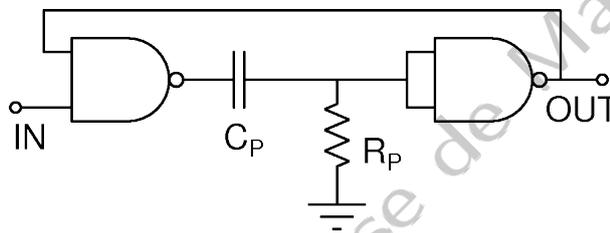


TEMA 5: BOLETÍN DE EJERCICIOS

SENSORES CAPACITIVOS

1. Un monoestable con salida normalmente 0 V responde con un pulso de tensión $+V_{REF}$ y duración T_P ante flancos de subida o bajada en la entrada. El monoestable se coloca a la salida de un oscilador de relajación de periodo $T = \alpha \cdot R \cdot C$, donde R y C forman el núcleo del oscilador. La salida del monoestable se coloca a la entrada de un filtro LP. Determine la relación entre C y la tensión de salida del filtro. ¿Cuál es el mínimo valor de C que se puede medir?
2. En particular, el circuito monoestable es el de la figura. Si las puertas, alimentadas entre 0 y $+V_{REF}$ conmutan en $k \cdot V_{REF}$, con $k = 0,5$, ¿Cuál es el tiempo T_P ?



3. Se desea crear un filtro BP tal que, a partir de una señal cuadrada que oscila entre 0 y V_{REF} , con frecuencia f , se genere una señal sinusoidal a dicha frecuencia. Si la ganancia a frecuencia f es 1, ¿cuál debe ser la atenuación en el siguiente armónico para que la THD¹ de la salida sea menor que el 0,1 %?
4. Determine la relación entre la componente DC y el primer armónico de una señal cuadrada de periodo T y ciclo de trabajo $0 \leq \alpha \leq 1$. Determine la relación entre la componente DC y el primer armónico. Supóngase que, en baja, la señal vale 0 V y, en alta, V_{REF} .
5. Se intenta medir el desfase con comparadores, una puerta XOR y un microcontrolador. En éste, se han implementado dos contadores activados por interrupción: uno se activa con flanco de subida y se termina con flanco de bajada en la señal externa, y el otro se activa a la inversa. En el primer contador, se obtiene un valor de 3656 y, en el otro, 8233. Determine el desfase, y el margen de error en la medida².
6. Diseñe un circuito que mida una capacidad desconocida con una red RC con el método de la carga de un condensador y comparador. En algunos casos, se procura que la relación entre las resistencias del puente resistivo asociado al otro pin del comparador sea 0,6321 : 0,3679. ¿por qué?
7. Se construye un condensador cilíndrico de radios 1 y 2 cm y 4 m de longitud que se coloca en un pozo de agua con el objeto de medir el nivel desde el exterior del pozo. Relacione la capacidad del condensador con la **distancia del nivel de agua a la superficie del suelo**. La permitividad dieléctrica del agua es 80.

¹Total Harmonic Distortion. Grosso modo, se puede entender como la amplitud del primer armónico frente a la de la frecuencia fundamental.

²No tome en cuenta los posibles retrasos en el microcontrolador.

8. Tras unos periodos de lluvias y de fuertes sequías, el sensor muestra una capacidad algo mayor de la prevista. ¿Por qué podría ser?

Para uso de alumnos de la
Universidad Complutense de Madrid
<http://www.ucm.es>

Soluciones

1. $V_{OUT} = \frac{2 \cdot V_{REF} \cdot T_P}{\alpha R} \cdot \frac{1}{C}$. Como $V_{OUT} \leq V_{REF}$, $C \geq \frac{2 \cdot T_P}{\alpha \cdot R}$
2. $T_P = R_P \cdot C_P \ln 2$
3. En una señal cuadrada, el armónico fundamental tiene amplitud $2 \cdot V_{REF}/\pi$, y el armónico más importante, el tercero, tiene amplitud $2 \cdot V_{REF}/3\pi$. Por tanto, debe haber al menos una atenuación de $\frac{1000}{3} = 333,3 \equiv 50,4 \text{ dB}$ a una frecuencia de $3 \cdot f$.
4. $V_{DC} = \alpha \cdot V_{REF}$, $V_1 = \frac{2 \cdot V_{REF}}{\pi} \cdot \sin(\pi \cdot \alpha)$, $\frac{V_1}{V_{DC}} = \frac{2}{\alpha \cdot \pi} \cdot \sin(\pi \cdot \alpha)$
5. Tiempo en alta, proporcional a $3656,5 \pm 0,5$. Tiempo en baja, $8233,5 \pm 0,5$. Periodo, a 11890 ± 1 , desfase medio: $\pi \cdot \frac{3656,5}{11890} = 0,9661\dots$, error relativo: $\sqrt{\left(\frac{0,5}{3656,5}\right)^2 + \left(\frac{1}{11890}\right)^2} = 0,016 \%$
6. Esa relación de resistencias es, en realidad, $(1 - e^{-1}) : e^{-1}$ de tal modo que el tiempo que tarda en conmutar es, directamente, la constante $\tau = R \cdot C$.
7. $C(x) = \frac{2\pi\epsilon_0 \cdot \epsilon_r}{\ln 2} \cdot \left[H - \left(1 - \frac{1}{\epsilon_r}\right) \cdot x \right] = 6,421 \frac{nF}{m} \cdot \left[4 - \frac{79}{80} \cdot x \right] \equiv 25,68 \text{ nF} - 6,34 \cdot x \text{ nF}$.