

## ELECTRÓNICA ANALÓGICA II

## Guía de problemas N° 9

## Osciladores

Problemas básicos

1. El oscilador en Puente de Wien de la figura 1 a) tiene dos potenciómetros que le permiten variar la frecuencia de oscilación.
  - a) Determine el rango en el que puede variar dicha frecuencia.
  - b) Calcule la tensión de salida pico a pico si la lámpara de tungsteno tiene las características mostradas en la figura 1 b).
  - c) ¿Qué modificaciones debería realizar para que el oscilador disminuyera la tensión de salida pico a pico?
  - d) Teniendo en cuenta que el oscilador está construido con un amplificador operacional LM741, ¿cuál sería la máxima frecuencia de oscilación posible?

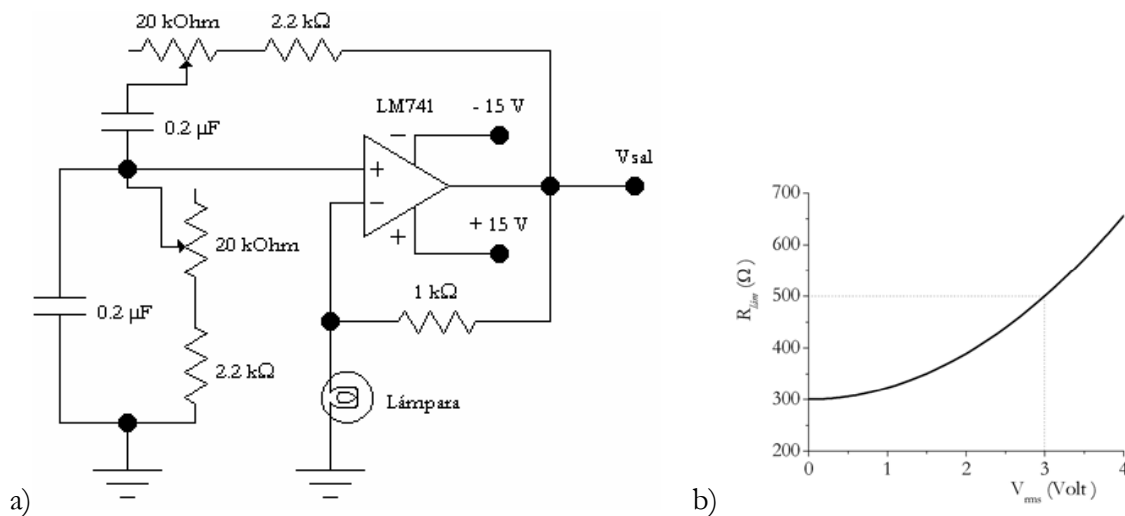


Figura 1

2. Calcule la frecuencia de oscilación del oscilador en doble T de la figura 2.

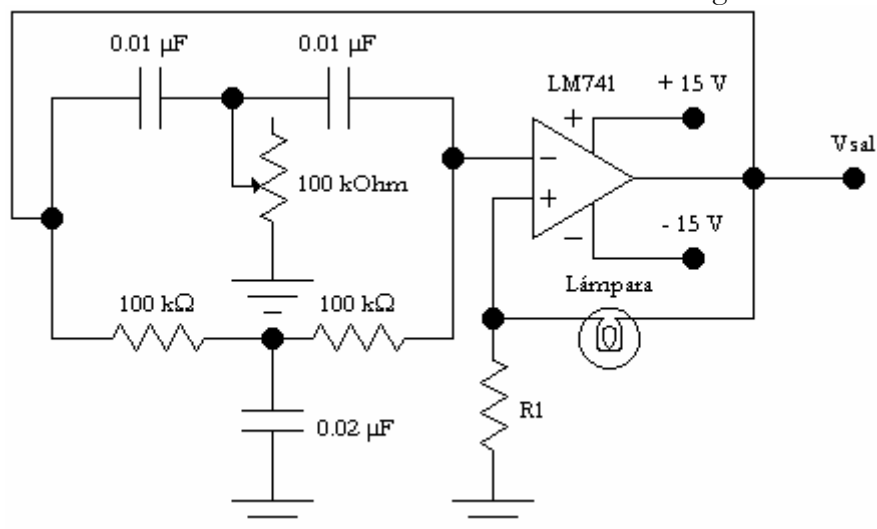


Figura 2

3. Suponga que los dos amplificadores operacionales de la figura 3 tienen una impedancia de entrada infinita y que  $R_2$  es mucho menor que  $R_1$ .

- Si el circuito de la figura 3 a) ya está oscilando a una dada frecuencia, ¿puede mantenerse esta oscilación en el tiempo?. Explique.
- Por otro lado, si el circuito de la figura 3 b) ya está oscilando a una dada frecuencia, ¿puede mantenerse esta oscilación en el tiempo?. Explique.
- Teniendo en cuenta el análisis anterior, explique por qué puede mantenerse una oscilación en el oscilador en doble T (Ayuda: considere el filtro en doble T que se emplea para realimentar la señal de salida).

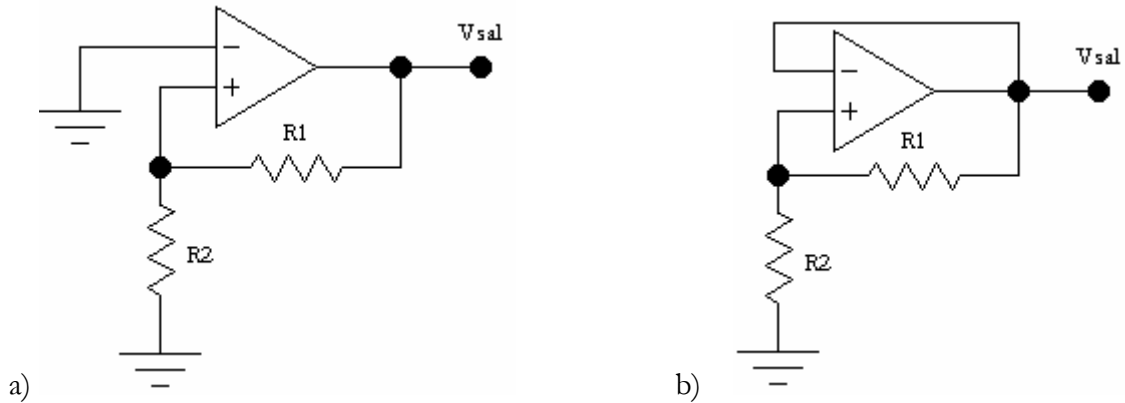


Figura 3

- Calcule las siguientes cantidades para el oscilador Colpitts de la figura 4.
  - La corriente continua de emisor y la tensión continua colector-emisor.
  - La frecuencia de oscilación aproximada.
  - B, la fracción de la señal de salida que es realimentada a la entrada.
  - El mínimo valor de A que permite el arranque del oscilador.

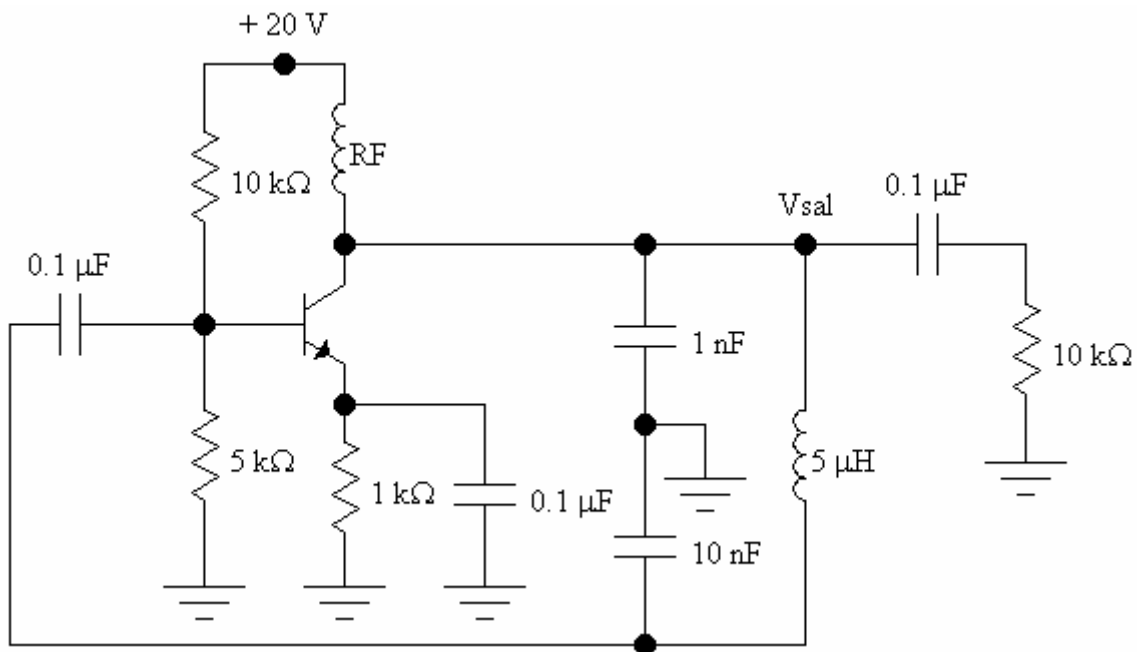


Figura 4

- Si un condensador de 47 pF se conecta en serie con la bobina de 5  $\mu\text{H}$  de la figura 4, el circuito se convierte en un oscilador Clapp. ¿Cuál es la frecuencia de oscilación?.
- Calcule las siguientes cantidades para el oscilador Hartley de la figura 5.
  - La frecuencia de oscilación aproximada.

- b) B, la fracción de la señal de salida que es realimentada a la entrada.  
c) El mínimo valor de A que permite el arranque del oscilador.

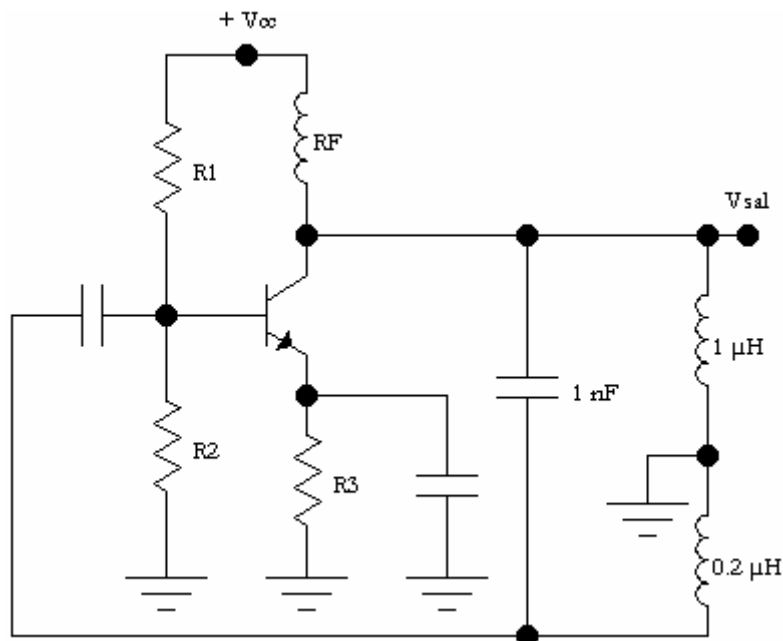


Figura 5

7. Un oscilador Armstrong tiene una inductancia mutua  $M = 0,1 \mu\text{H}$  y una inductancia del primario  $L = 2 \mu\text{H}$ .
  - a) ¿Cuánto vale la fracción de la señal de salida que es realimentada a la entrada?
  - b) El mínimo valor de A que permite el arranque del oscilador.
8. Un cristal de cuarzo tiene un espesor  $t$ . Si se reduce  $t$  un 1 %, ¿qué le sucede a la frecuencia?
9. Un cristal de cuarzo tiene los siguientes valores:  $L = 1 \text{ H}$ ,  $C_s = 0,01 \text{ pF}$  y  $C_m = 20 \text{ pF}$ . Calcule la diferencia entre las frecuencias de resonancias paralelo y serie.
10. Un temporizador 555 que tiene  $R = 10 \text{ k}\Omega$  y  $C = 0,022 \mu\text{F}$ , se encuentra conectado para funcionar como monoestable. Calcule el ancho del pulso de salida.
11. Un temporizador 555 en funcionamiento a estable está construido con un capacitor  $C = 22 \text{ nF}$  y dos resistencias de 15 y 10  $\text{k}\Omega$ . Calcule la frecuencia y el ciclo porcentual de trabajo para las dos configuraciones posibles.
12. Diseñe un oscilador a estable con un temporizador 555 y un capacitor de 1  $\text{nF}$ , que tenga una frecuencia de 12  $\text{kHz}$  y un ciclo porcentual de trabajo del 60 %.
13. La señal de reloj en el pin 2 (trigger) del 555 de la figura 6 tiene una frecuencia de 10  $\text{kHz}$ .
  - a) Si la señal senoidal de entrada en el pin 5 (control) tiene una tensión pico de 1,5 Volt, ¿qué valores tienen los anchos máximo y mínimo de los pulsos de la señal de salida?
  - b) ¿Qué valores puede variar el ciclo porcentual de trabajo?

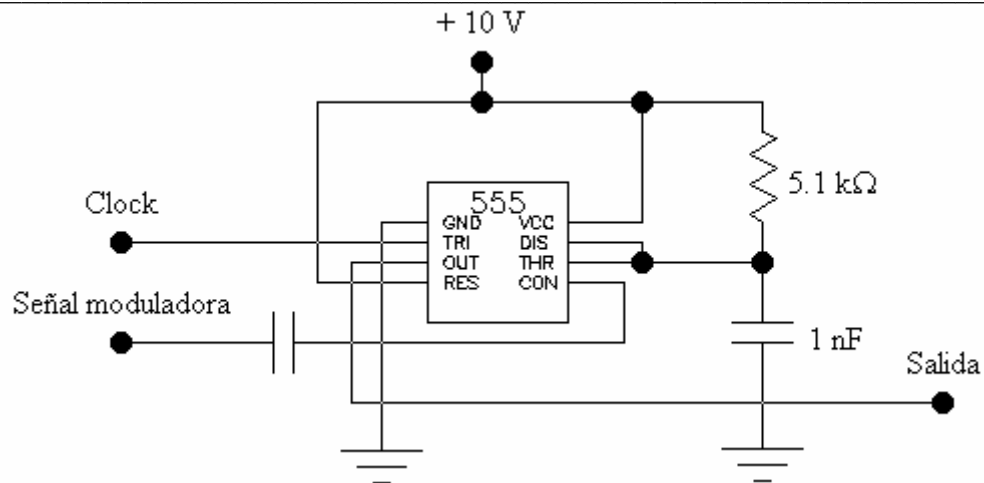


Figura 6

14. La señal senoidal de entrada en el pin 5 (control) del circuito de la figura 7 tiene una tensión pico de 500 mV.

- ¿Qué valores tienen los anchos máximo y mínimo de los pulsos de la señal de salida?
- ¿Cuánto vale el espacio entre pulsos?

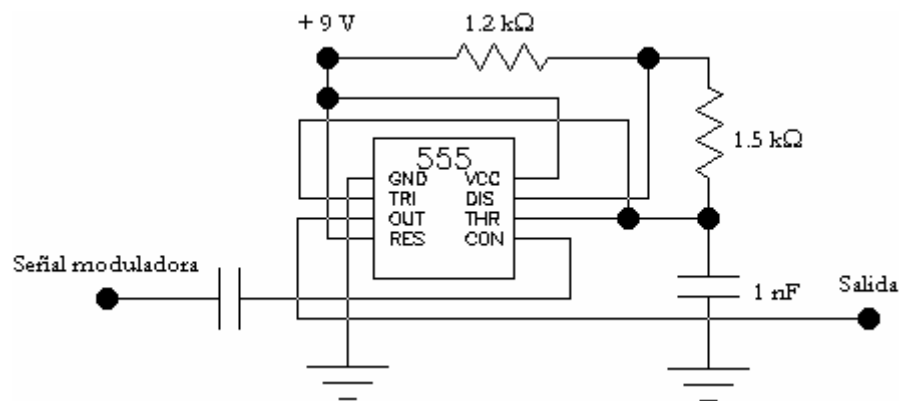


Figura 7

15. Grafique la forma de onda de salida del circuito de la figura 8 luego de que un pulso de disparo es introducido por el pin 2 (trigger) del 555. Caracterizar la forma de onda indicando amplitud y tiempo de la misma, en la gráfica realizada.

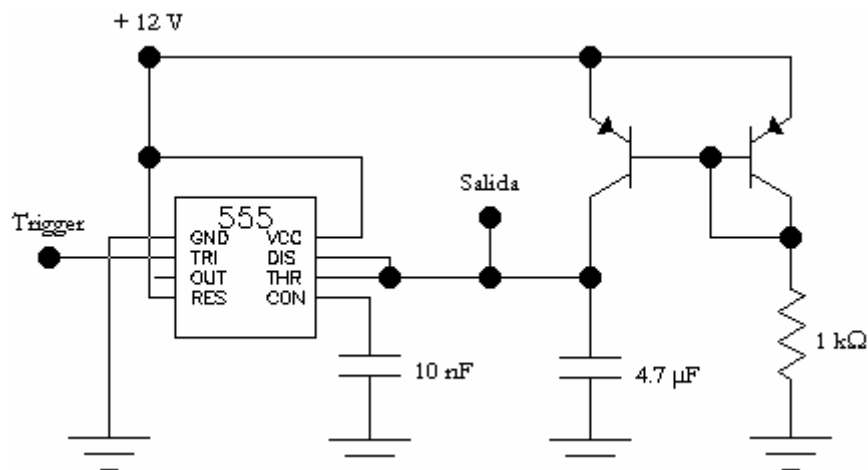


Figura 8

16. Describa el comportamiento detallado del circuito de la figura 9 luego de que se cierra el conmutador.

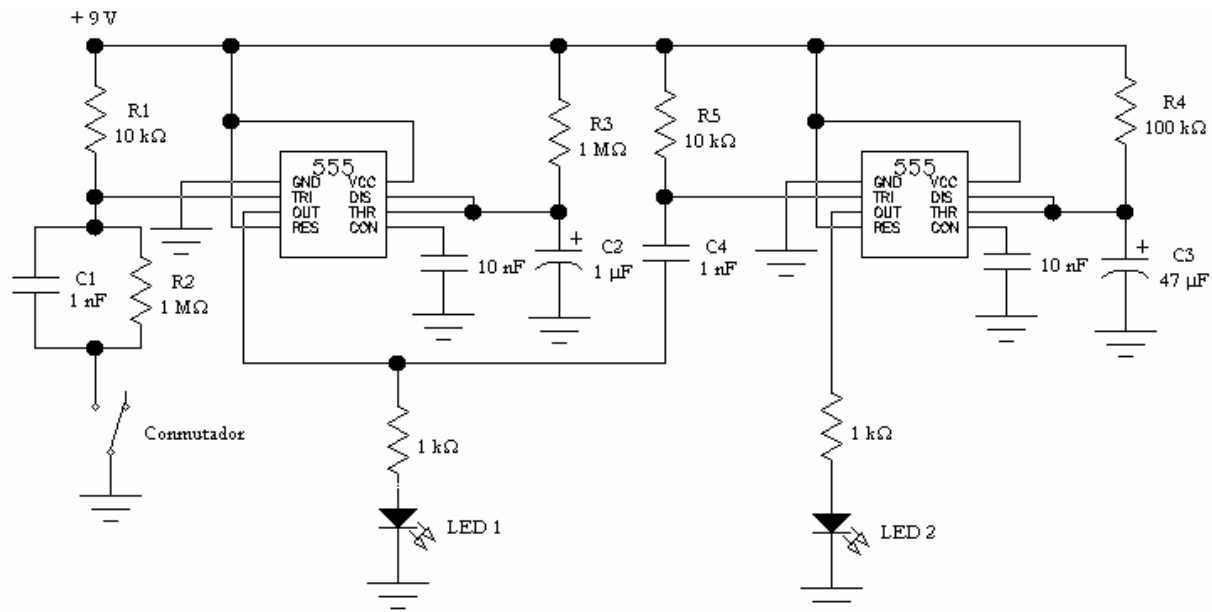


Figura 9

### Problemas especiales

17. Diseñe un oscilador en puente de Wien que permita, mediante un selector, oscilar a 100 Hz, 1 kHz y 10 kHz.
18. Con un temporizador 555, diseñe un oscilador astable con un ciclo de trabajo del 70 % y una frecuencia de oscilación de 500 Hz.
19. Usando un temporizador 555, diseñe un generador de rampa de una frecuencia de 2 kHz, con una onda de salida que esté comprendida entre 3 y 6 Volt.

Nota: En la respuesta a los problemas especiales especifique: los componentes usados y sus tolerancias (valores estándares), un dibujo esquemático y una breve descripción del funcionamiento del circuito (salida).

### Respuestas

1. a) De 35,8 a 361,7 Hz, b) 25,4 Volt pico a pico, c) disminuir el valor de la resistencia de realimentación de 1 kΩ y d) 250 kHz.
2. 159,1 Hz.
3. a) Puede mantenerse una oscilación. Es posible demostrar que  $V_{sal} = A (B V_{sal} - 0) = A B V_{sal}$  donde A es la ganancia a lazo abierto del operacional a la frecuencia de oscilación y  $B = R_2 / (R_1 + R_2)$  es la fracción realimentada. Por lo tanto, si  $AB = 1$ , se puede mantener la oscilación en el tiempo. b) No puede mantenerse una oscilación. También es posible demostrar que  $V_{sal} = A (B V_{sal} - V_{sal}) = A (B - 1) V_{sal}$ . Como B es muy pequeño en comparación a 1, podemos escribir que  $V_{sal} = -A V_{sal}$ . La ecuación anterior indica claramente que no se puede mantener la oscilación en el tiempo, ya que la ganancia en lazo no es igual a uno y el desplazamiento de fase no es cero. c) El filtro en doble T es un

supresor de banda. A la frecuencia de resonancia, la entrada inversora queda prácticamente a tierra como en el circuito de la figura 3-a. Por otro lado, para frecuencias diferentes a la de resonancia, la ganancia es aproximadamente uno y el oscilador se asemeja al circuito de la figura 3-b. Esto explica por que solamente se puede mantener una oscilación a la frecuencia de resonancia del filtro.

4. a)  $I_E = 6 \text{ mA}$  y  $V_{CE} = 14 \text{ Volt}$ , b)  $f = 2,36 \text{ MHz}$ , c)  $B = 0,1$  y d)  $A = 10$ .
5.  $f = 10,4 \text{ MHz}$ .
6. a)  $f = 4,59 \text{ MHz}$ , b)  $B = 0,2$  y c)  $A = 5$ .
7. a)  $B = 0,05$  y b)  $A = 20$ .
8. La frecuencia aumenta en un 1,01%.
9. 398 Hz.
10. 242  $\mu\text{s}$ .
11.  $f = 1,87 \text{ kHz}$  y  $D = 71,4 \%$  en una configuración y  $f = 1,64 \text{ kHz}$  y  $D = 62,5 \%$  en la otra.
12. El diseño se completa con  $R_1 = 24 \text{ k}\Omega$  y  $R_2 = 48 \text{ k}\Omega$  ( $R_2$  es la resistencia de descarga del capacitor).
13. a)  $W_{\min} = 3,71 \mu\text{s}$ ,  $W_{\max} = 8,66 \mu\text{s}$  y b)  $D$  puede variar entre el 3,71 % y el 8,66 %.
14. a)  $W_{\min} = 15,65 \text{ ms}$ ,  $W_{\max} = 22,5 \text{ ms}$  y b) el espacio entre pulsos es de 10,39  $\mu\text{s}$ .
15. La salida es una rampa que va desde 0 a 8 volt en 3,33 ms.
16. Ambos temporizadores trabajan como monoestables. La tensión en Trigger del 555 de la izquierda es de casi 9 Volt hasta que se cierra el conmutador. Cuando esto sucede, se genera un pulso (de aproximadamente 1  $\mu\text{s}$ ) que disminuye la tensión en el pin 2 hasta un valor inferior a 3 Volt. Este pulso dispara el monoestable de la izquierda haciendo que su salida se ponga en alto y se encienda el LED 1 por un período de 1,1 seg. Aunque la salida del 555 de la izquierda está ligada al Trigger del 555 de la derecha, esta no produce un disparo ya que al ponerse en alto sólo genera un pulso positivo que supera los 9 Volt. El disparo sucede cuando la salida del 555 de la izquierda regresa a tierra (apagándose el LED 1), debido a que esto genera un pulso (de aproximadamente 1  $\mu\text{s}$ ) en el pin 2 del 555 de la derecha cuyo pico llega a una tensión menor que 3 Volt. Es entonces cuando se enciende el LED 2 durante un lapso de 5,17 segundos. En conclusión, al cerrar el conmutador se enciende el LED 1 durante 1,1 segundos y, luego de apagarse, se enciende el LED 2 durante 5,17 segundos mas.