

# Instituto Tecnológico de Buenos Aires

22.85 - SISTEMAS DE CONTROL

---

## Trabajo de Laboratorio N°1: Phase-Locked Loop (PLL) o Lazo de Enganche de Fase

---

*Grupo 1*

MÁSPERO, Martina	57120
MESTANZA, Joaquín Matías	58288
NOWIK, Ariel Santiago	58309
PANAGGIO VENERANDI, Guido Martin	56214
PARRA, Rocío	57669
REGUEIRA, Marcelo Daniel	58300

*Profesor*

NASINI, Víctor Gustavo

Presentado: xx/09/2019

# Índice

Ejercicio 1: Prelaboratorio	2
Ejercicio 2: factor de amortiguamiento considerando los filtros	2
Ejercicio 3: Transferencia completa	3

## Ejercicio 1: Prelaboratorio

Se pidió analizar distintas transferencias (en la sección Prelaboratorio) del diagrama en bloques del circuito provisto por la cátedra.

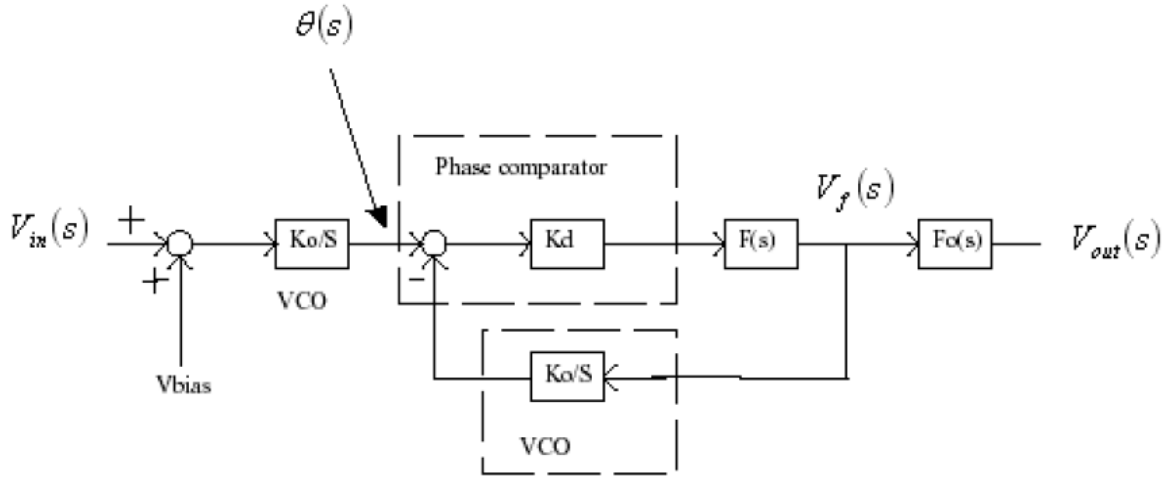


Figura 1: Diagrama en bloques del circuito

### a) Modulador (VCO)

$$\frac{\theta(s)}{V_{in}(s)} = \frac{K_0}{s} \quad (1)$$

### b) Demodulador (PLL)

$$\frac{V_f(s)}{\theta(s)} = \frac{s \cdot K_d \cdot F(s)}{s + K_0 K_d F(s)} \quad (2)$$

### c) Filtros pasabajos: $F_1(s)$ y $F_2(s)$

$$F_1(s) = \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_1}} \quad \text{donde} \quad \omega_1 = \frac{1}{R_5 \cdot C_6} \quad (3)$$

$$F_2(s) = \frac{1 + \frac{s}{\omega_2}}{1 + \frac{s}{\omega_{eq}}} \quad \text{donde} \quad \omega_2 = \frac{1}{R_6 \cdot C_6} \quad \omega_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{\omega_1} + \frac{1}{\omega_2}} \quad (4)$$

### d) $F_0(s)$

$$F_0(s) = \frac{V_{out}(s)}{V_f(s)} = \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_0}} \quad \text{donde} \quad \omega_0 = \frac{1}{R_9 \cdot C_7} \quad (5)$$

## Ejercicio 2: factor de amortiguamiento considerando los filtros

Notar que lo que cambia entre los filtros es  $R_6 = 0$  así que dejamos las expresiones generales.

$$\frac{V_f(s)}{\theta(s)} = \frac{s}{K_0} \cdot \frac{1 + \frac{s}{\omega_2}}{\left(\frac{s}{\omega_n}\right)^2 + 2\frac{\xi}{\omega_n} + 1} \quad (6)$$

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K_d K_0}{C_6 \cdot (R_5 + R_6)}} \quad (7)$$

$$\xi = \frac{R_6 \cdot C_6 \cdot K_d \cdot K_0 + 1}{2 \cdot \sqrt{C_6 \cdot K_d \cdot K_0 \cdot (R_5 + R_6)}} \quad (8)$$

### Ejercicio 3: Transferencia completa

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{V_{out}(s)}{V_f(s)} \cdot \frac{V_f(s)}{\theta(s)} \cdot \frac{\theta(s)}{V_{in}(s)} \quad (9)$$

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_0}} \cdot \frac{1 + \frac{s}{\omega_2}}{\left(\frac{s}{\omega_n}\right)^2 + 2\frac{\xi}{\omega_n}s + 1} \quad (10)$$

## Laboratorio

Tabla 1: Tabla centrada con datos desde "VCO.csv"

#	$DC_{IN}(V)$	$freq_{out}(KHz)$	$K_0(rad/seg/V)$
1	1.033	11.52	70069.98
2	2.0121	254	793165.88
3	3.011	469	978682.8
4	3.9964	649	1020365.14
5	4.9842	800	1008496.5
6	5.9754	930	977903.1
7	6.9438	1040	941057.16
8	7.9499	1149	908109.52
9	8.9434	1200	843059.95
10	9.9123	1200	760653.16

Para las cuentas optamos por el valor que más se mantuvo durante las mediciones del VCO que es de:

$$K_0 = 1Mrad/s/V$$