

Tema 64: Circuitos secuenciales: elementos componentes y aplicaciones características.

Índice:

1. Introducción.	2
2. Biestables.	2
3. Biestables asíncronos.	4
4. Biestables síncronas.	7
5. Registros.	12
6. Contadores y memorias.	13
7. Conclusión.	14
8. Bibliografía.	14

1. Introducción.

La justificación de este tema se sustenta en la importancia de diferentes aspectos relacionados con las múltiples aplicaciones que tienen actualmente los circuitos secuenciales en el ámbito electrónico e industrial y sus diferentes tipos. Desde el punto de vista del alumnado, la importancia del tema radica en la futura formación de los discentes para su proceso de aprendizaje a niveles reglados, como pueden ser la enseñanza de Bachillerato, la de ciclos formativos de grado medio y superior, y grados universitarios afines a este tema. Por otro lado, desde el punto de vista del profesorado, el tratamiento del tema supone un continuo avance en el proceso de enseñanza, ajustándose a los aprendizajes de los diversos alumnos.

Por último, en cuanto a la conexión curricular, el tema se encuentra vinculado al bloque 3 “Electrónica” de Tecnología de 4º de ESO, según la Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y a las diferencias individuales, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre las diferentes etapas educativas.

2. Biestables.

Los biestables son circuitos secuenciales constituidos a partir de puertas lógicas y que permiten almacenar un bit. Los biestables tienen dos estados estables, pudiendo permanecer en cada uno de los estados indefinidamente. En la Figura 1 se muestra un ejemplo de un circuito biestable constituido por dos inversores, de manera que la salida de uno se conecta con la entrada del otro y viceversa:

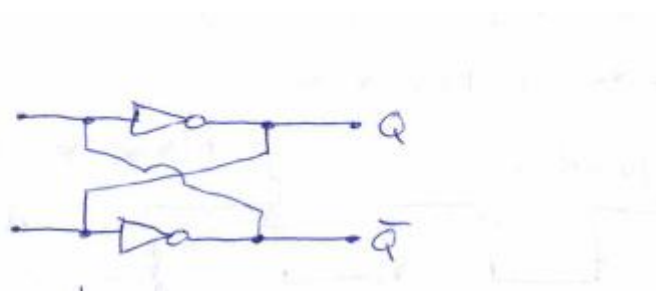


Figura 1. Biestable a partir de dos inversores.

Si el biestable del ejemplo tiene el valor lógico “1”, significa que el valor de la salida Q tienen el valor “1” y la salida Q̄ tiene el valor “0”. Por otro lado, si el biestable tiene el valor “0” corresponde a un valor “0” para Q y un valor “1” para Q̄.

Los biestables pueden clasificarse según varios parámetros:

- Lógica de estado. Los biestables, o flip-flops como también se conocen, pueden cambiar de estado atendiendo a un determinado patrón o estructura, pudiendo ser S-R, J-K, D o T.
- Tipo de estado. Los cambios de estado en los biestables pueden originarse por los valores de sus entradas, diferenciándose nivel y flanco. El nivel puede ser alto o bajo, mientras que el flanco puede ser de bajada o de subida, como se muestra en la Figura 2.

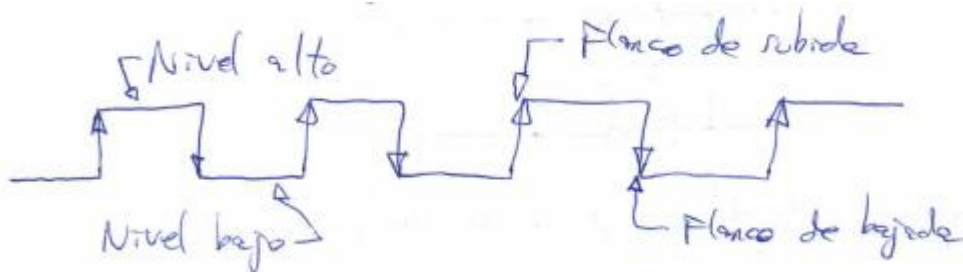


Figura 2. Tipos de nivel y de flanco.

- Sincronismo en el estado. Si el biestable cambia de estado dependiendo únicamente de los valores de sus entradas, se trata de un biestable asíncrono; mientras que, si además depende de una señal de reloj (CLK), es un biestable síncrono.

En la Figura 3 se muestran los tipos de biestable existentes atendiendo a los parámetros mencionados:

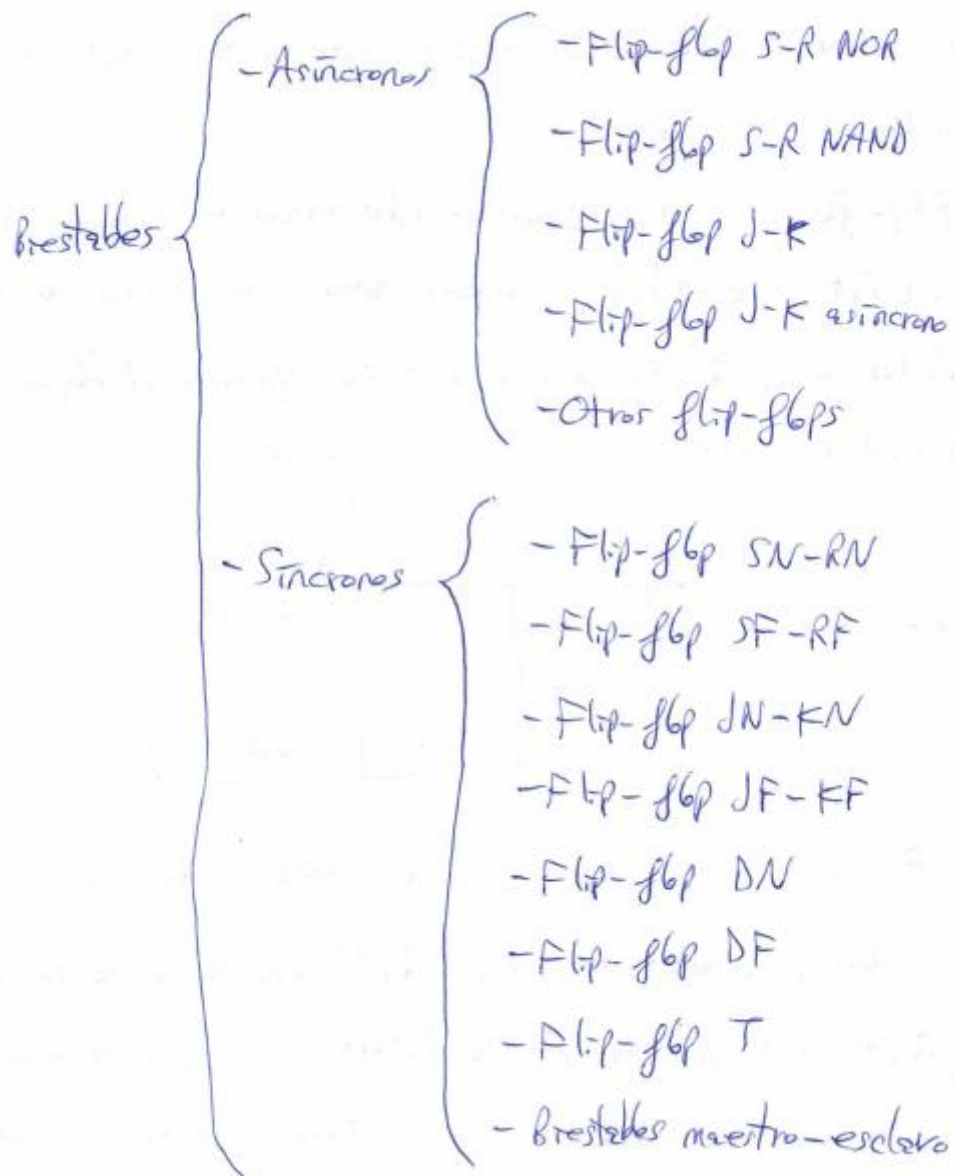


Figura 3. Tipos de biestables.

3. Biestables asíncronos.

Los biestables asíncronos no dependen de una señal de reloj para cambiar de estado, únicamente dependen de sus entradas. Existen varios tipos:

- Flip-flop S-R NOR. Este biestable tiene dos entradas S y R (Set y Reset), cuyos valores determinarán el valor de las salidas Q y $\bar{Q}$. En la Figura 4 se representa el bloque de este biestable y su tabla de transición:

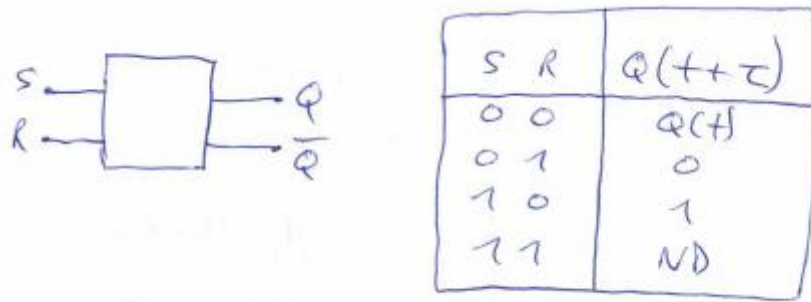


Figura 4. Bloque del S-R NOR y tabla de transición.

En estos biestables se toma $Q(t)$ como la salida actual y $Q(t+\tau)$ como la salida futura. Por ello, se observa que la señal no varía si S y R tienen el valor "0". Además, si las entradas toman el valor "1" el valor de la salida futura no es determinado (ND). En la Figura 5 se representa el circuito del flip-flop S-R NOR a partir de dos puertas lógicas NOR:

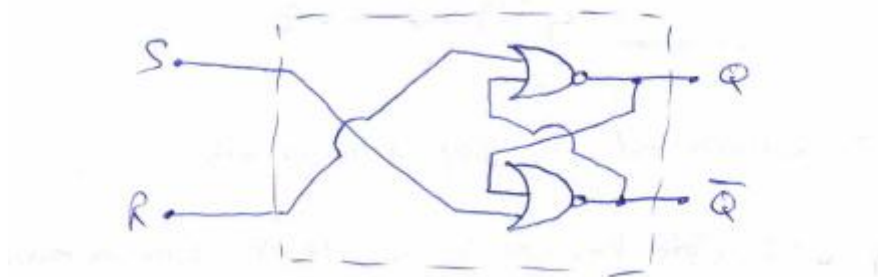


Figura 5. Circuito del flip-flop S-N NOR.

- Flip-flop S-R NAND. Este biestable parte de dos puertas NAND y sus entradas S y R se activan por bajo nivel, como se muestra en el bloque del flip-flop S-R NAND y su tabla de transición en la Figura 6.

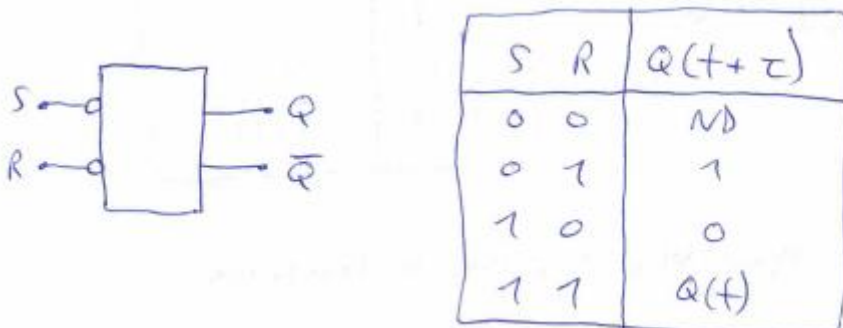


Figura 6. Bloque del S-R NAND y tabla de transición.

En la Figura 7 se representa su circuito correspondiente:

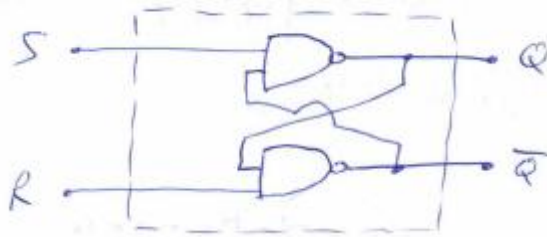


Figura 7. Circuito del flip-flop S-R NAND.

- Flip-flop J-K. este biestable se comporta de la misma manera que el S-R NOR, aunque en este caso se elimina la situación de indeterminación. En la Figura 8 se muestra el bloque correspondiente a este flip-flop y su tabla de transmisión correspondiente, considerando las entradas J y K:

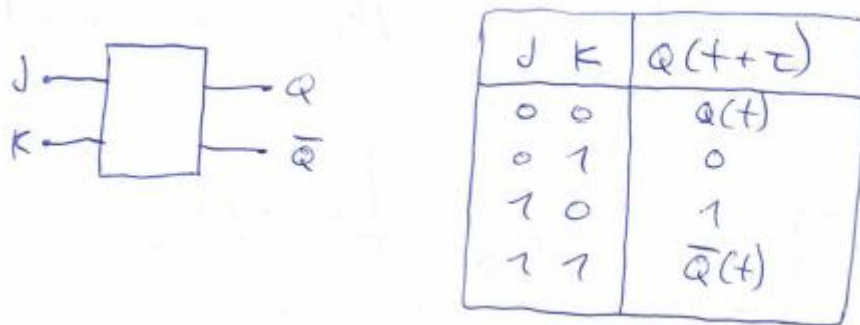


Figura 8. Bloque del J-K y tabla de transición.

La indeterminación se elimina porque en el caso de que las entradas J y K tengan el valor "1", se invertirá la señal de salida. En la Figura 9 se representa el circuito correspondiente a este biestable:

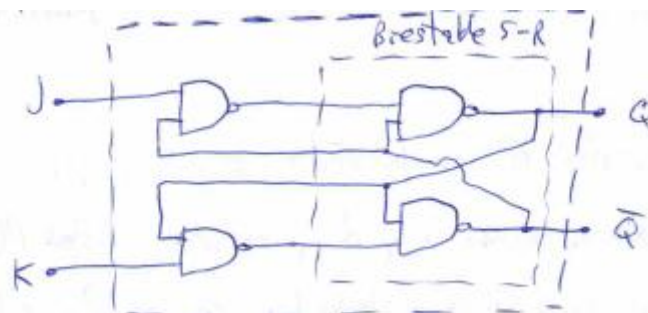


Figura 9. Circuito del flip-flop J-K.

- Flip-flop J-K asíncrono. Este flip-flop tiene el mismo funcionamiento que el S-R NOR, aunque la indeterminación se elimina cuando las entradas toman el valor "1", ya que el valor de la señal de salida se invierte.

- Otros flip-flops. Anteriormente se ha mencionado que, según la lógica de estado, los biestables podían ser S-R, J-K, D o T. Sin embargo, los flip-flops D y T no tienen cabida dentro grupo de los asíncronos.

4. Biestables síncronas.

Los biestables síncronas dependen de una señal de reloj (CLK) y de sus entradas para cambiar de estado. Se diferencian varios tipos:

- Flip-flop Sn-RN. En un biestable de disparo por nivel que depende de dos entradas S y R, y de dos señales P (Preset) y Cl (Clear), para cambiar de estado. Las señales P y Cl se activan a nivel bajo, como se muestra en el bloque del flip-flop SN-RN y en la tabla de transición de la Figura 10.

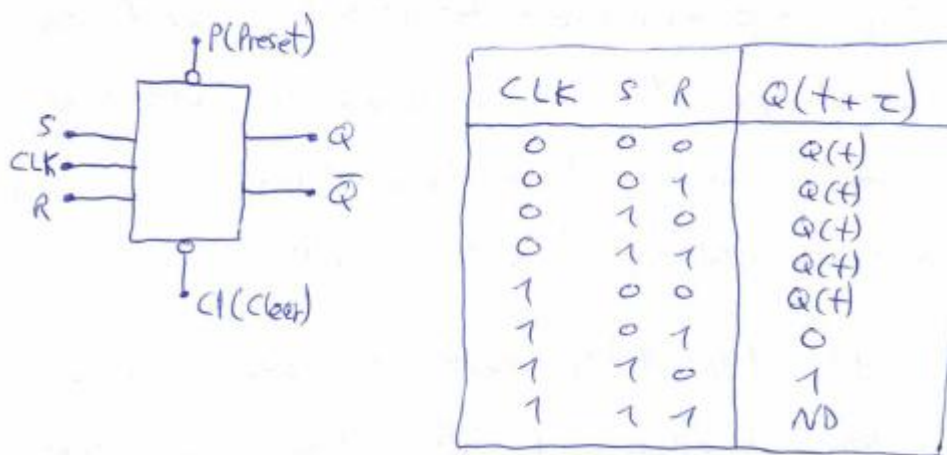


Figura 10. Bloque del flip-flop SN-RN y tabla de transición.

La salida depende también de la señal de reloj (CLK), de manera que siempre que valga "0", la señal no variará; y cuando valga "1", el biestable funcionará como un S-R NOR asíncrono. En la Figura 11 se representa el circuito correspondiente a este biestable.

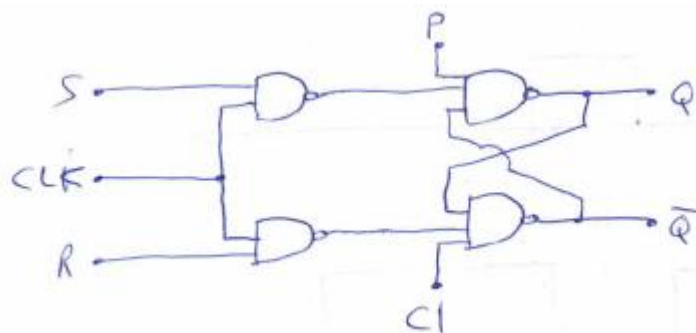


Figura 11. Circuito del flip-flop SN.RN.

Este circuito parte de cuatro puertas NAND, como se observa en la Figura 11.

- Flip-flop SF-RF. Este biestable tiene la misma tabla de transición que el SN-RN, aunque en este caso el disparo es por flanco de subida. Por ello, cuando CLK toma el valor "1" se toma flanco de subida. En la Figura 12 se representa el bloque de biestable:

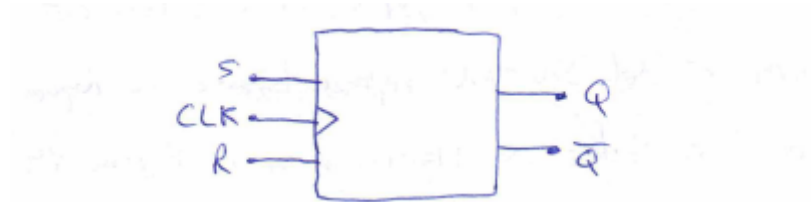


Figura 12. Bloque del flip-flop SF-RF.

El funcionamiento del biestable se observa en el diagrama de tiempos de la Figura 13:

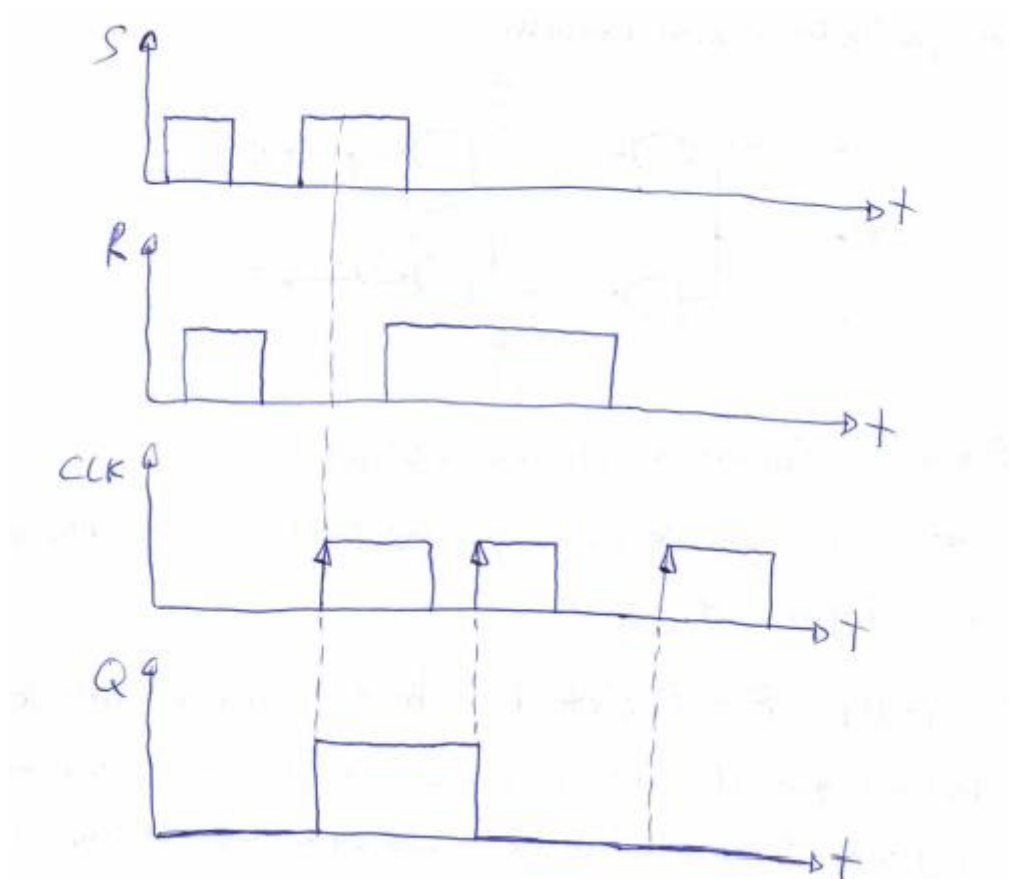


Figura 13. Diagrama de tiempos del flip-flop SF-RF.

- Flip-flop JN-KN. Este flip-flop elimina la situación de indeterminación del SN-RN, representándose su bloque correspondiente y su tabla de transición en la Figura 14:

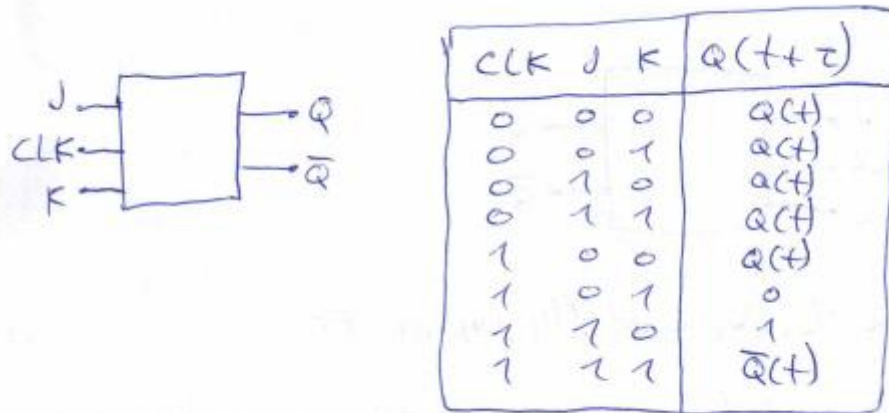


Figura 14. Bloque del JN-KN y tabla de transición.

Este biestable es de disparo por flanco de nivel y su circuito se representa en la Figura 15:

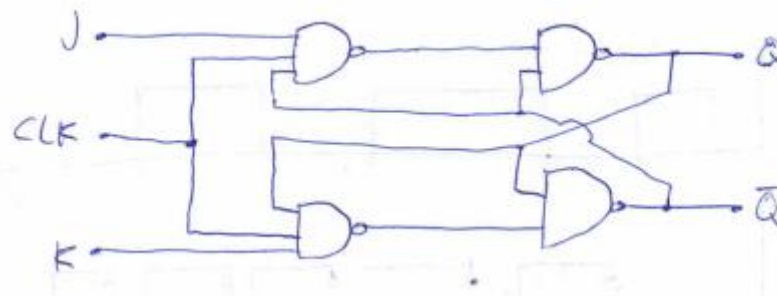


Figura 15. Circuito del flip-flop JN-KN.

- Flip-flop JF-KF. Este flip-flop tiene la misma tabla de transición que el anterior, aunque en este caso es de disparo por flanco de subida. En la Figura 16 se muestra su bloque correspondiente:

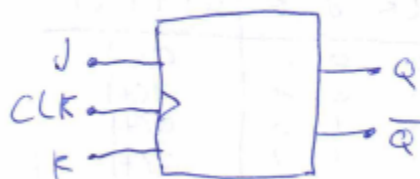


Figura 16. Bloque del flip-flop JF-KF.

Su funcionamiento se observa en el diagrama de tiempos de la Figura 17:

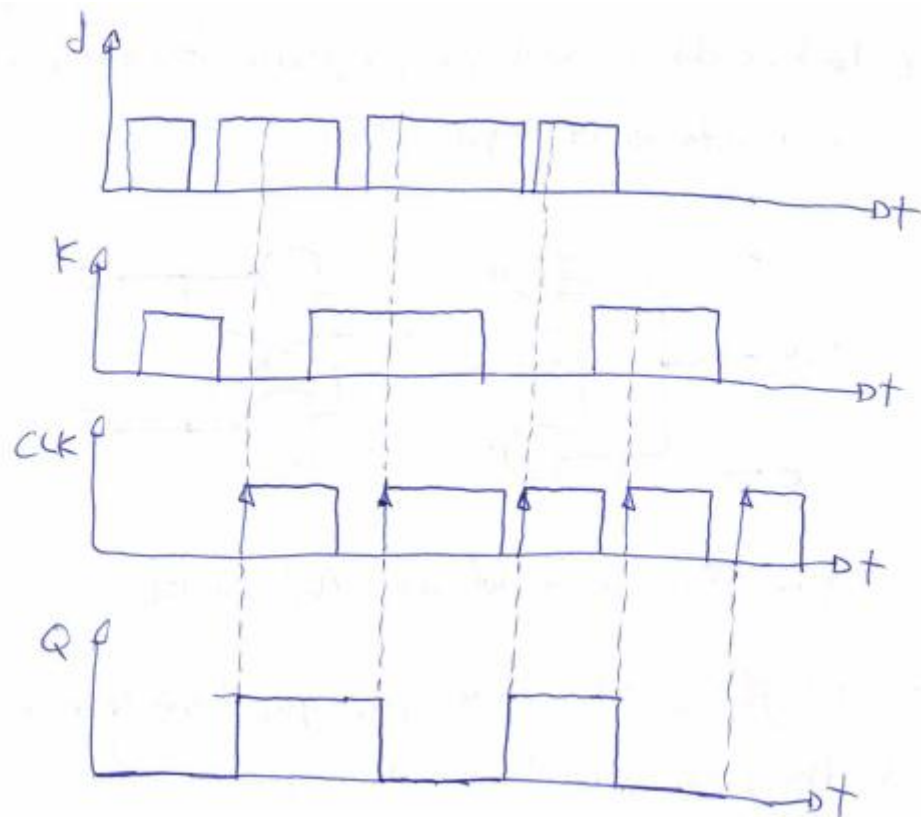


Figura 17. Diagrama de tiempos del flip-flop Jf-KF.

- Flip-flop DN. Este biestable es de disparo por nivel, con un bloque de trabajo de transición que se representa en la Figura 18:

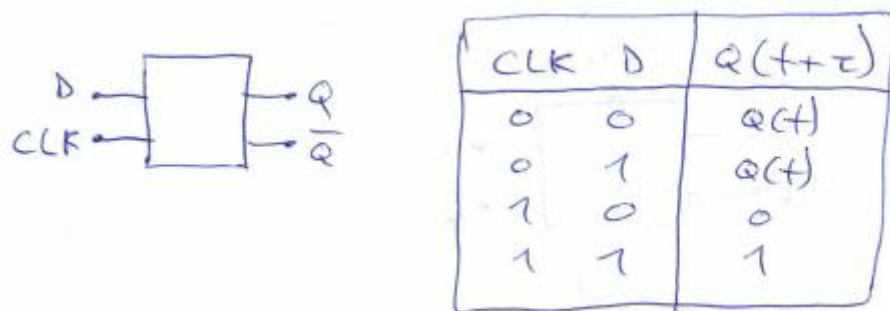


Figura 18. Bloque del flip-flop DN y tabla de transición.

En este caso solo tiene una entrada (D) además de la señal de reloj (CLK). Su circuito correspondiente se representa en la Figura 19:

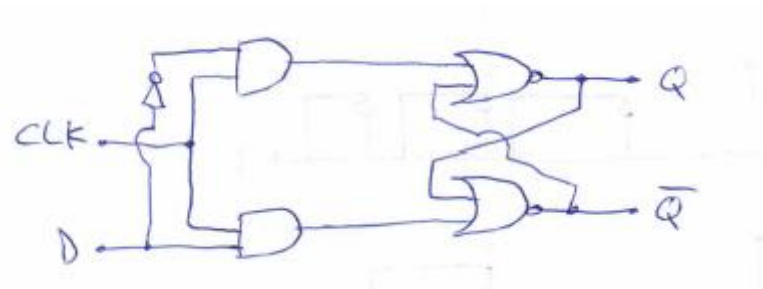


Figura 19. Circuito del flip-flop DN.

- Flip-flop DF. Este biestable tiene la misma tabla de transición que el anterior, aunque es de disparo por flanco de subida. Su bloque se representa en la Figura 20, dependiendo de las señales P (Preset) y CI (Clear), que se activa a nivel bajo:

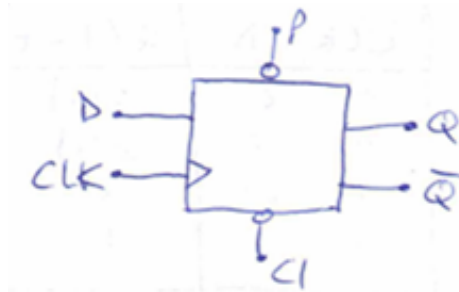


Figura 20. Bloque del flip-flop DF.

Su diagrama de tiempos se indica en la Figura 21:

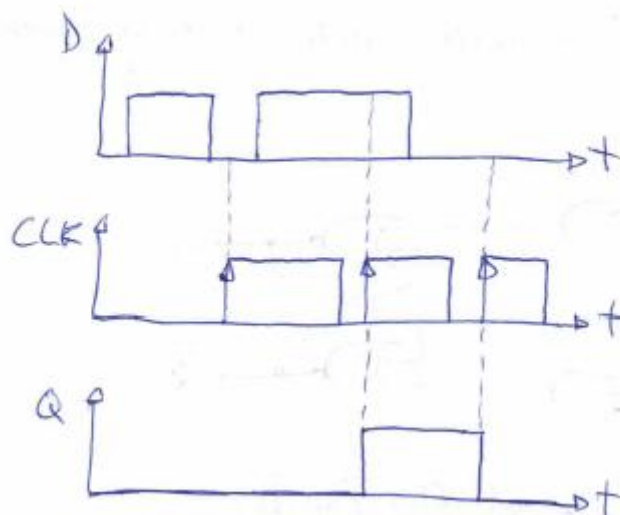


Figura 21. Diagrama de tiempos del flip-flop DF.

- Flip-flop T. Este biestable solo cambia de estado cuando la entrada T y CLK tienen el valor "1", como se indica en la Figura 22:

CLK	T	$Q(t+\tau)$
0	0	$Q(t)$
0	1	$Q(t)$
1	0	$Q(t)$
1	1	$\bar{Q}(t)$

Figura 22. Tabla de transición del flip-flop T.

Su bloque no se encuentra disponible comercialmente, partiendo para su construcción de un J-K.

- Biestable maestro-esclavo. Estos biestables se presentan con una configuración específica, permitiendo eliminar el estado de auto-oscilación. Son síncronas y cualquiera de los biestables mencionadas anteriormente pueden elaborarse en esta configuración.

5. Registros.

Los registros parten de la aplicación de almacenar información mediante sistemas secuenciales. En estos sistemas se puede escribir y leer información, de manera que, si se asocia un número n de biestables en un determinado sistema, se podrá almacenar o registrar un número n de bits de información. Si la información se registra simultáneamente, se realiza en paralelo; mientras que, si se registra sucesivamente, se realiza en serie. A su vez, si la información se almacena durante el tiempo deseado, el registro es estático; mientras que, si solo lo hace durante un intervalo corto de tiempo, es dinámico. En la Figura 23 se representa un registro estático paralelo-paralelo de 3 bits:

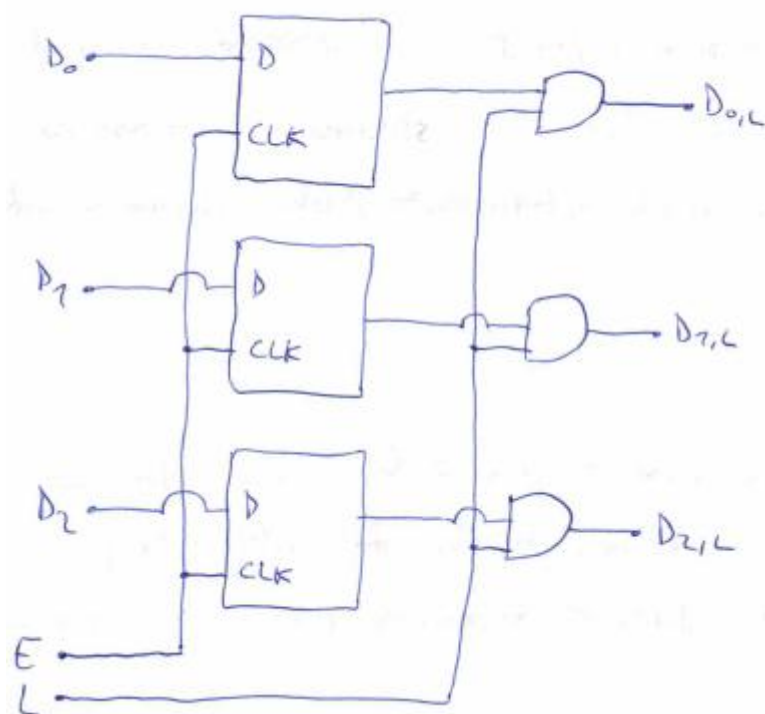


Figura 23. Registro de 3 bits.

El terminal E (escritura) permite escribir la información de los 3 bits de entrada (D_0 , D_1 y D_2), mientras que el terminal L (lectura) permite obtener las salidas de lectura ($D_{0,L}$, $D_{2,L}$ y $D_{2,L}$).

6. Contadores y memorias.

Los contadores son sistemas secuenciales que tienen un número de estados internos igual al número de impulsos que se pretende hacer llegar, más uno, correspondiente al estado inicial en el que no se recibe ningún impulso. Su objetivo es contar el número de impulsos recibido en la única entrada del contador. Se utilizan en múltiples aplicaciones, como medidor de tiempo y de velocidad. Los contadores pueden ser asíncronos, si su proceso es sucesivo; o síncrono, si es simultáneo.

Por otro lado, las memorias permiten el almacenamiento masivo de información, siendo circuitos integrados que pueden realizar su funcionamiento mediante la integración de registros. Deben considerarse ciertas características de las memorias, como su capacidad, su tiempo de escritura y de lectura, su tiempo de ciclo y su volatilidad. Además, se clasifican en dos tipos:

- Memoria RAM. Permite su lectura y escritura, aunque pierde su información cuando no dispone de alimentación eléctrica.

- Memoria ROM. Permite su lectura, aunque no su escritura, permitiendo almacenar la información, aunque no se disponga de alimentación eléctrica.

7. Conclusión.

En el desarrollo del tema se ha profundizado en diferentes aspectos estrechamente vinculados a los distintos tipos de circuitos secuenciales y aplicaciones que tienen actualmente, además de hacer hincapié en las diferentes configuraciones de biestables. En cuanto al contenido tratado, los ejemplos aportados y el análisis de conceptos que se expone, se observa cómo el conjunto de elementos correspondientes a este tema contribuye al área de conocimiento al que pertenece.

Se presenta un ejemplo de transposición didáctica en un aula de 4º de ESO donde se trabajan algunos de los conocimientos relacionados con la temática: “Selección de distintos tipos de sistemas secuenciales y ejemplificación de aplicaciones”. Para ello, los alumnos deben trabajar en pequeños grupos y seleccionar un tipo de circuitos secuenciales utilizados en la actualidad, como los contadores, ejemplificando tras ello una serie de aplicaciones que tienen o que podrían tener en un contexto real, identificando además como funcionarían. En este sentido, se hace necesario el trabajo de cuatro sesiones en el aula TIC.

8. Bibliografía.

- Referencias bibliográficas:
 - Cabero, J. Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Editorial McGraw-Hill. 2007.
 - Vázquez, A. Didáctica de la tecnología. Editorial Síntesis. 2010.
 - Roger, J.; Riera, M. y Roldán, C. Tecnología eléctrica. Editorial Síntesis. 2021.
- Referencias digitales:
 - <https://elblogdelprofesordetecnologia.blogspot.com/>
 - <https://agrega.juntadeandalucia.es/>
 - <https://tecnopujol.wordpress.com/>
- Referencias legislativas:
 - Texto consolidado o refundido de la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE), por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE).

- Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de Educación de Andalucía (LEA).

Referencias vigentes para los cursos pares de la ESO durante el año académico 2024/2025:

- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Decreto 182/2020, de 10 de noviembre, por el que se modifica el Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 102/2023, de 9 de mayo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden de 30 de mayo de 2023, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la etapa de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y a las diferencias individuales, se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado y se determina el proceso de tránsito entre las diferentes etapas educativas.