

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

Trabajo Práctico N°6:  
Osciladores, PLL y circuitos no lineales  
Teoría de Circuitos - 2019

Grupo 1:

Farall, Facundo David  
Gaytan, Joaquín Oscar  
Kammann, Lucas  
Maselli, Carlos Javier  
Müller, Malena

Profesores:

Jacoby, Daniel Andrés  
Belaustegui Goitia, Carlos  
Iñaki Iribarren, Rodrigo

10 de noviembre de 2019

# Índice

<b>1. Oscilador de Wien</b>	<b>3</b>
<b>2. PLL: Phase Locked-Loop</b>	<b>4</b>
2.1. Introducción	4
2.2. Diagrama en bloques del PLL	4
2.2.1. Comparador de fase	4
2.2.2. Filtro pasabajos	4
2.2.3. VCO: Voltage Controlled Oscillator	4
2.3. Respuesta en frecuencia	5
2.4. Respuesta al escalón	5
2.4.1. Factor de calidad a partir del overshoot	5
2.4.2. Tiempo de establecimiento	5
2.5. Rango de captura y de enganche	5
2.5.1. Rango de captura	5
2.5.2. Rango de enganche	5
2.6. Respuesta transitoria ante distintos filtros	5
2.6.1. $F(s) = 1$	5
2.6.2. Filtro pasa bajos	5
2.6.3. Filtro con un polo y un cero	5
2.7. Implementaciones con PLL	5
2.7.1. Demodulador FM	5
2.7.2. Multiplicador de frecuencia	5
2.8. Conclusiones	5
<b>3. VCO: Voltage Controlled Oscillator</b>	<b>6</b>

## 1. Oscilador de Wien

## 2. PLL: Phase Locked-Loop

### 2.1. Introducción

Un Phase Locked-Loop, mejor conocido como PLL, es un sistema de control cuya señal de salida tiene la misma frecuencia que la señal de entrada y sigue sus variaciones en frecuencia dentro de un rango acotado. El PLL es muy usado en sistemas de comunicaciones, ya que sus principales aplicaciones son de demodulador de FM o PM y como seguidor o sincronizador de señales que temporalmente varían su frecuencia. A continuación se analizarán ciertos comportamientos del PLL y su aplicación como demodulador de FM y como multiplicador de frecuencia.

### 2.2. Diagrama en bloques del PLL

El PLL está formado por tres bloques fundamentales para su funcionamiento: un comparador de fase, un filtro pasabajos y un oscilador controlado por tensión (mejor conocido como VCO y que será estudiado en profundidad en la última sección). Esta distribución en bloques es mostrada en la figura 1.

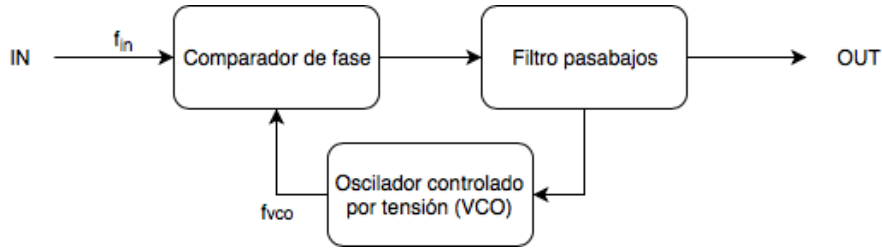


Figura 1: Diagrama en bloques del PLL.

#### 2.2.1. Comparador de fase

Del comparador de fase sale una tensión proporcional a la diferencia de fase entre la señal de entrada y aquella que proviene del VCO. Llamando a la tensión de salida del comparador  $V_1$ , a la ganancia del valor de fase  $K_\phi$  (la expresión que la determina depende de la forma de implementar el comparador) y a la diferencia de fase entre la señal de entrada y la proveniente del VCO  $\Delta_{phi}$ :

$$\begin{cases} V_1 = K_\phi \cdot \Delta_\phi \\ \Delta_\phi = \phi_{in} - \phi_{vco} = \frac{\Delta t}{T} \cdot 2\pi \end{cases} \quad (1)$$

#### 2.2.2. Filtro pasabajos

Este filtro se emplea para que el lazo sea estable. También permite un proceso de captura de frecuencias más rápido, un rango de captura mayor y la respuesta del circuito no es sobre amortiguada. Además, en caso de que se pierda el enganche por interferencias durante el transitorio, el filtro otorga una memoria en el lazo. Por otro lado, la presencia del filtro brinda una ventaja en la demodulación. La señal que sale del comparador de fase ingresará luego al VCO. Si esta señal tiene un ripple, al demodularla puede producir picos no correspondientes a la señal que inicialmente fue modulada.

#### 2.2.3. VCO: Voltage Controlled Oscillator

El VCO es un integrador que genera una frecuencia proporcional a la señal de entrada.

## **2.3. Respuesta en frecuencia**

## **2.4. Respuesta al escalón**

### **2.4.1. Factor de calidad a partir del overshoot**

### **2.4.2. Tiempo de establecimiento**

## **2.5. Rango de captura y de enganche**

### **2.5.1. Rango de captura**

### **2.5.2. Rango de enganche**

## **2.6. Respuesta transitoria ante distintos filtros**

### **2.6.1. $F(s) = 1$**

### **2.6.2. Filtro pasa bajos**

$$F(s) = \frac{1}{\frac{s}{\omega_p} + 1}$$

### **2.6.3. Filtro con un polo y un cero**

$$F(s) = \frac{\frac{s}{\omega_z} + 1}{\frac{s}{\omega_p} + 1}$$

## **2.7. Implementaciones con PLL**

### **2.7.1. Demodulador FM**

### **2.7.2. Multiplicador de frecuencia**

## **2.8. Conclusiones**

### **3. VCO: Voltage Controlled Oscillator**