

## **PRÁCTICA 5**

### **BIESTABLES Y CONTADORES.**

#### **Descripción**

En esta práctica realizaremos un circuito secuencial y analizaremos su comportamiento. El alumno debe aplicar lo aprendido para realizar esta práctica de forma autónoma aunque contará con el apoyo del profesor. Se utilizarán circuitos integrados con biestables para realizar varias funciones secuenciales, se comprobará su funcionamiento y se medirán los tiempos de propagación.

#### **Estudio Teórico**

En este apartado vamos a analizar el circuito que será montado en el estudio experimental.

#### Enunciado

Se pide implementar y comprobar el funcionamiento del siguiente circuito secuencial:

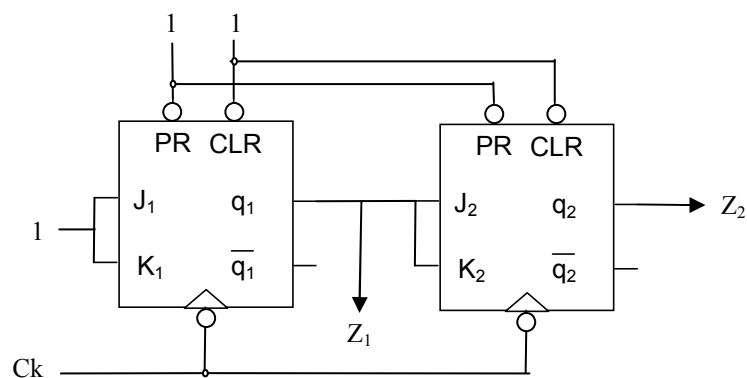


Figura 1

### Análisis del circuito

Se trata de un circuito con dos salidas:  $Z_1$  y  $Z_2$ . Es un circuito de Moore ya que, al no existir ninguna entrada externa,  $Z_1$  y  $Z_2$  sólo pueden depender del valor del estado:  $(q_1, q_2)$ . Las ecuaciones de excitación/salida son:

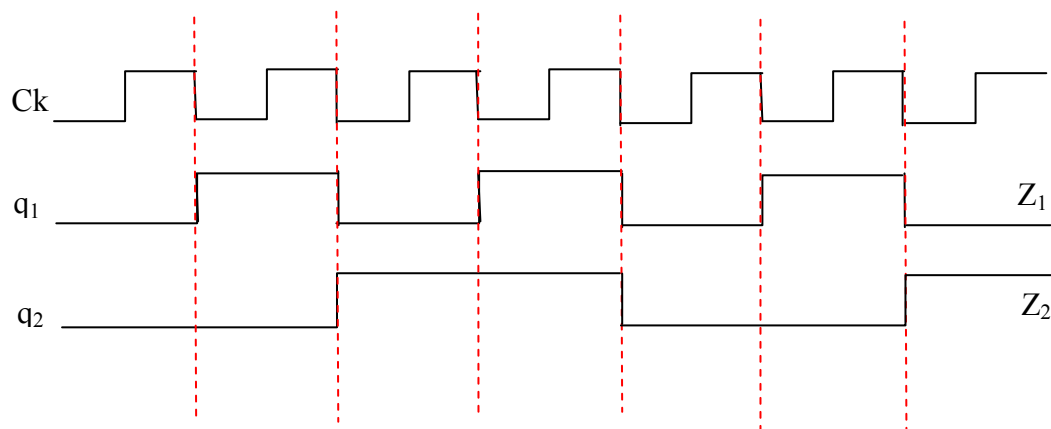
$$J_1 = K_1 = 1$$

$$J_2 = K_2 = q_1$$

$$Z_1 = q_1$$

$$Z_2 = q_2$$

No necesitamos más información para obtener un diagrama temporal del circuito. Dado que el primer biestable tiene sus entradas conectadas a 1 conmutará en cada ciclo de reloj. El segundo biestable conmutará sólo cuando  $q_1=1$ . Supongamos que inicialmente  $q_1=q_2=0$ , el diagrama temporal será:



Como vemos en el cronograma, siendo  $Ck$  una señal de frecuencia  $f$ , la señal obtenida en  $Z_1$  es una señal periódica de frecuencia  $f/2$ , y  $Z_2$  también es una señal periódica, pero en este caso de frecuencia  $f/4$ . Por este motivo el circuito anterior es denominado *divisor de frecuencia*.

Por otra parte, también podemos observar que  $Z_2$  y  $Z_1$  (tomadas en ese orden) muestran la siguiente sucesión de valores:

$Z_2Z_1$ : 00  $\rightarrow$  01  $\rightarrow$  10  $\rightarrow$  11  $\rightarrow$  00  $\rightarrow$  01  $\rightarrow$  10  $\rightarrow$  ....

Por tanto, en base 10 tenemos que la secuencia seguida es: 0  $\rightarrow$  1  $\rightarrow$  2  $\rightarrow$  3  $\rightarrow$  0  $\rightarrow$  1  $\rightarrow$  2  $\rightarrow$  ...

Por este motivo el circuito se conoce también como *contador módulo 4*.

Modificando levemente el circuito (Figura 2) podemos obtener un contador descendente, es decir, que recorra la secuencia de valores en sentido inverso:

$3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow 0 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1 \rightarrow \dots$

Como vemos, la única modificación se ha realizado en la conexión entre los dos biestables.

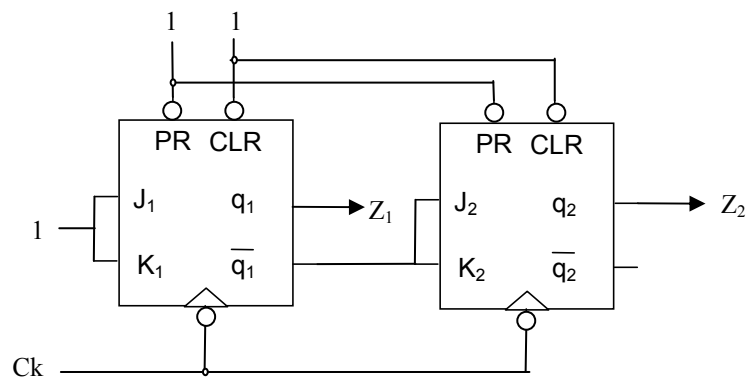


Figura 2

Diseño de un generador de secuencia:

Un generador de secuencia es un circuito que genera una secuencia de valores en su salida (Z) que se repite periódicamente, por ejemplo, la secuencia de 8 bits “11101000” (longitud 8), se repetiría de modo que

Z: ....0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 1

En el caso de una secuencia de longitud 4, por ejemplo “1011”:

Z: .... 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 ...

Es fácil realizar un generador de secuencia si se cuenta con un contador y un multiplexor, basta conectar  $q_1$  y  $q_2$  a las entradas de selección del multiplexor y colocar en las entradas de datos del multiplexor de forma ordenada los bits de la secuencia que queremos obtener.

En la figura 3, vemos el circuito para generar la secuencia de longitud 4 a partir de un contador ascendente. El contador va seleccionando los datos que hemos colocado en las entradas del multiplexor comenzando por la etiquetada 0 y continuando por la 1, la 2 y finalmente la 3. Con esto, por la salida del multiplexor se obtiene la secuencia.

En el caso de que el contador fuera descendente, el contador seleccionaría las entradas de datos del multiplexor en forma inversa, por ello, habrá que colocar los bits de la secuencia en el orden contrario (figura 4)

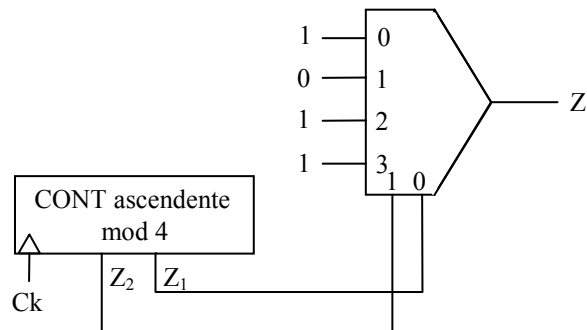


Figura 3

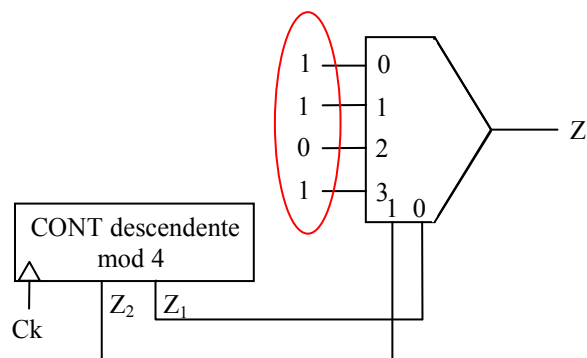
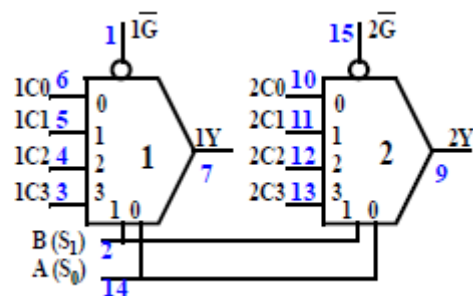
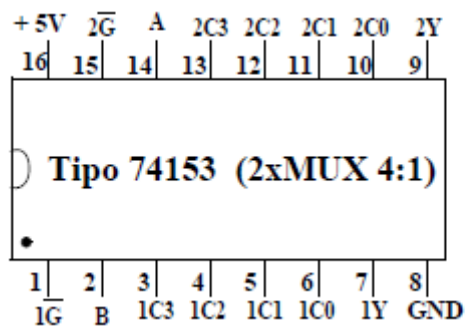
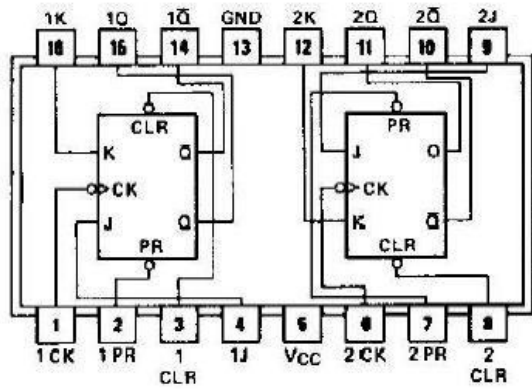


Figura 4

### Montaje

Se utilizarán los circuitos integrados 7476 y 74153.



## Estudio Experimental

Consejos previos:

- No olvide polarizar el circuito: GND = 0V, VCC = 5V.
- Visualice en el osciloscopio las señales **antes** de conectarlas al circuito
- Razone los resultados obtenidos y compruebe si coinciden con los que esperaba.

1. Antes de realizar el montaje conteste las siguientes preguntas:
  - Para poner un 0 lógico en una entrada, ¿qué valor de voltaje es necesario conectarle? ¿Y para poner un 1 lógico?
  - Para obtener una señal cuadrada que oscile entre 0V y 5V, ¿es necesario utilizar el botón de *offset* del generador?
  - Para que un montaje funcione, ¿es necesario conectar los pines GND y VCC de todos los circuitos integrados? En caso afirmativo, ¿a qué valor de tensión hay que conectar dichos pines?
2. Realice un esquema sobre la Figura 5, que indique cómo va a montar el circuito descrito en la Figura 1 del estudio teórico. Se pide que indique claramente dónde va a colocar entradas y salidas y cómo conectará los biestables.

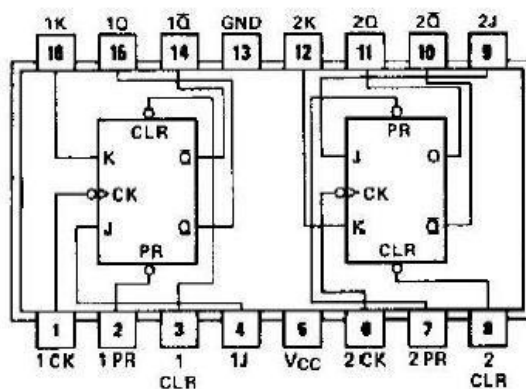
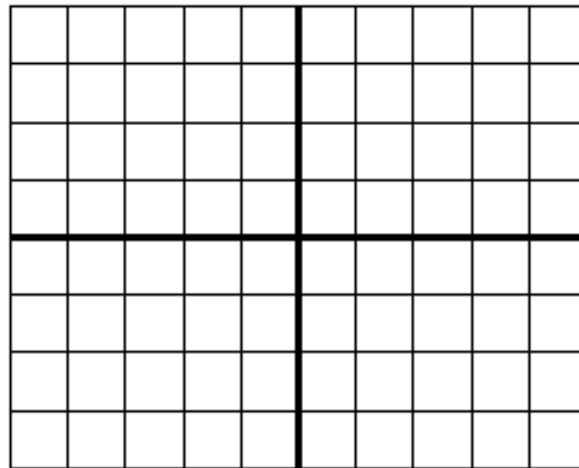


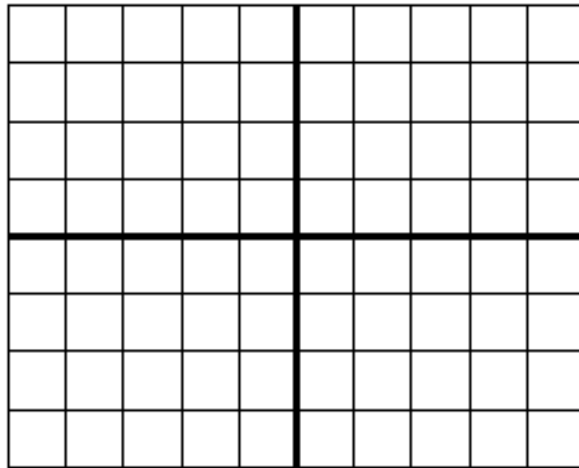
Figura 5

3. Avise a su profesor cuando haya comprobado que el montaje funciona correctamente. Para ello visualice simultáneamente la señal de reloj (Ck) y  $Z_1$ , y posteriormente la señal  $Z_1$  y  $Z_2$ . Recuerde: la señal cuadrada para la entrada **Ck** debe oscilar entre 0V y 5V, fije como frecuencia 10 Khz y visualice la señal en el osciloscopio para asegurarse de que ha sido correctamente generada **antes** de conectarla al circuito.
4. Complete las plantillas para los dos casos anteriores: Ck con  $Z_1$ , y  $Z_1$  con  $Z_2$ . No olvide indicar la situación de la línea de tierra (0V).



Escala de tiempo: \_\_\_\_\_

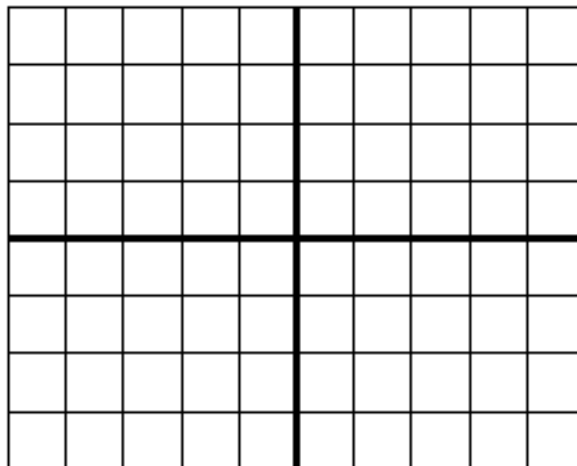
Escala de tensión: \_\_\_\_\_



Escala de tiempo: \_\_\_\_\_

Escala de tensión: \_\_\_\_\_

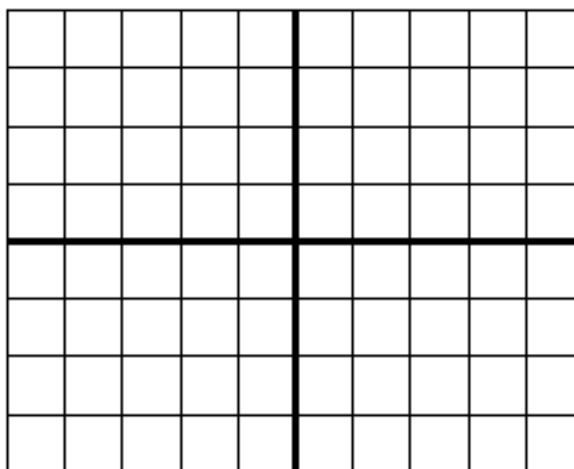
5. Modifique ahora su montaje para obtener el contador descendente.
- Explique en qué han consistido los cambios realizados.
  - Utilice las plantillas para reflejar sus resultados, mostrando Ck con  $Z_1$ , y  $Z_1$  con  $Z_2$ . No olvide indicar la situación de la línea de tierra (0V).



Escala de tiempo: \_\_\_\_\_

Escala de tensión: \_\_\_\_\_





Escala de tiempo: \_\_\_\_\_

Escala de tensión: \_\_\_\_\_

6. Tras obtener el contador descendente implemente el generador de secuencia.  
 Muestre sobre la Figura 6 las conexiones que realizará en su montaje.

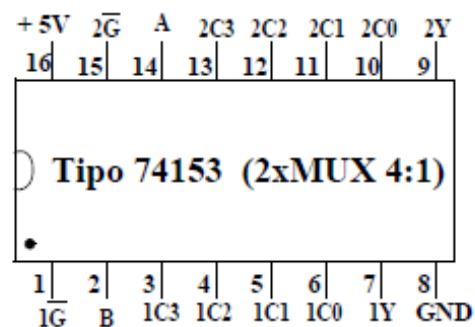
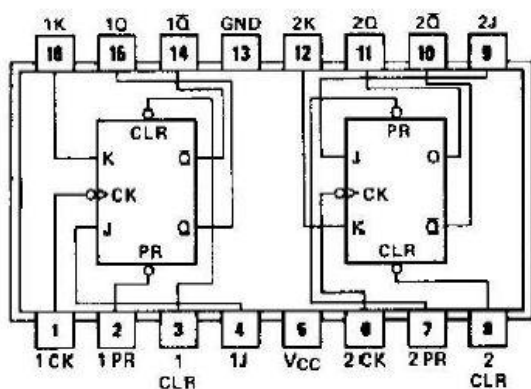
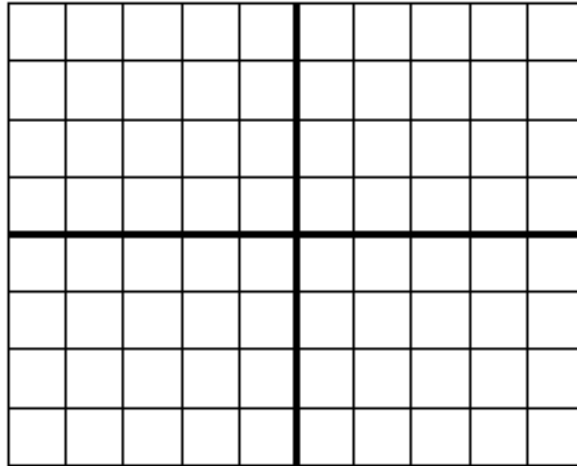


Figura 6

7. Para comprobar su funcionamiento visualice en el osciloscopio las señales Ck y Z simultáneamente y muestre los resultados a su profesor. Refléjelos también en la plantilla.



Escala de tiempo: \_\_\_\_\_

Escala de tensión: \_\_\_\_\_

8. A partir del resultado obtenido en el apartado anterior, estime el retraso de propagación del circuito. Como estamos trabajando con una máquina de Moore síncrona, los cambios en Z siempre se producen tras un flanco activo en la entrada de reloj Ck. Nuestro **objetivo** es conocer cuánto tiempo transcurre desde que hay un flanco activo en Ck hasta que la salida Z cambia. Por supuesto, hemos de considerar el flanco activo inmediatamente anterior al cambio en Z. Siga el procedimiento descrito en las prácticas anteriores para medir el tiempo de retraso entre dicho flanco activo de la señal de reloj y alguna transición en la señal de salida Z.

Valor: \_\_\_\_\_