

PLL (Lazos Enganchados en Fase)

Bosse Esteban 62930, Figari Conrado 64719
Lo Valvo Adrian 62624, Martin Massitti 62623

I. OBJETIVOS

Diseñar e implementar una red PLL que multiplique por 10 con una frecuencia de entrada entre 15KHz y 25KHz, un cita de 0,4, una alimentación de 12v y un filtro de lazo Rc, para luego realizar las mediciones de:

- Rango de sostén y de captura.
- Ganancia de lazo.
- Sobrepasamientos y constante de tiempos.

II. DISEÑO

Utilizamos el circuito de la figura 1 para el diseño e implementación del PLL, con los datos mencionados anteriormente.

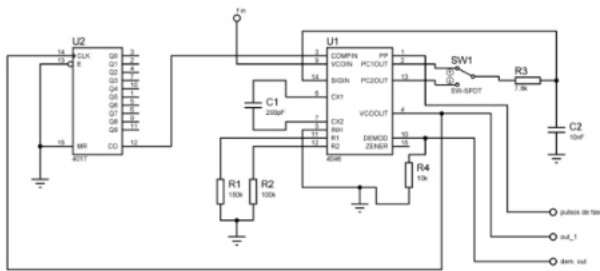


Figura 1. Esquemático

■ Calculo R1, R2 y C1

Teniendo en cuenta los datos de frecuencia y de alimentación del circuito fijamos R2 como 100K Ω y a través de la gráfica de la figura 2 obtenemos el valor de C1 siendo este 180pF. Para la obtención de R1, debemos ver la

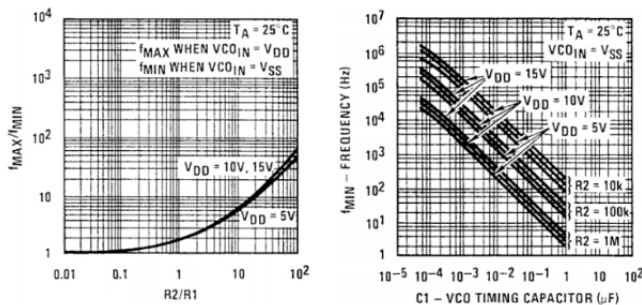


Figura 2. Gráficos obtenidos del DataSheet CD4046

relación entre las resistencias y las frecuencias máximas y mínimas, para luego deducir esta por gráfica, la cual nos da un valor de 142,8 K Ω

■ Calculo R3 y C2

De estos valores depende la característica de la respuesta transitoria del sistema. El diagrama en bloque propuesto

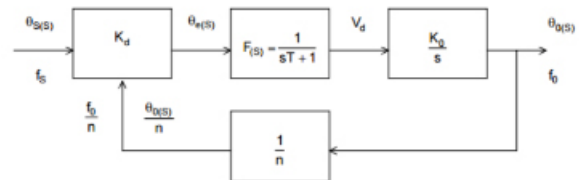


Figura 3. Diagrama en bloque

pertenece al estado estacionario, y aplicando lo aprendido en sistemas de control, logramos obtener la respuesta del sistema.

$$\frac{\theta_o}{\theta_s} = n \frac{\frac{K_o K_D}{nT}}{S^2 + S \frac{1}{T} + \frac{K_o K_D}{nT}} = n \frac{W_n^2}{S^2 + 2\xi W_n S + W_n^2} \quad (1)$$

Operando llegamos a la ecuación:

$$R_3 C_2 = T = \frac{n}{(2\xi)^2 K_o K_D} \quad (2)$$

Se calculan los valores de las ganancias para lograr obtener el valor de resistencia y de capacitancia. Teniendo en cuenta que la salida del comparador es una señal triangular, su ganancia se calcula como:

$$K_D = \frac{V_{DD}}{\pi} \quad (3)$$

La ganancia del VCO se obtiene relacionando la variación de frecuencia respecto de la tensión.

$$K_o = \frac{2\pi(f_{max} - f_{min})}{12} \quad (4)$$

Sabiendo que n es igual a 10 y obtenidas las ganancias, logramos calcular R3 eligiendo a C2 con una capacidad de 10nF. El valor de la resistencia calculado es de 7813 Ω

III. MEDICIONES

Una vez calculado los componentes y diseñado el PLL, procedimos a realizar las mediciones.

■ Rangos de funcionamiento

El PLL puede encontrarse en diferentes estados de funcionamiento. El estado estático es cuando la salida esta sincronizada con la referencia y el estado dinámico cuando no esta sincronizado.

Para medir el rango de captura es necesario mover la

frecuencia a un valor donde el PLL no este sincronizado para que el mismo se sincronice.

Rango de captura = 14,54KHz - 25,32KHz

Para medir el rango de sostén del PLL, se varia la frecuencia a cada extremo siempre y cuando el dispositivo siga enganchado.

Rango de sostén = 7,8KHz - 28,6KHz

■ Ganancia de Lazo

Esta se calcula midiendo los defasajes entre la señal de referencia y la salida del divisor cuando ingresamos una señal cuadrada entre 0v y V_{DD} . Una frecuencia será 20kHz y la otra 21kHz. Para la primera frecuencia el tiempo medido es de 13,6 uS y su periodo es 50 uS. Aplicando la fórmula para calcular el defasaje:

$$\theta = 2\pi \frac{\tau}{T} \quad (5)$$

$$\theta_{20KHz} = 1,7$$

$$\theta_{21KHz} = 1,9$$

Ahora procedemos a calcular la ganancia:

$$\frac{\Delta_w}{\Delta_\theta} = \frac{K_o K_D}{n} = \frac{2\pi(f_{21KHz} - f_{20KHz})}{\theta_{21KHz} - \theta_{20KHz}} \quad (6)$$

Ganancia de lazo = 31315

En la Figura 4 se observan las dos señales aplicadas donde obtuvimos los datos de defasaje:

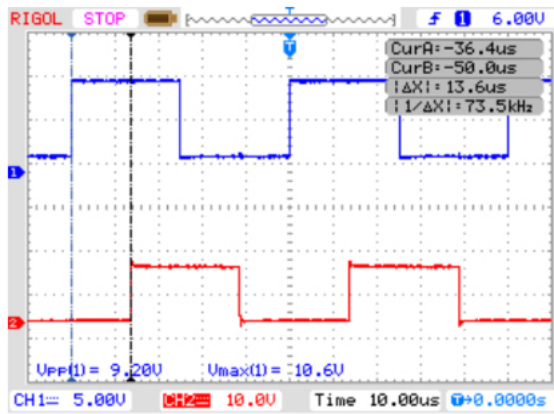


Figura 4. Señales cuadradas

■ Sobrepasamientos y constante de tiempos

Para medirlos es necesario introducir una señal modulada en frecuencia entre el rango de captura del PLL. En La figura 5 podemos observar la forma de la señal que nos permitirá medir los valores de tensión para calcular el cita.

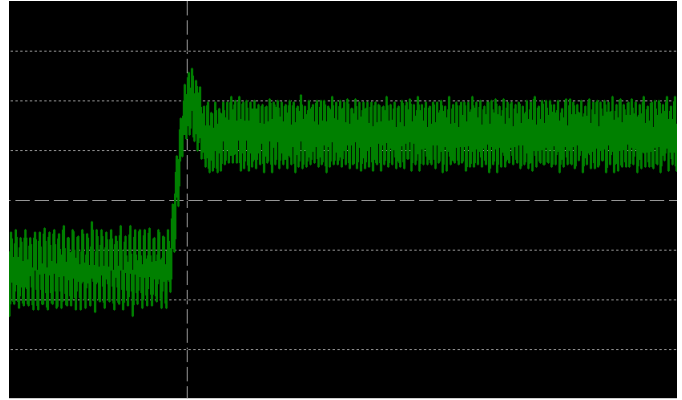


Figura 5. Señal para determinar cita

$$M_p = \frac{66mV}{274mV}$$

A través de un gráfico que relaciona el factor M_p con el ζ logramos determinar este último:

$$\zeta = 0,42$$

Se midió el tiempo de establecimiento, siendo este el tiempo necesario para llegar a un valor menor al 2 o 5 % del valor régimen:

$$t_s = 295 \text{ uS}$$

IV. CONCLUSIÓN

En alusión a la calibración del dispositivo, es necesario utilizar resistores variables y diferentes valores de capacitores para el correcto funcionamiento del mismo ya que al no ser ideales las resistencias y como algunos componentes fueron obtenidos por gráfico, fue difícil poner el PLL a punto. Con respecto a las mediciones, se logró un amplio rango de captura y de sostén como también se obtuvo un cita similar con el cual calculamos los componentes.