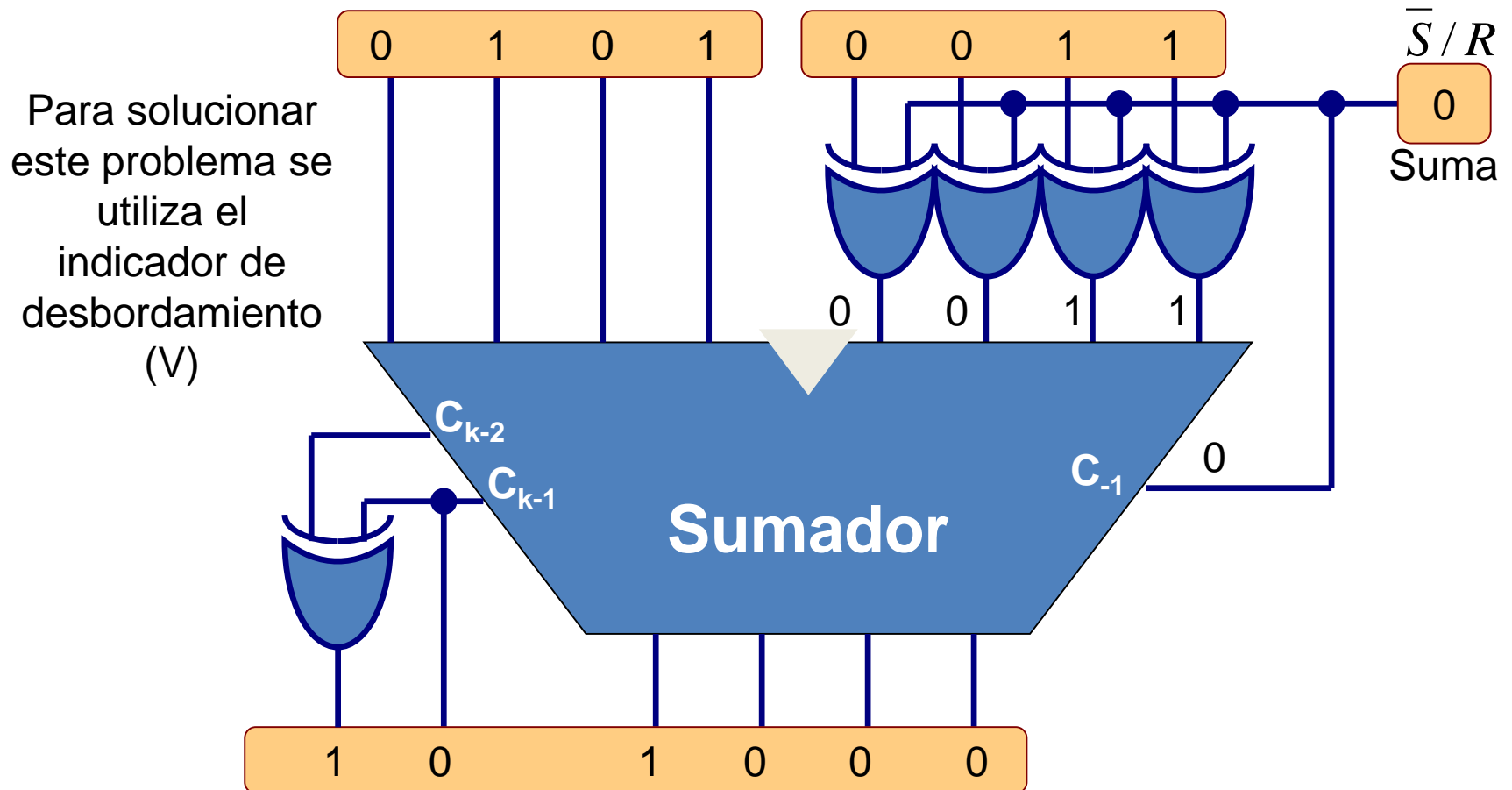
¿Qué sucede si sumamos/restamos números con signo?

Tenemos que tener en cuenta que podemos exceder el rango de representación: Ejemplo 4 bits



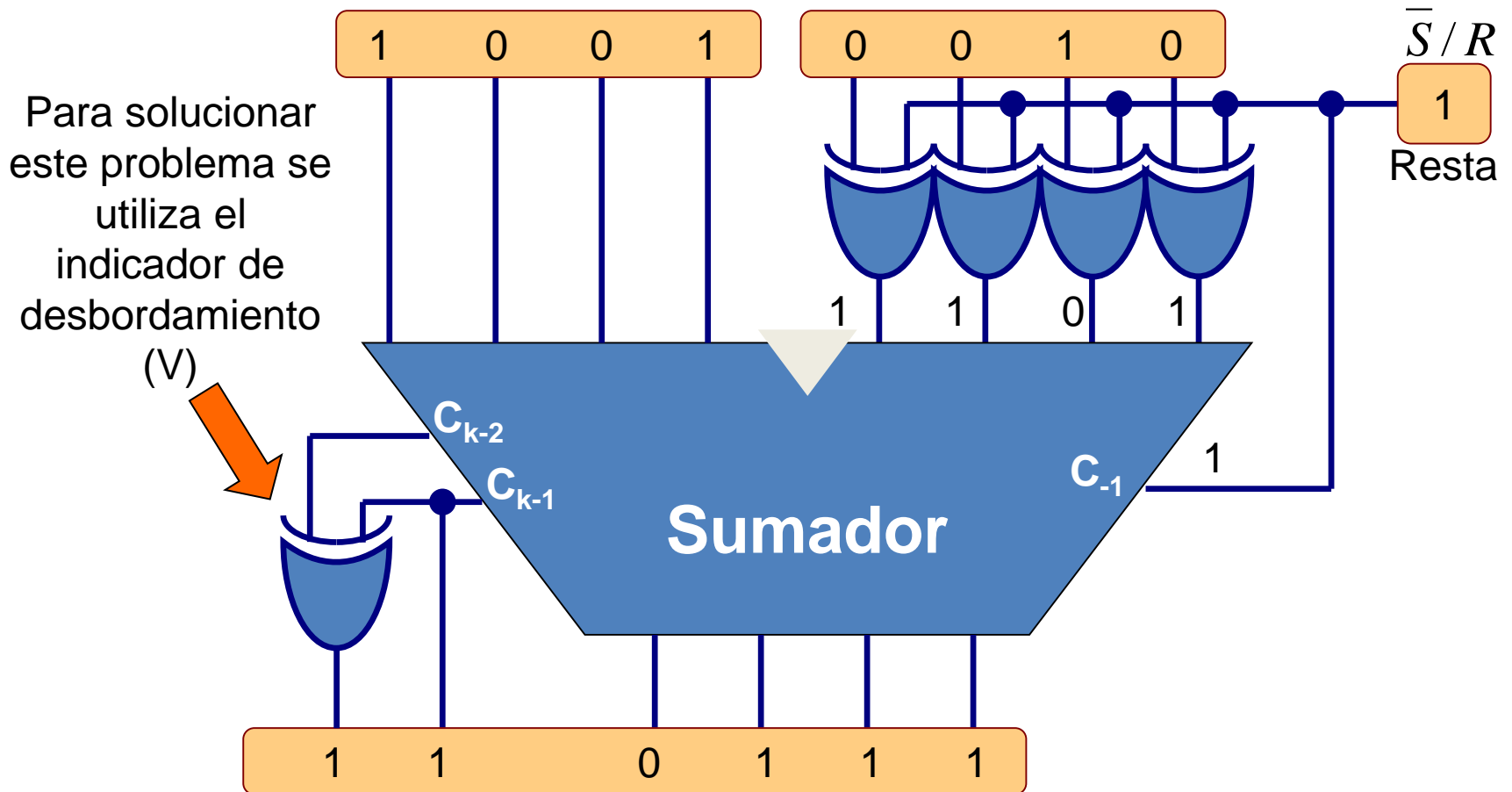
Operadores aritméticos

Sumador restador entero en complemento a 2 (num. negativos)



Operadores aritméticos

Sumador restador entero en complemento a 2 (num. negativos)

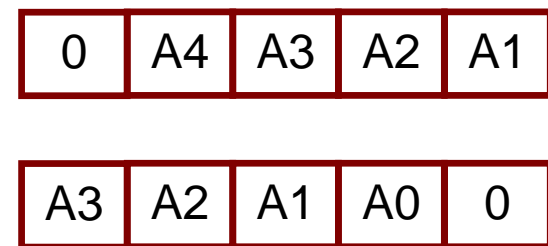
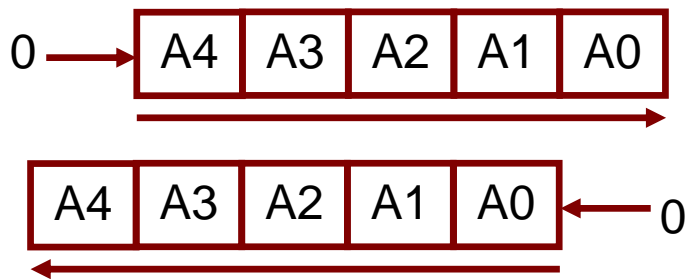


Operadores de desplazamiento

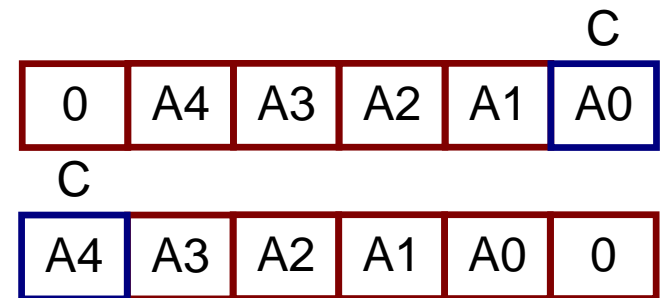
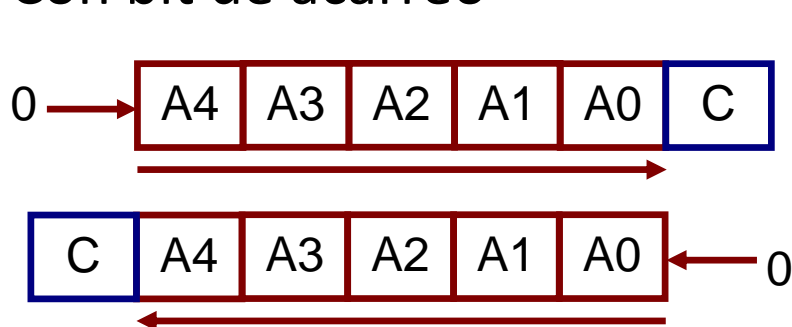
- Son los que se encargan de desplazar o rotar, las posiciones de los bits de los datos de entrada.
- Se generan por medio de multiplexores
- Si el desplazamiento es fijo, se utiliza propio multiplexor de selección de operación para implementarlos. Son considerados operadores monádicos.
- Si el número de bits es variable, es necesario un circuito adicional, también compuesto por multiplexores. Serían entonces operadores diádicos.

Operadores de desplazamiento

- Desplazadores lógicos (derecha e izquierda)
 - Sin bit de acarreo



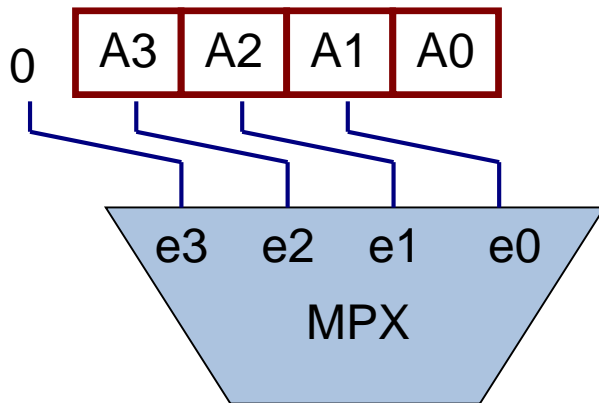
- Con bit de acarreo



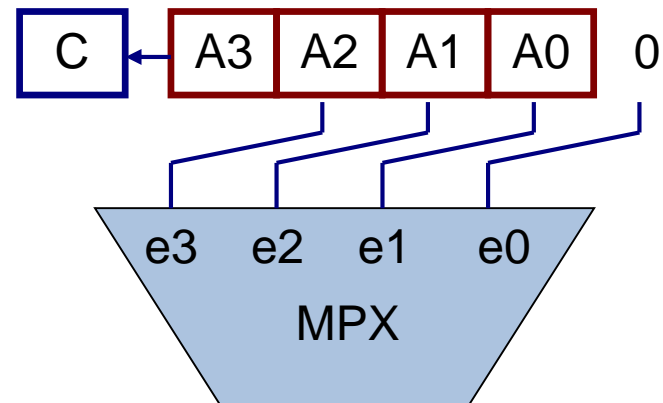
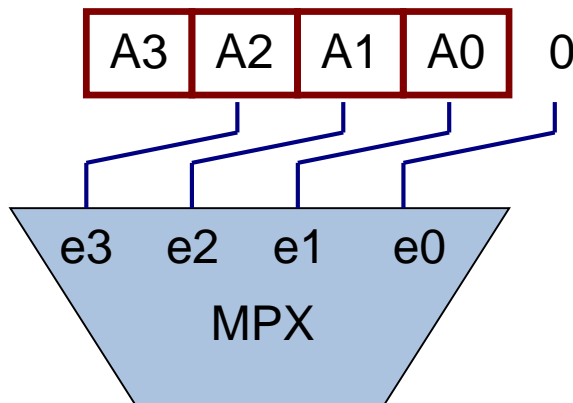
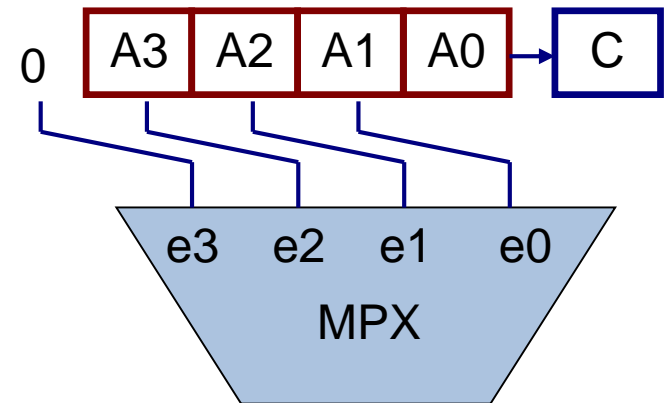
Operadores de desplazamiento

- Desplazadores lógicos (derecha e izquierda)

- Sin bit de acarreo

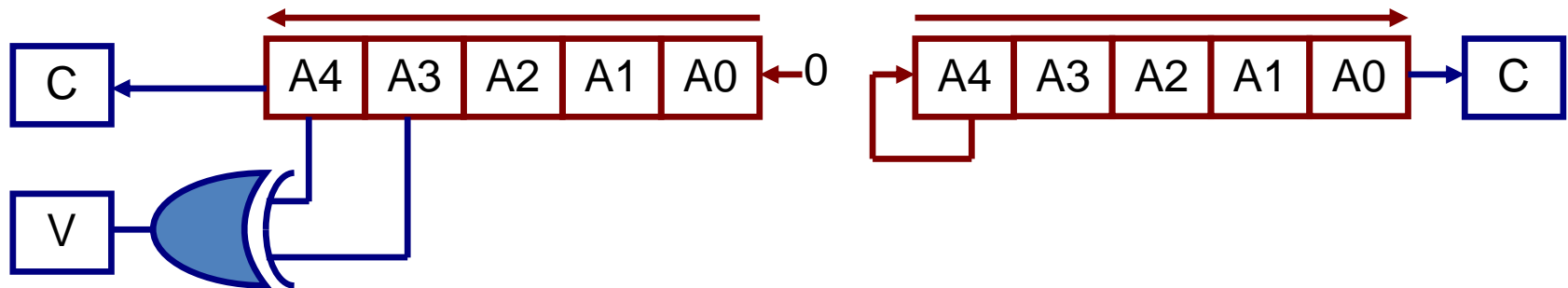


- Con bit de acarreo



Operadores de desplazamiento

- Desplazamientos aritméticos (derecha e izquierda)
 - Se usa cuando el dato es un número en complemento a 2.
 - Hacia la derecha: se replica el bit de signo.
 - Hacia la izquierda: se rellena con ceros, y si se modifica el bit de signo en el proceso el indicador V se pone a 1.
 - El último bit que sale va al bit de acarreo

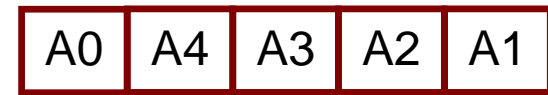
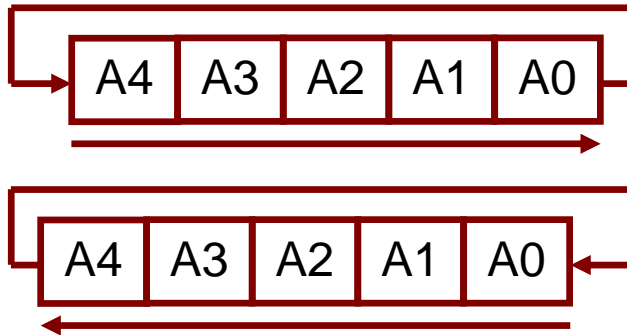


- El desbordamiento indica que el signo no es el correcto

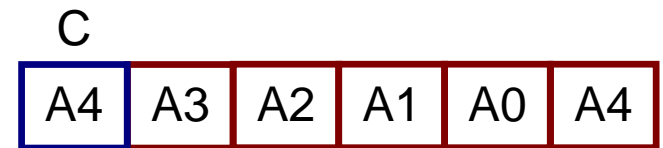
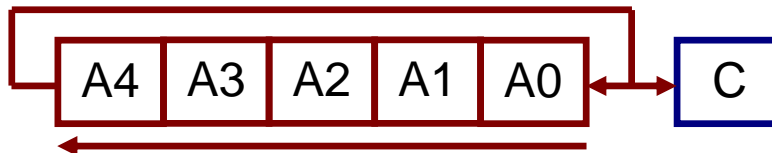
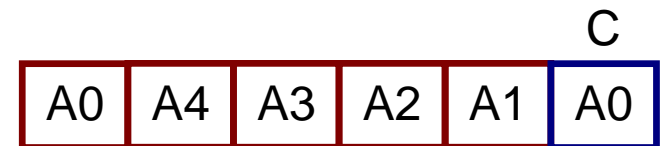
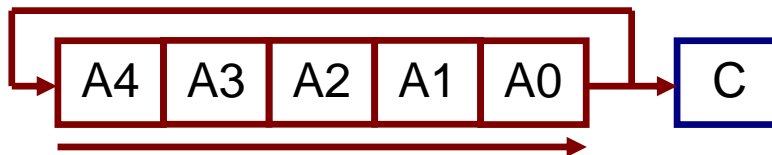
Operadores de desplazamiento

- Rotaciones (derecha e izquierda)

- Sin bit de acarreo



- Con bit de acarreo

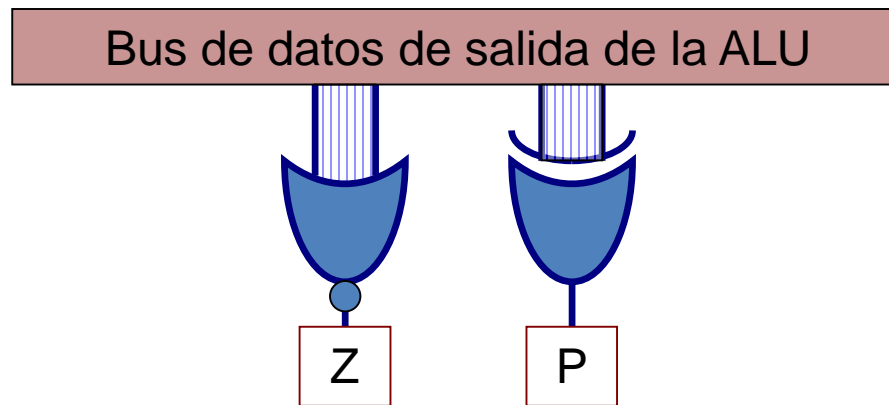


Otros operadores

- Su ejecución solo afecta a los indicadores.
- Los más habituales son:
 - Detección de resultado nulo (cero)(Z)
 - Signo (N)
 - Acarreo aritmético o de desplazamiento (C)
 - Paridad del resultado (normalmente par) (P)
 - Desbordamiento: representación errónea del resultado (V)
 - Pérdida o falseamiento de signo
 - Necesidad más bits a la hora de representar un número
 - Relación de orden: mayor, menor o igualdad
- Normalmente se generan en operaciones aritméticas o por medio de circuitos especializados.

Otros operadores

- **Indicador de cero:** genera un 1 cuando el resultado es cero. Es una puerta NOR.
- **Indicador de paridad par:** genera un 1 cuando el resultado posee paridad par. Es un puerta XOR.

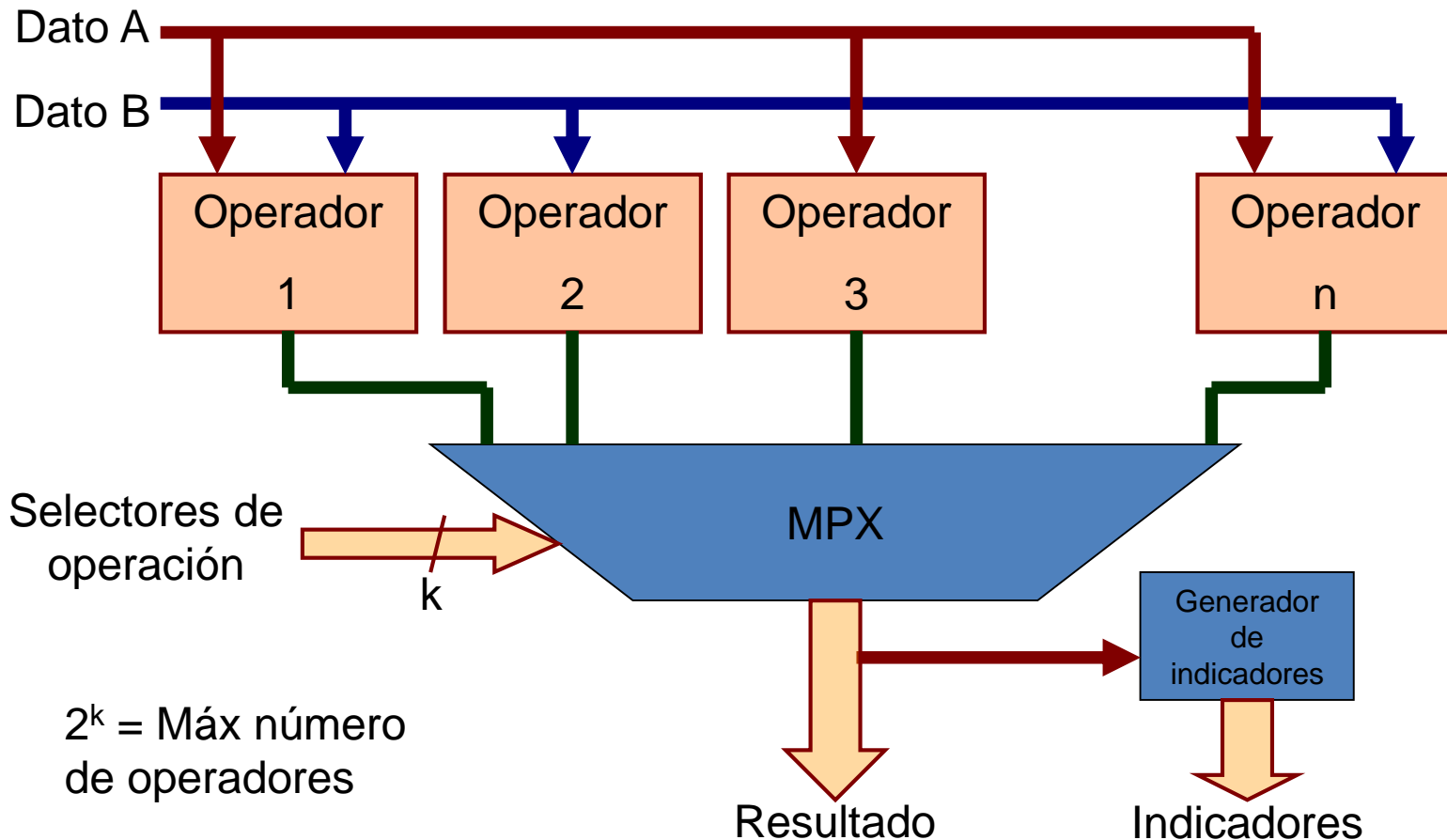


Otros operadores

- **Acarreo:** Se une directamente al acarreo del operador de suma-resta. También forma parte de varios tipos de desplazamiento.
- **Signo:** Se genera a partir del sumador-restador
- **Desbordamiento:** se genera en la etapa de suma-resta. Se corresponde a una puerta XOR que reúne el acarreo final con el de la penúltima etapa.
- **Relaciones de orden:** Se generan a partir de una resta que solo afecta a los indicadores de cero (Z) y acarreo (C).

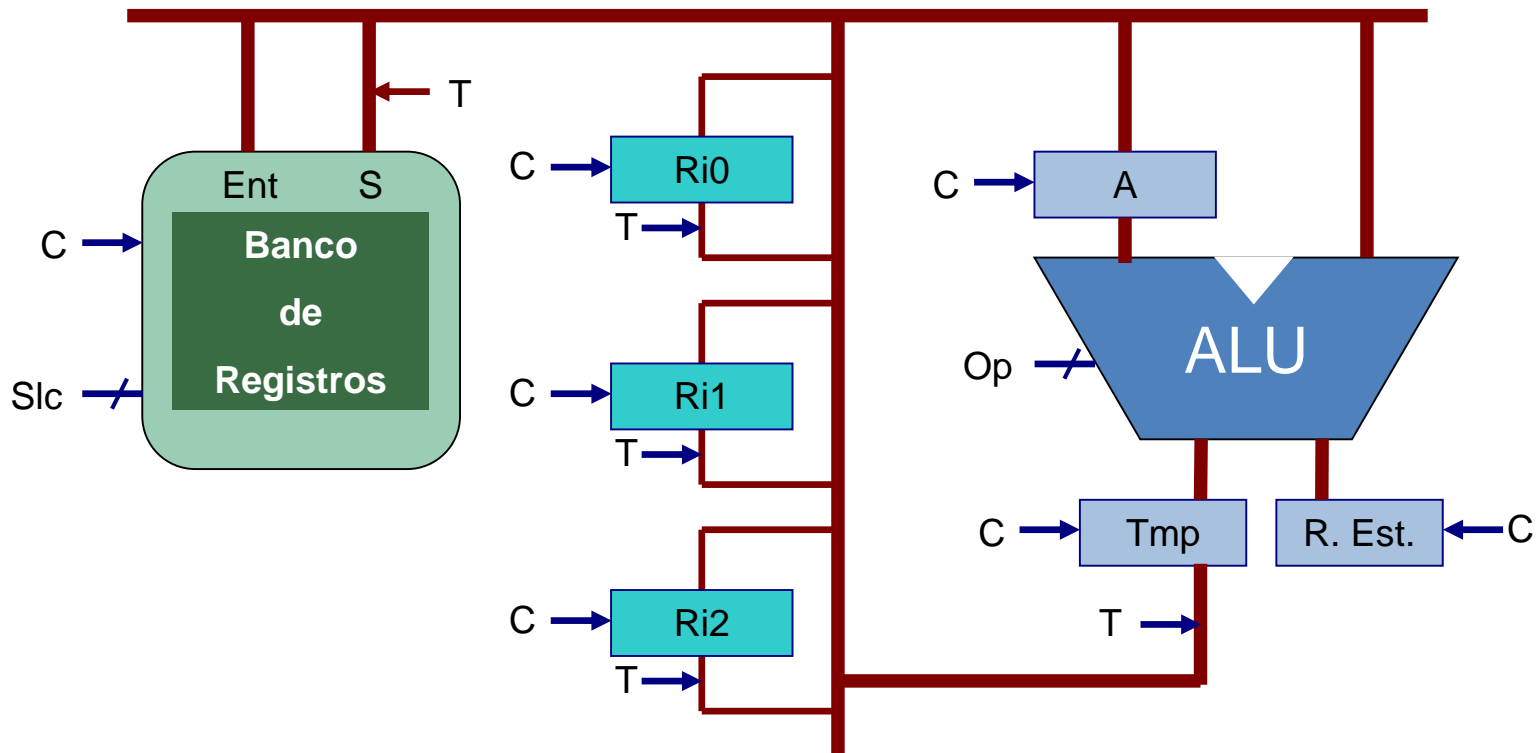
Recapitulando...

- Estructura interna de una ALU



Camino de datos basado en un bus

- Camino de datos basado en un bus de datos único



Camino de datos basado en dos buses

- Camino de datos basado en dos buses de datos.

