

SISTEMAS SECUENCIALES

Del conjunto de los sistemas secuenciales, veremos los siguientes:

- 1. Sistemas secuenciales activados por nivel.
- 2. Sistemas secuenciales activados por flancos.
- 3. Sistemas secuenciales activados por flancos condicionados.

1. SISTEMAS SECUENCIALES ACTIVADOS POR NIVEL

Hemos visto que en un sistema combinacional, el estado lógico en el instante de tiempo PRESENTE de la salida, dependen SOLAMENTE del estado lógico en el instante PRESENTE de la entrada



Según esta definición, el estado lógico de la salida en el instante PRESENTE, no tiene en cuenta el PASADO del sistema combinacional, es decir que no posee MEMORIA.

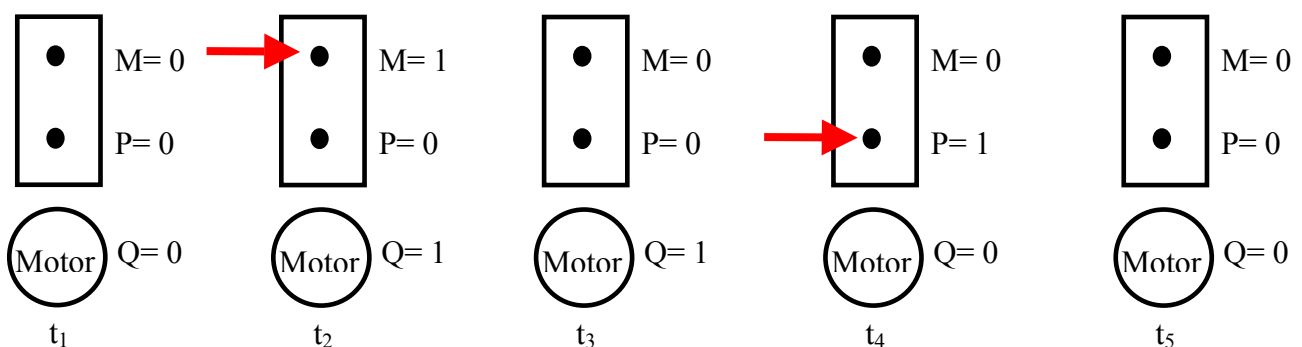
Para aclarar un poco mas estos conceptos, analicemos el siguiente ejemplo que consta de un dispositivo para arrancar y detener el motor Q a través de los pulsadores marcha normales abiertos M y parada P respectivamente.

Consideremos 5 instantes de tiempos distintos y consecutivos; y que el nivel o estado lógico de las fuerzas, que accionan los pulsadores, serán "1" cuando las mismas estén aplicadas y el estado lógico del motor será "1" cuando este en funcionamiento.

Para el instante t_1 se cumple que:

$$M = P = Q = 0$$

De ahí en más arrancamos nuestro motor para después detenerlo.



Aplicamos el concepto de sistema combinacional a nuestro ejemplo para los instantes t_3 y t_5 . Vemos que el valor lógico de las entradas, para los referidos instantes, es el MISMO.

$$t_3 \begin{cases} M=0 \\ P=0 \\ Q=0 \end{cases} \quad t_5 \begin{cases} M=0 \\ P=0 \\ Q=1 \end{cases} \quad Q_{t_3} = 1 \neq Q_{t_5} = 0$$

PERO el estado lógico de la salida es DISTINTO.

Como el sistema de nuestro ejemplo no cumple con la definición de Sistema Combinacional, dicho ejemplo no será este último.

Otra forma de ver que el sistema del ejemplo, no es combinacional, es analizando su tabla de verdad

M	P	Q
0	0	0 y 1
0	1	0
1	0	1
1	1	0

Vemos que según la tabla de verdad, para la entrada $M=P=0$, la salida Q tiene 2 valores distintos para el mismo instante de tiempo, lo cual es imposible.

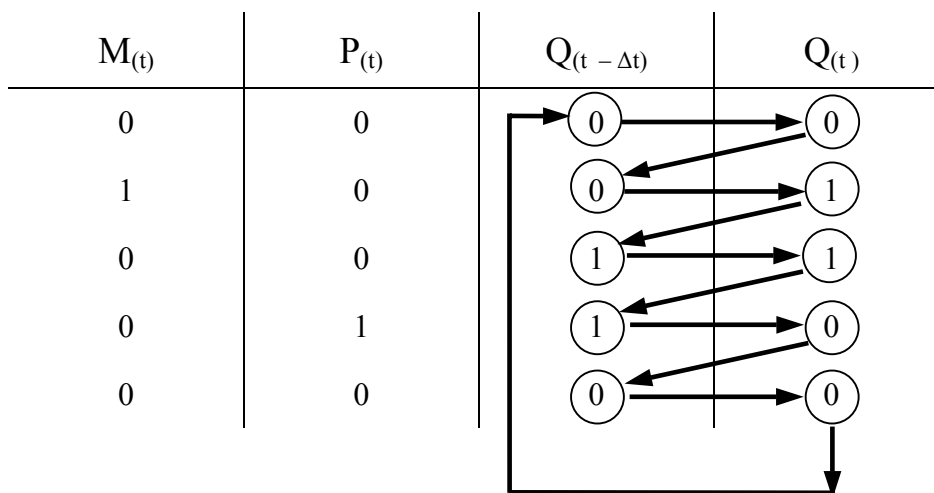
Por lo tanto no podemos aplicar el análisis combinacional a este sistema. La razón de que la tabla de verdad aplicada a nuestro ejemplo NO FUNCIONE, se debe a que NO hemos contemplado el estado lógico de la salida un INSTANTE anterior al considerado, vale decir que no hemos incluido en la confección de la tabla de verdad el estado lógico, en el INSTANTE DE TIEMPO ANTERIOR, al que se evalúa el estado lógico de la entrada. Es decir que el sistema de nuestro ejemplo "recuerda su historia". Sobre la base de esto, y para diferenciarlos del sistema combinacional, lo denominaremos **SISTEMA SECUENCIAL ACTIVADO POR NIVEL**



Resumiendo:

Para conocer el estado lógico de la salida en el instante (t), se deberá tener en cuenta:

- El estado lógico de la salida en el instante $(t - \Delta t)$, lo que se llama historia del sistema.
- El estado lógico de la entrada en el instante (t).



Se ha supuesto que para el instante anterior a t_1 , $Q_{t_5} = 0$

La tabla de verdad para todas las posibles combinaciones en las entradas será:

$M_{(t)}$	$P_{(t)}$	$Q_{(t-\Delta t)}$	$Q_{(t)}$	
0	0	0	0	(0)
0	0	1	1	(1)
0	1	0	0	(2)
0	1	1	0	(3)
1	0	0	1	(4)
1	0	1	1	(5)
1	1	0	0	(6)
1	1	1	0	(7)

Por ser el número de factores impar, agrupamos 1-5 y 4-5

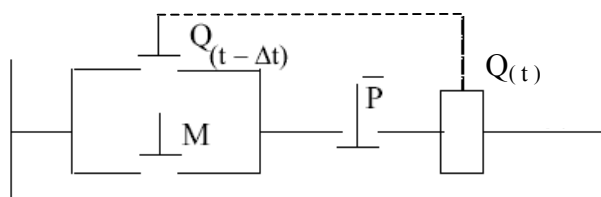
$$\left\{ \begin{array}{l} 1-5 \rightarrow \overline{P}_{(t)} Q_{(t-\Delta t)} \\ 4-5 \rightarrow \overline{P}_{(t)} M_{(t)} \end{array} \right.$$

El resultado final es:

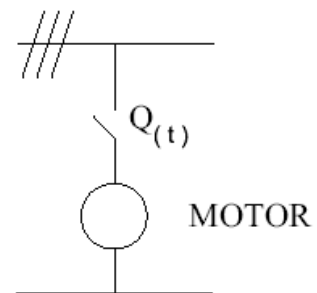
$$Q_{(t)} = \overline{P}_{(t)} Q_{(t-\Delta t)} + \overline{P}_{(t)} M_{(t)} \longrightarrow \boxed{Q_{(t)} = [Q_{(t-\Delta t)} + M_{(t)}] \overline{P}_{(t)}} \quad (1)$$

La implementación física de la ecuación (1) la podemos implementar (entre otras formas)

➤ Lógica Cableada (contactores)



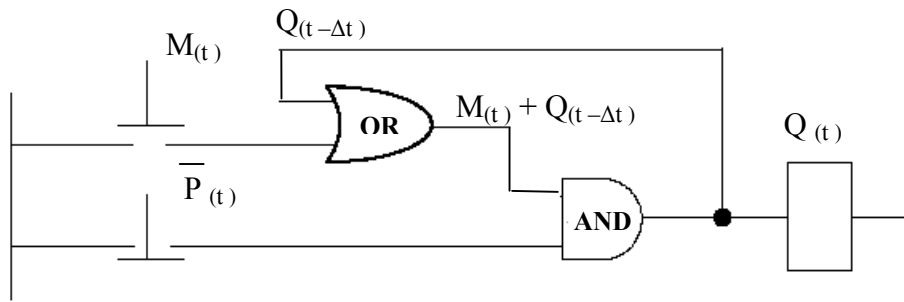
Esquema de Mando con lógica cableada



Esquema de Potencia

En el esquema de mando $Q_{(t-\Delta t)}$ es un contacto **AUXILIAR** Normal Abierto (NA) del contactor. La bobina del citado contactor es $Q_{(t)}$. en el esquema de potencia $Q_{(t)}$ es un contacto de **POTENCIA** o de **TRABAJO** del contactor.

➤ Compuertas Lógicas

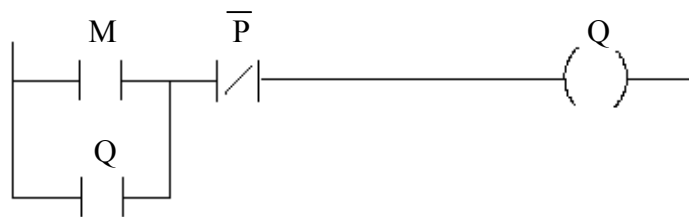


Esquema de Mando con compuertas lógicas

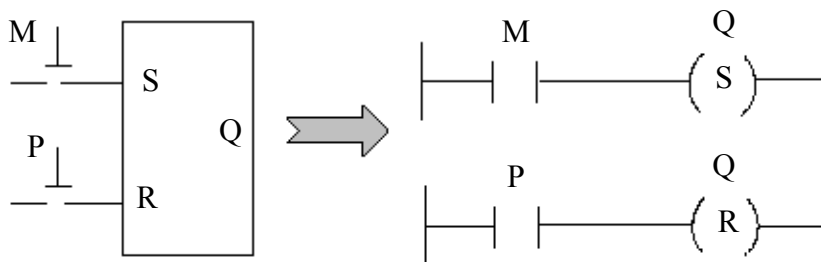
En el esquema de compuertas, la entrada $Q(t)$ a la compuerta OR, es una realimentación. ESTA REALIMENTACIÓN SE PRESENTA SOLO EN LOS SISTEMAS SECUENCIALES Y NO EN LOS COMBINACIONALES.

➤ Implementación por software de la ecuación (1) se puede realizar de las siguientes dos formas:

a) Sin utilizar instrucciones Set y Reset



b) Utilizando instrucciones Set y Reset



El ladder del Set y Reset funcionan del siguiente modo:

$$\begin{cases} \text{Si } M=1 \text{ y } P=0 \text{ entonces } Q=1 \\ \text{Si } M=* \text{ y } P=0 \text{ entonces } Q=1 \end{cases}$$

Nota: En algunos PLC esta última condición no se cumple

Una forma más generalizada de expresar la ecuación (1) es:

$$Q(t) = [Q(t-\Delta t) + Vc(t)] \overline{Va(t)} \quad (2)$$

Siendo: $\begin{cases} Vc: \text{ es la variable creadora de la variable } Q \\ Va: \text{ es la variable anuladora de la variable } Q \end{cases}$

En el caso más general las variables creadora y anuladora pueden ser expresiones booleanas. Se pueden relacionar las instrucciones Set y Reset con la ecuación (2) dando la ecuación (3)

$$Q(t) = [Q(t-\Delta t) + \text{set } Q(t)] \overline{\text{reset } Q(t)} \quad (3)$$

Un uso importante de la ecuación (2) y la (3) es que dado un esquema de contactos es que se lo puede convertir a un ladder (u otro lenguaje de programación) de PLC o el simulador Trilogi.

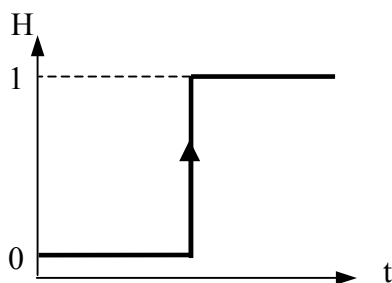
2. SISTEMAS SECUENCIALES ACTIVADOS POR FLANCOS

Cambios de nivel o flancos de una variable de una variable binaria

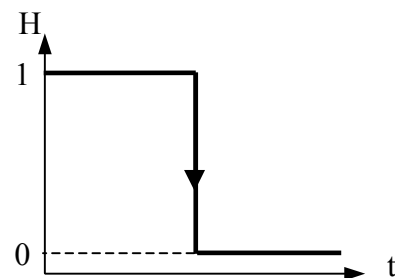
Consideremos que la variable binaria H en algún instante puede estar en estado lógico cero y en otro instante puede estar en estado lógico uno.

El pasaje de un nivel a otro se lo conoce con el nombre de CAMBIO DE NIVEL o FLANCO.

- Si el pasaje es de 0 a 1, el cambio de nivel es positivo o el flanco es ASCENDENTE.
- Si el pasaje es de 1 a 0, el cambio de nivel es negativo o el flanco es DESCENDENTE.

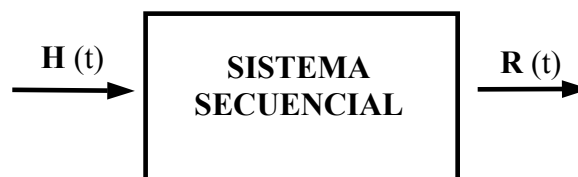


Cambio de nivel positivo o flanco ascendente



Cambio de nivel negativo o flanco descendente

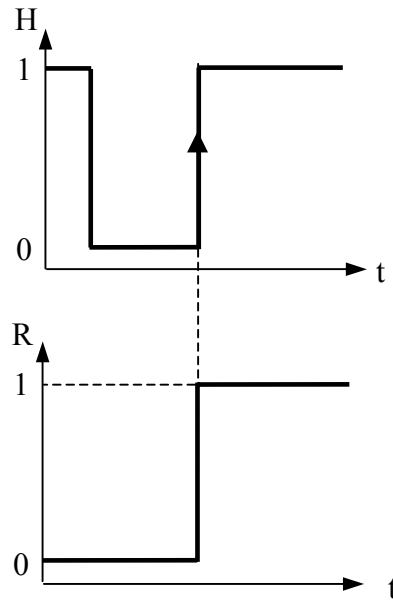
Sea un sistema secuencial, con una entrada asociada a la variable H y una salida asociada a la variable binaria R



Consideremos cuatro casos de análisis:

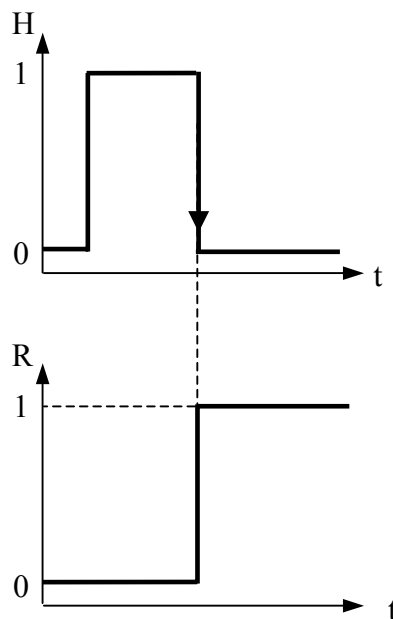
- 2.1 La salida del sistema secuencial se activa cuando en la variable de entrada se produce un flanco ascendente.

Planteando mediante un diagrama temporal, el estado lógico de R (y suponiendo que para el instante inicial, el estado lógico de R es cero) en función del estado lógico de H tendremos:



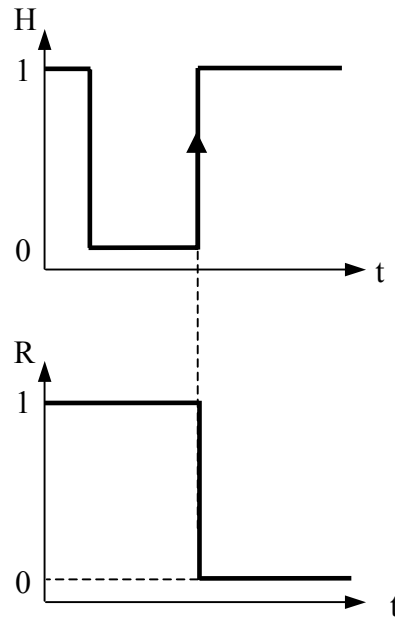
- 2.2 La salida del sistema secuencial se activa cuando en la variable de entrada se produce un flanco descendente.

Planteando mediante un diagrama temporal, el estado lógico de R (y suponiendo que para el instante inicial, el estado lógico de R es cero) en función del estado lógico de H tendremos:



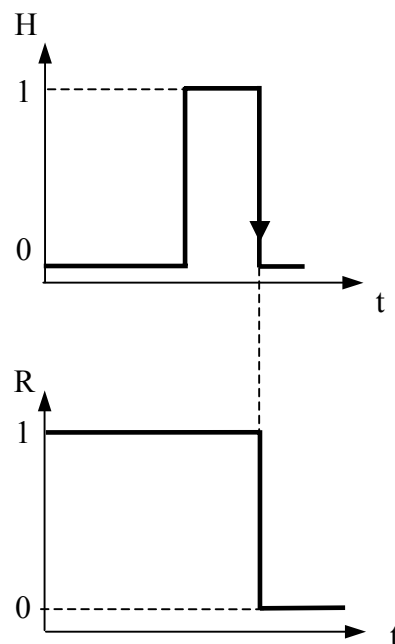
- 2.3 La salida del sistema secuencial se desactiva cuando en la variable de entrada se produce un flanco ascendente.

Planteando mediante un diagrama temporal, el estado lógico de R (y suponiendo que para el instante inicial, el estado lógico de R es uno) en función del estado lógico de H tendremos:



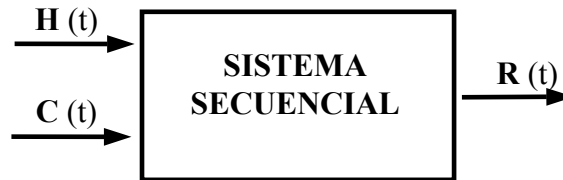
- 2.4 La salida del sistema secuencial se desactiva cuando en la variable de entrada se produce un flanco descendente.

Planteando mediante un diagrama temporal, el estado lógico de R (y suponiendo que para el instante inicial, el estado lógico de R es uno) en función del estado lógico de H tendremos:



3. SISTEMAS SECUENCIALES ACTIVADOS POR FLANCOS CONDICIONADOS

Sea un sistema secuencial con una entrada y una salida. Sean las variables binarias H y C, asociadas a la entrada y R una variable binaria asociada a la salida del sistema secuencial.



Consideremos cuatro casos de análisis:

- 3.1 Se desea que estando R en estado lógico cero, para que R se active con el flanco ascendente de la variable H es **CONDICION IMPRENSCINDIBLE** que el estado lógico de la variable C sea 1 (C=1) durante la creación de H (es decir en el intervalo entre el antes y el después del pasaje de 0 a 1 de la variable H) (figura 1). Se puede ver que en el instante t_1 a pesar que hay un flanco ascendente en H no se activa R puesto que C=0. En t_2 hay un flanco ascendente en H y se activa R puesto que C=1

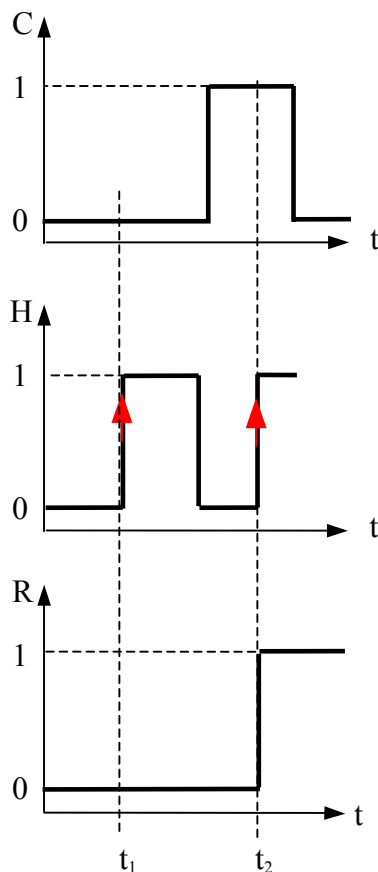


Figura 1

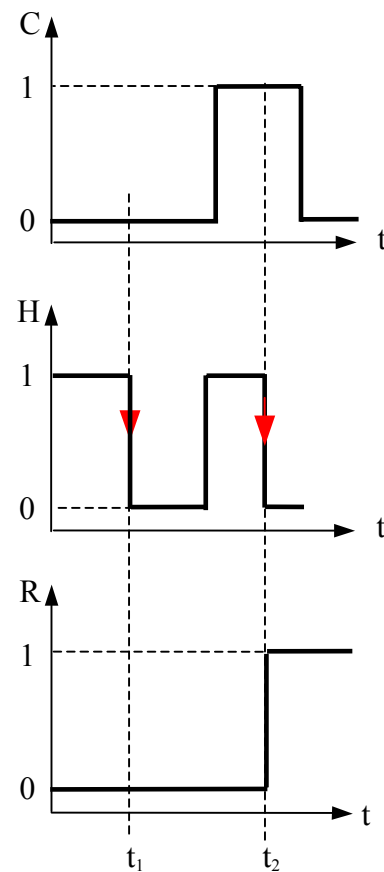


Figura 2

- 3.2 Se desea que estando R en estado lógico cero, para que R se active con el flanco descendente de la variable H es **CONDICION IMPRENSCINDIBLE** que el estado lógico de la variable C sea 1 (C=1) durante la creación de H (es decir en el intervalo entre el antes y el después del pasaje de 1 a 0 de la variable H) (figura 2). Se puede ver que en el instante t_1 a pesar que hay un flanco descendente en H no se activa R puesto que C=0.

En t_2 hay un flanco descendente en H y se activa R puesto que $C=1$

3.3 Se desea que estando R en estado lógico uno, para que R se desactive con el flanco ascendente de la variable H es CONDICION IMPRESCINDIBLE que el estado lógico de la variable C sea 1 ($C=1$) durante la creación de $H \uparrow$ (es decir en el intervalo entre el antes y el después del pasaje de 0 a 1 de la variable H) (figura 3). Se puede ver que en el instante t_1 a pesar que hay un flanco ascendente en H no se activa R puesto que $C=0$. En t_2 hay un flanco ascendente en H y se desactiva R puesto que $C=1$.

3.4 Se desea que estando R en estado lógico uno, para que R se desactive con el flanco descendente de la variable H es CONDICION IMPRESCINDIBLE que el estado lógico de la variable C sea 1 ($C=1$) durante la creación de $H \downarrow$ (es decir en el intervalo entre el antes y el después del pasaje de 1 a 0 de la variable H) (figura 4). Se puede ver que en el instante t_1 a pesar que hay un flanco descendente en H no se activa R puesto que $C=0$. En t_2 hay un flanco descendente en H y se desactiva R puesto que $C=1$.

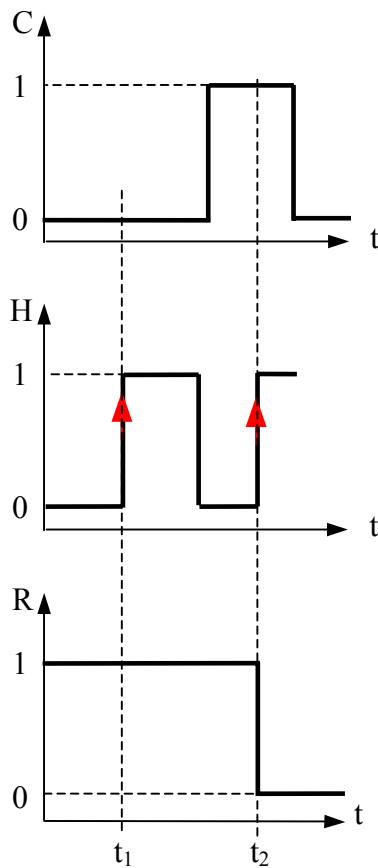


Figura 3

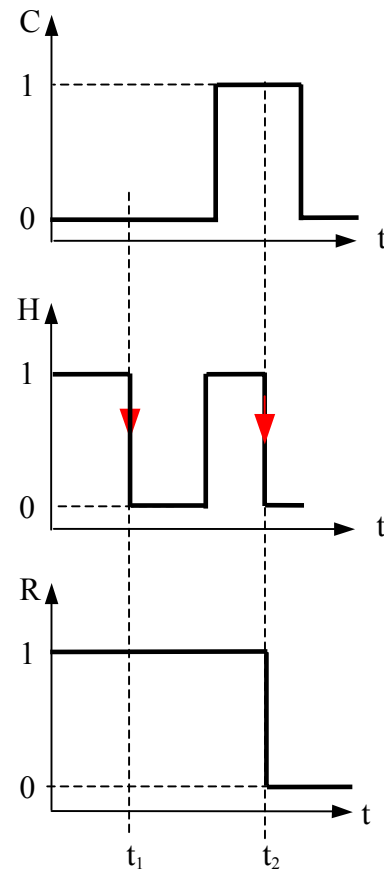


Figura 4