

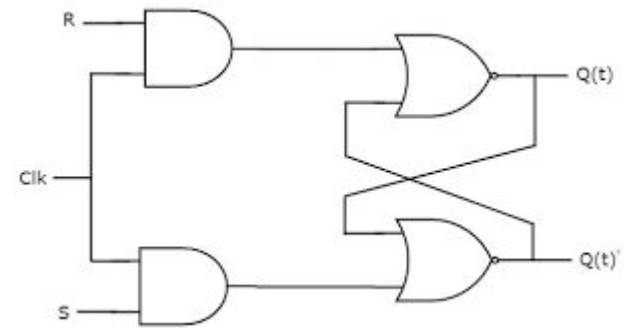
---

# Circuitos Flip - Flop

Prof. Lic. Fernando PACHIOLI

---

# Circuito Flip-Flop I





**¿Qué es un  
circuito  
Flip-Flop?**

—

Un circuito flip-flop es un tipo de dispositivo secuencial utilizado en electrónica digital para almacenar y recordar información.

Se basa en la idea de un elemento de memoria básico que puede tener dos estados estables, generalmente representados como "0" y "1" o "apagado" y "encendido".

El estado actual del flip-flop se mantiene hasta que se produce un cambio en su entrada de control.

—

El **flip-flop** se llama así porque puede "**flips**" (cambia) entre dos estados estables, similar a voltear una moneda. El cambio de estado se controla mediante una señal de reloj, que sincroniza el cambio de estado en el **flip-flop**.



# Tipos de flip-flop

## Existen varios tipos de circuitos flip-flop utilizados en electrónica digital.

- **Flip-flop RS (Reset-Set):** También conocido como flip-flop SR (Set-Reset), es el tipo más básico de flip-flop. Tiene dos entradas: la entrada de set (S) y la entrada de reset (R). Permite establecer o restablecer su estado interno cuando se activan las entradas correspondientes.
- **Flip-flop D (Data):** Es un tipo de flip-flop que tiene una entrada de datos (D) y una entrada de reloj (CLK). Al activarse la señal de reloj, el estado de la entrada de datos se almacena en el flip-flop.
- **Flip-flop JK:** Es similar al flip-flop RS, pero con la adición de una entrada de habilitación (Clock Enable o CLK EN) y una entrada de inversión (J) y (K). Ofrece funcionalidad adicional y se utiliza para evitar la condición de estado prohibido presente en el flip-flop RS.
- **Flip-flop T (Toggle):** También conocido como flip-flop Toggling, tiene una entrada de inversión (T) y una entrada de reloj (CLK). Cambia su estado interno cada vez que se activa la señal de reloj, si la entrada T es "1". Si la entrada T es "0", el estado se mantiene.
- **Flip-flop JK maestro-esclavo:** Este tipo de flip-flop utiliza dos flip-flops JK conectados en cascada, uno como maestro y otro como esclavo. La señal de reloj se aplica al flip-flop maestro y luego se transfiere al flip-flop esclavo. Esto permite evitar las posibles condiciones de carrera que pueden ocurrir en otros tipos de flip-flops.

# Aclaración

Cada tipo de flip-flop tiene sus características y aplicaciones específicas. Su elección depende de los requisitos del sistema en el que se vayan a utilizar, como la necesidad de evitar transiciones no deseadas o la sincronización de las señales. Además, existen variantes más avanzadas de estos flip-flops, como los flip-flops maestro-esclavo con reloj en cascada y los flip-flops sensibles al flanco.







# Los registros en los sistemas digitales

—

Los registros son componentes esenciales en los sistemas digitales y se utilizan para almacenar y manipular datos de manera temporal.

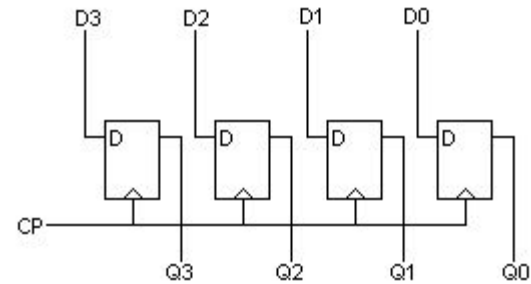
Son dispositivos de memoria que pueden retener información binaria, como bits, durante un período de tiempo.

---

En los sistemas digitales, los registros se utilizan para una variedad de propósitos, que incluyen:

- **Almacenamiento de datos:** Los registros se utilizan para almacenar datos binarios de forma temporal. Pueden retener información durante un ciclo de reloj o hasta que se actualicen con nuevos datos. Los registros son fundamentales en el procesamiento de datos y se utilizan en operaciones aritméticas, lógicas y de control.
- **Desplazamiento de datos:** Los registros también se utilizan para el desplazamiento secuencial de datos. Pueden mover los bits almacenados dentro del registro hacia la izquierda o hacia la derecha, permitiendo el desplazamiento de datos en sistemas de comunicación, procesamiento de señales, criptografía, entre otros.
- **Sincronización de señales:** Los registros se utilizan para sincronizar señales en sistemas digitales. Pueden almacenar temporalmente señales de entrada y liberarlas en momentos específicos para sincronizar operaciones entre diferentes componentes o módulos del sistema.
- **Control y almacenamiento de estado:** Los registros se utilizan para almacenar el estado de un sistema digital. Pueden retener información sobre las condiciones actuales, los resultados de operaciones previas y los estados de control. Esto permite la toma de decisiones y el control del flujo de datos en el sistema.

Los registros se implementan utilizando diferentes tipos de circuitos **flip-flop**, como los mencionados anteriormente. Estos circuitos se conectan en configuraciones específicas para formar registros con diferentes características y funcionalidades.



# Resumiendo

Los registros en sistemas digitales son dispositivos de memoria que se utilizan para almacenar y manipular datos de manera temporal.

Juegan un papel fundamental en el procesamiento de datos, el desplazamiento de datos y la sincronización de señales en una amplia variedad de aplicaciones.





# Clasificación de los registros digitales

→ SISO

→ SIPO

→ PISO

→ PIPO

---

# SISO

Los registros **SISO** (Serial-In, Serial-Out) son un tipo de registro utilizado en electrónica digital para almacenar y desplazar bits de manera secuencial. **SISO** se refiere a la forma en que los datos se ingresan y se extraen del registro, es decir, un bit a la vez, de manera serial.

En un registro **SISO**, los bits se ingresan uno por uno a través de una entrada serial y se extraen también uno por uno a través de una salida serial. Los bits se desplazan dentro del registro de manera secuencial, siguiendo el orden de entrada.

---

---

## SISO - cont.

El funcionamiento básico de un registro **SISO** implica un circuito de almacenamiento interno y un mecanismo de desplazamiento controlado por una señal de reloj. Cada vez que la señal de reloj se activa, el bit de entrada se almacena en el registro y los bits existentes se desplazan hacia la siguiente posición.

El bit almacenado en la posición de salida (generalmente la última posición) se extrae y está disponible en la salida serial.

---



---

## SISO - cont.

Los registros **SISO** son útiles en aplicaciones en las que se requiere el desplazamiento secuencial de bits, como en transmisiones de datos seriados, comunicaciones, procesamiento de señales, codificación y decodificación, entre otros.

También se pueden combinar varios registros **SISO** para formar registros más anchos o para realizar operaciones más complejas en paralelo.

---

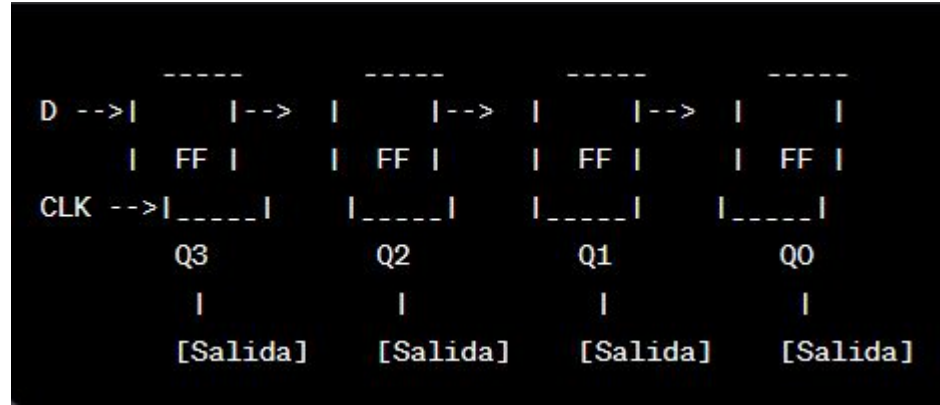
---

# SISO - Ejemplo

Un ejemplo de un registro digital **SISO** (Serial-In, Serial-Out) es el popularmente conocido como "registro de desplazamiento". Este tipo de registro tiene una entrada de datos en serie y una salida de datos en serie. Cada bit de datos de entrada se desplaza a través del registro de un flip-flop a otro en respuesta a un pulso de reloj.

---

# SISO - Ejemplo



En este ejemplo, el pulso de reloj **CLK** controla el desplazamiento de los bits de entrada **D**. Cuando se activa el pulso de reloj, el bit de entrada **D** se carga en el flip-flop más a la derecha (**Q0**) y los demás bits se desplazan hacia la izquierda, pasando del flip-flop **Q0** al **Q1**, del **Q1** al **Q2** y así sucesivamente. El bit de salida se extrae de la salida **Q0**.

---

# SISO - Ejemplo

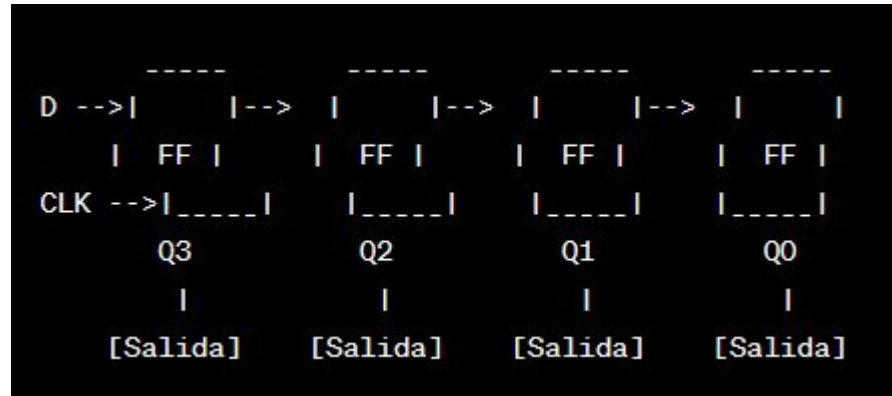
Este registro de desplazamiento **SISO** puede utilizarse para diversas aplicaciones, como la **conversión de datos en serie a paralelo**, la **retención de datos para su posterior procesamiento** o el **desplazamiento secuencial de bits en un flujo de datos**.

Es importante tener en cuenta que en el ejemplo anterior se representa un registro de desplazamiento de 4 bits, pero la cantidad de bits puede variar según las necesidades del sistema.

---

# SIPO

Los registros SIPO (Serial-In, Parallel-Out) son registros digitales que tienen una entrada de datos en serie y una salida de datos en paralelo. Cada bit de datos de entrada se desplaza secuencialmente a través del registro y se almacena en flip-flops individuales. Luego, los bits almacenados se presentan simultáneamente en las salidas en paralelo.



---

# SIPO

En este ejemplo, el pulso de reloj CLK controla el desplazamiento de los bits de entrada D. En cada pulso de reloj, el bit de entrada D se carga en el flip-flop más a la derecha (Q0) y los demás bits se desplazan hacia la izquierda, pasando del flip-flop Q0 al Q1, del Q1 al Q2 y así sucesivamente. Los bits almacenados se presentan simultáneamente en las salidas Q0, Q1, Q2 y Q3.

El registro SIPO es útil cuando se requiere convertir datos en serie a datos en paralelo. Por ejemplo, en un sistema de visualización de 7 segmentos, los datos de entrada se envían en serie al registro SIPO, y luego los bits almacenados se presentan simultáneamente en las salidas para controlar los segmentos individuales del display.

---

---

# SIPO

Los registros SIPO también se utilizan en aplicaciones de almacenamiento temporal, como el almacenamiento de datos antes de ser procesados o transmitidos a otros componentes del sistema.

Es importante destacar que el número de bits en un registro SIPO puede variar según las necesidades del sistema. En el ejemplo anterior, se muestra un registro SIPO de 4 bits, pero se pueden utilizar registros de mayor o menor tamaño dependiendo de los requerimientos específicos.

---

---

# SIPO

Registro SIPO (Serial-In, Parallel-Out): En un registro SIPO, los bits se ingresan de forma serial pero se extraen en forma paralela. Un ejemplo común de un registro SIPO es un registro de desplazamiento con salida paralela. Supongamos que queremos ingresar una secuencia de 4 bits en un registro SIPO y extraerlos en forma paralela:

Entrada serial: 1 0 1 1

Salida paralela:

Bit 1: 1

Bit 2: 0

Bit 3: 1

Bit 4: 1

---



---

# PISO

Los registros PISO (Parallel-In, Serial-Out) son registros digitales que tienen múltiples entradas de datos en paralelo y una salida de datos en serie. En lugar de desplazar los bits de entrada, los registros PISO permiten que los datos ingresen simultáneamente y se presenten en serie en la salida.

---

---

# PISO

Registro PISO (Parallel-In, Serial-Out): En un registro PISO, los bits se ingresan en forma paralela pero se extraen de forma serial. Un ejemplo común de un registro PISO es un registro de desplazamiento con entrada paralela.

Supongamos que queremos ingresar una secuencia de 4 bits en un registro PISO y extraerlos de forma serial:

---

# PISO

Entrada paralela:

Bit 1: 1

Bit 2: 0

Bit 3: 1

Bit 4: 1

Salida serial: 1 0 1 1



---

# PISO

En este ejemplo, los bits de datos D0, D1, D2 y D3 se cargan simultáneamente en los flip-flops correspondientes cuando se activa el pulso de reloj CLK. Luego, los bits almacenados se presentan en serie en la salida Q en respuesta a cada pulso de reloj subsiguiente.

Los registros PISO se utilizan en situaciones en las que se requiere convertir datos en paralelo a datos en serie. Por ejemplo, en sistemas de comunicación, los datos se pueden ingresar en paralelo en un registro PISO antes de ser transmitidos en serie a través de un canal de comunicación.

Además, los registros PISO también se utilizan en aplicaciones de captura de datos y almacenamiento temporal, donde se requiere leer datos de entrada simultáneamente y procesarlos secuencialmente.

Al igual que con los registros SIPO y SISO, es importante tener en cuenta que el número de bits en un registro PISO puede variar según las necesidades del sistema. En el ejemplo anterior, se muestra un registro PISO de 4 bits, pero se pueden utilizar registros de mayor o menor tamaño según los requisitos específicos.

---

---

# PIPO

Los registros **PIPO** son registros digitales que tienen múltiples entradas de datos en paralelo y múltiples salidas de datos en paralelo. Esto significa que los datos se ingresan simultáneamente en las entradas y se presentan simultáneamente en las salidas, sin ningún desplazamiento secuencial.

---

---

# PIPO

Registro **PIPO**: En un registro **PIPO**, los bits se ingresan y se extraen en forma paralela. Un ejemplo común de un registro **PIPO** es un registro de almacenamiento.

Supongamos que queremos ingresar una secuencia de 4 bits en un registro **PIPO** y extraerlos en forma paralela:

---

---

# PIPO

Entrada paralela:

Bit 1: 1

Bit 2: 0

Bit 3: 1

Bit 4: 1

Salida paralela:

Bit 1: 1

Bit 2: 0

Bit 3: 1

Bit 4: 1

---

---

# PIPO

Ejemplo de un registro **PIPO** de 4 bits:





---

# PIPO

En este ejemplo, los bits de datos D0, D1, D2 y D3 se cargan simultáneamente en los flip-flops correspondientes. Luego, los bits almacenados se presentan simultáneamente en las salidas. Esto permite que los datos ingresados en paralelo se mantengan en el registro y se puedan utilizar en otras partes del sistema.

Los registros PIPO se utilizan en aplicaciones donde se requiere retener y procesar datos en paralelo. Por ejemplo, en un sistema de procesamiento digital de señales, los datos se pueden ingresar en paralelo en un registro PIPO y luego utilizarlos simultáneamente en operaciones de procesamiento, como multiplicación, suma, filtrado, etc.

Además, los registros PIPO también se utilizan en la transferencia de datos entre diferentes componentes de un sistema digital, como buses de datos, registros de almacenamiento temporal y registros de entrada/salida.

Es importante destacar que el número de bits en un registro PIPO puede variar según las necesidades del sistema. En el ejemplo anterior, se muestra un registro PIPO de 4 bits, pero se pueden utilizar registros de mayor o menor tamaño según los requisitos específicos.

---

---

# Ejemplos

Algunos ejemplos de dispositivos de la vida real que utilizan diferentes tipos de registros:

- Registro **SIPO** (Serial-In, Parallel-Out): Un ejemplo común de un dispositivo que utiliza un registro SIPO es un registro de desplazamiento con salida paralela. Este tipo de registro se utiliza en aplicaciones donde se requiere almacenar datos de forma secuencial y luego extraerlos en forma paralela. Por ejemplo, en sistemas de visualización, como pantallas de matriz de puntos o paneles LED, se utiliza un registro SIPO para almacenar los datos de píxeles y luego enviarlos a los píxeles correspondientes para su visualización simultánea.
  - Registro **PISO** (Parallel-In, Serial-Out): Un ejemplo de un dispositivo que utiliza un registro PISO es un registro de desplazamiento con entrada paralela. Se utiliza en aplicaciones donde se requiere ingresar datos en forma paralela y luego extraerlos en forma secuencial. Por ejemplo, en sistemas de comunicación, como transmisores de datos serie, se utiliza un registro PISO para recibir datos en paralelo y luego transmitirlos secuencialmente a través de una interfaz serie.
-

---

# Ejemplos

- Registro **PIPO** (Parallel-In, Parallel-Out): Un ejemplo de un dispositivo que utiliza un registro PIPO es una memoria de acceso aleatorio (RAM) o una memoria de solo lectura (ROM). Estas memorias almacenan y recuperan datos en forma paralela. Por ejemplo, en un sistema informático, la memoria RAM almacena datos y programas que se ejecutan en el procesador. Los datos se almacenan en ubicaciones de memoria específicas y se pueden acceder en forma paralela a través de las líneas de dirección y datos.
  - Registro SISO (Serial-In, Serial-Out) en un contexto de la vida real: el registro de desplazamiento en un sistema de comunicaciones serial. En las comunicaciones seriales, los datos se transmiten uno tras otro en forma de secuencia de bits. Para recibir y procesar estos datos de manera efectiva, se utiliza un registro de desplazamiento SISO.
-

---

# Ejemplos

Imaginemos un escenario en el que se está transmitiendo una señal de audio digital desde una fuente a un receptor a través de una conexión serial. El receptor utiliza un registro de desplazamiento **SISO** para recibir y procesar los datos de manera secuencial.

El flujo de datos se recibe en serie, bit por bit, y se carga en el registro de desplazamiento SISO. Con cada pulso de reloj, el bit de entrada se desplaza hacia el siguiente flip-flop en el registro, mientras que el bit previamente almacenado se desplaza hacia el flip-flop anterior. De esta manera, los datos se desplazan a través del registro secuencialmente.

Estos son solo algunos ejemplos de cómo se utilizan los diferentes tipos de registros en dispositivos reales.

Los registros son componentes esenciales en sistemas digitales y se pueden encontrar en una amplia variedad de aplicaciones, desde sistemas de comunicación hasta sistemas de control, electrónica de consumo y más.

---

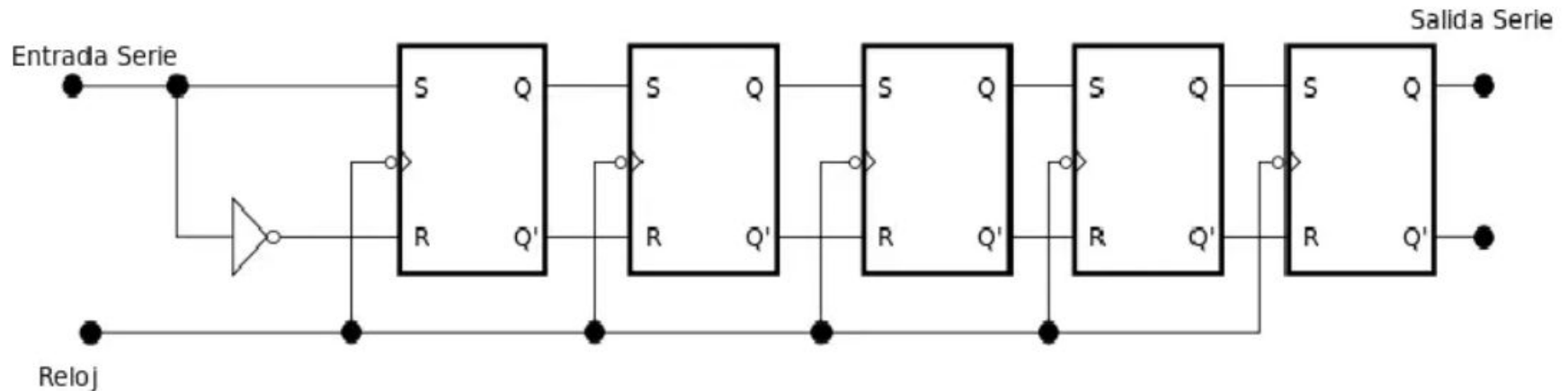
---

# Para clarificar...

Gráficos correspondientes a cada tipo de registro

---

# Registros SISO



---

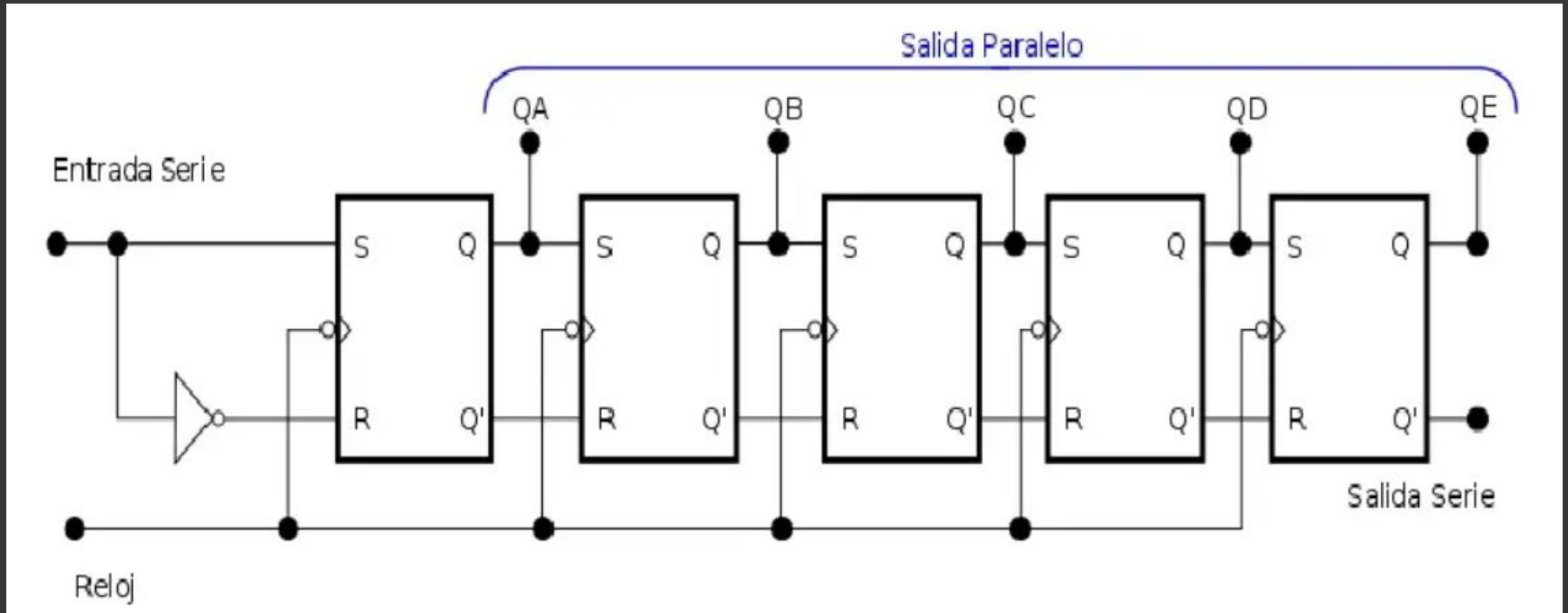
# Registro SISO

La entrada S del primer biestable está conectada a la entrada y está negada a la entrada R. Con esto se consigue que, cuando en la entrada haya un 1, el primer biestable contendrá un 1 ( $Q=1$ ,  $Q'=0$ ) y los demás un 0. Con la siguiente señal de reloj el bit almacenado en el primer biestable se desplazará al siguiente y así uno tras otro hasta la salida en serie. Esto sucede así porque la salida Q está conectada a la S del siguiente biestable. También podemos observar que los biestables nunca pueden estar en estado de mantenimiento o en estado prohibido, ya que la entrada en serie pasa afirmada a la S y negada a la R.

Los registros de desplazamiento se implementan con biestables maestro – esclavo, pues son capaces de almacenar la información un flanco, y transmitirla durante el siguiente. Cuando el registro se efectúa de izquierda a derecha se denomina desplazamiento hacia la derecha. Si el registro combina ambos tipos se llama bidireccional.

---

# Registros SIPO





---

## Registro SIPO

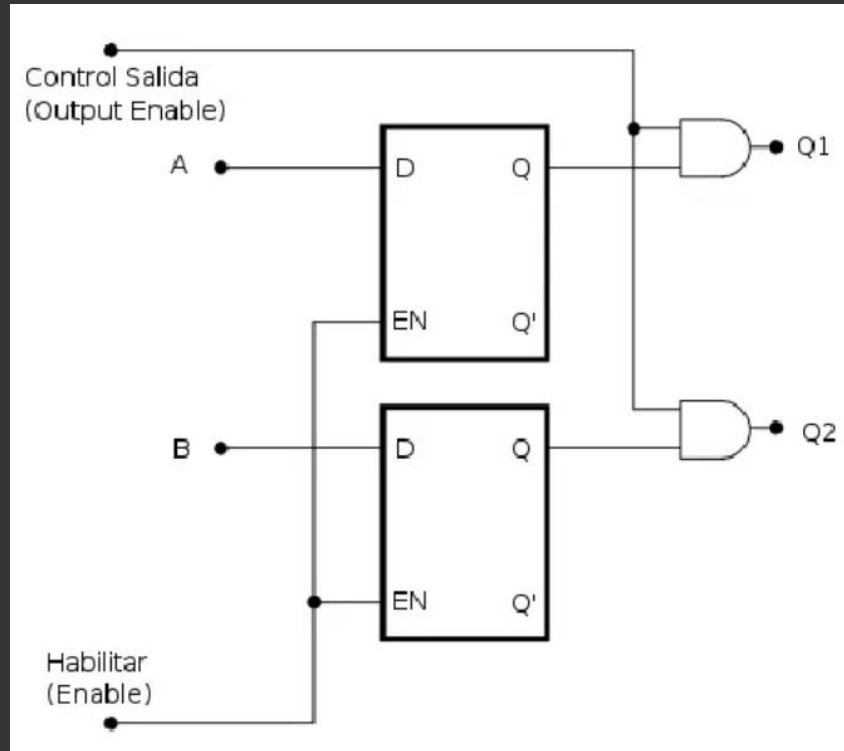
La única diferencia es que se le añade una salida a cada una de las salidas Q del biestable: de esta manera se pueden obtener todos los datos a la vez. Por otro lado, también se puede obtener una salida en serie de cualquier salida Q o Q'.

Habitualmente se suele añadir una entrada de puesta a cero asíncrona (CLEAR) cuya función es inicializar el registro.

En último lugar destacar que estos registros se suelen utilizar para el cambio de una palabra de serie a paralelo.

---

# Registros PIPO



---

## Registro PIPO

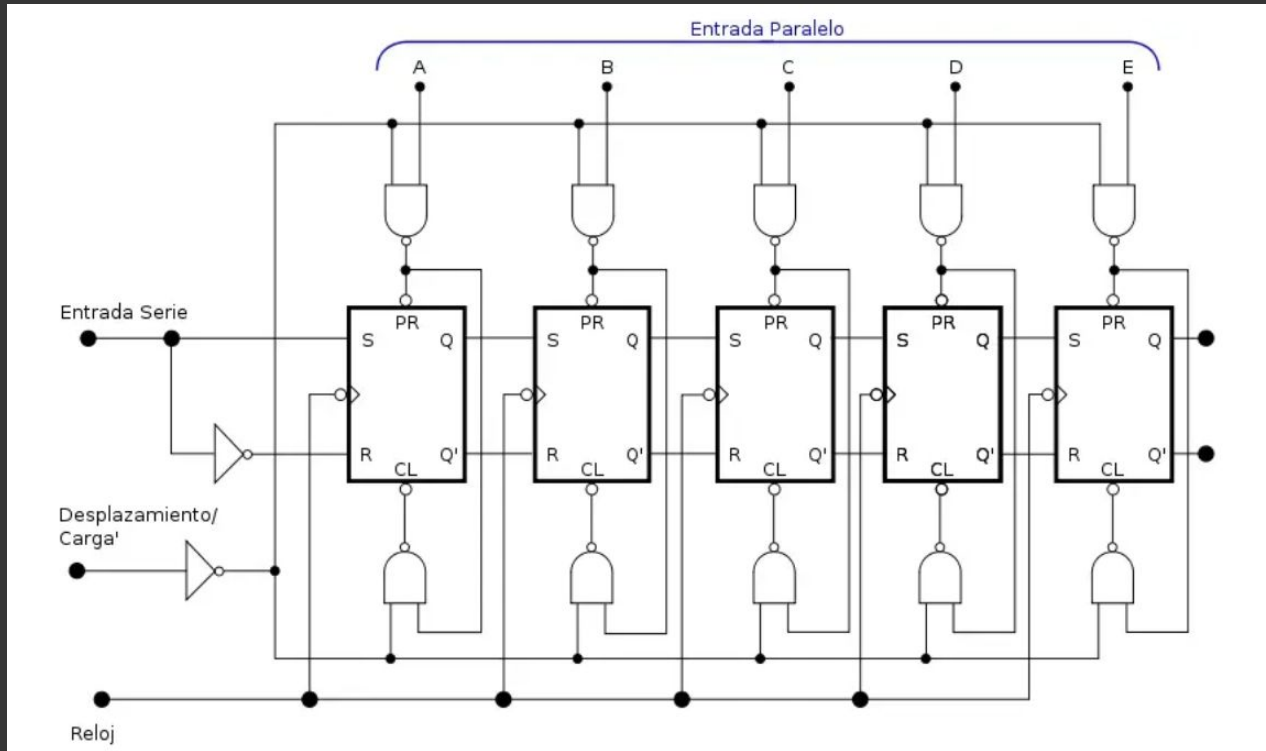
Como se puede ver, se ha creado un registro de entrada y salida paralelo a partir de biestables D con entrada de habilitación.

La entrada de datos es cada una de las entradas D del biestable; la entrada de habilitación se une a una entrada de habilitación global, de manera que cuando se activa, permite que se lean los datos.

Hay otra entrada (control de salida) que al activarse permite que se lean las salidas. Aquí hemos utilizado puertas AND, aunque también podríamos haber utilizados puertas OR y un inversor, o también buffers con entradas de alta impedancia.

---

# Registros PISO



---

## Registro PISO

El funcionamiento es el siguiente: cuando en la entrada de selección desplazamiento /carga', hay un 0 se realiza la carga. Con el inversor este cero se convierte en un 1 y por lo tanto las puertas NAND que hay arriba y debajo de los biestables se convierten en inversores.

A continuación se introducen los datos: en el bit que haya un 1, se activa el Preset, y en el que haya un cero, se activa el Clear.

Para el desplazamiento se coloca un 1 en D/C' de esta manera se consigue que nunca se activan las entradas ni PR ni CL, ya que de las puertas NAND siempre saldrá un 1. El desplazamiento se realiza como en un registro serie-serie.

---