

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

6 de noviembre de 2019

Índice

1. Oscilador de Wien	3
2. PLL: Phase Locked Loop	4
3. VCO: Voltage Controlled Oscillator	5
3.1. Introducción teórica	5
3.1.1. Distorsión Armónica	5
3.1.2. Jitter	6
3.2. Análisis de circuitos	7
3.2.1. Acondicionamiento lineal de señal	7
3.2.2. Comparador Schmitt Trigger inversor	7
3.2.3. Voltage Controlled Oscillator	7
3.2.4. Conversor triangular a senoidal	7
3.3. Diseño de VCO	7
3.3.1. Especificaciones y etapas	7
3.3.2. Cálculo de componentes	7
3.3.3. Simulación y verificación	7
3.4. Resultados	7
3.4.1. Mediciones	7
3.4.2. Análisis de resultados	7
3.5. Conclusiones	7

1. Oscilador de Wien

2. PLL: Phase Locked Loop

3. VCO: Voltage Controlled Oscillator

Esta sección se propone el diseño de un oscilador de señales senoidales cuya frecuencia pueda ser controlada por una tensión de entrada, de forma tal que para un dado rango de tensiones, se pueda producir la señal deseada que varíe en un rango esperado de frecuencias. En la Fig. 1 se ilustra un esquema general del sistema deseado.

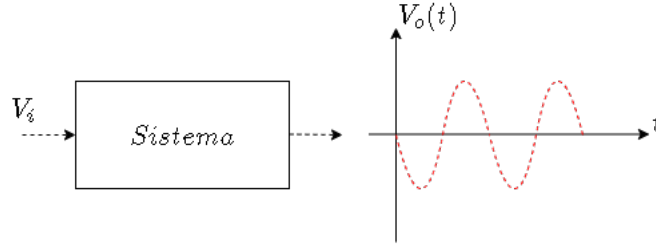


Figura 1: Esquema general del sistema propuesto

3.1. Introducción teórica

El objetivo de esta introducción es establecer las bases teóricas sobre las cuales se construye el análisis desarrollado para el diseño del sistema propuesto. No obstante, se asume que el lector posee una base teórica sobre algunos conceptos, lo cual se irá indicando a lo largo de tal análisis.

3.1.1. Distorsión Armónica

La teoría de series generalizadas de Fourier establece que cualquier señal periódica, es decir una función dada tal que $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ que cumple tener un período fundamental dado $f(t + T) = f(t)$, con T perteneciente a los reales positivos, puede ser proyectada sobre un espacio vectorial descripto por su base ortonormal. En otras palabras, la serie trigonométrica de Fourier como caso particular permite describir un señal periódica como combinación lineal de funciones seno y coseno. Se suele denominar a cada una de estas componentes como armónicos cuyas frecuencias son múltiplos de la frecuencia fundamental, y desde un punto de vista espectral es sencillo observar la distribución de potencia de la señal para cada frecuencia armónica.

$$x(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega_0 t + b_n \sin n\omega_0 t) \quad (t_0 < t < t_0 + T)$$

Figura 2: Series de Fourier

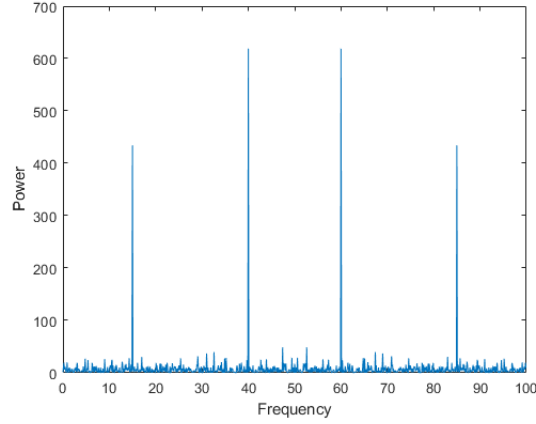


Figura 3: Espectro en frecuencia

La distorsión armónica puede ser entendida como la presencia de armónicos no deseados que en el dominio temporal alteran o distorsionan la forma de onda esperada, esto puede pasar como consecuencia del uso de sistemas no lineales o por el límite físico de ancho de banda que suelen tener los circuitos, aunque no siempre se vuelve apreciable su efecto sobre la eliminación de los armónicos deseados. Así, una señal senoidal pura únicamente contiene su armónico fundamental, y en términos del espectro en frecuencia sólo una componente. Esto permite estudiar la distorsión de tales señales analizando aquellos componentes armónicos no deseados que pueden aparecer, y se utiliza la expresión de la Ec. 1 para cuantificarla. La distorsión total se define como se observa en la Ec. 2.

$$HD_n = \frac{armonico_n}{armonico_{fundamental}} \quad (1)$$

$$THD = \sqrt{\sum_n (HD_n)^2} \quad (2)$$

3.1.2. Jitter

Se define el Jitter como la desviación práctica del período de una señal respecto de su valor teórico esperado. Este es un aspecto a tener en cuenta en el diseño y análisis de osciladores, y puede clasificarse generalmente según si es aleatorio o determinístico.

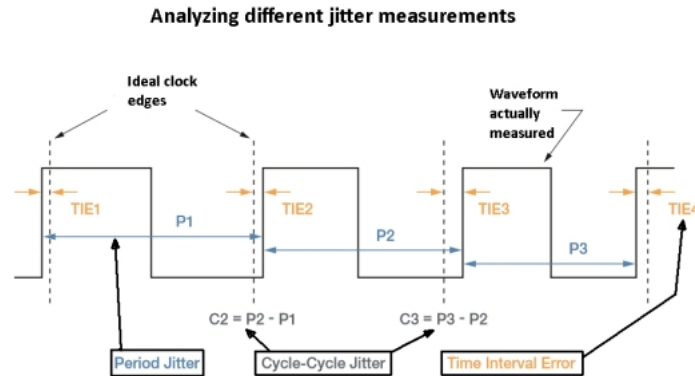


Figura 4: Diagrama del Jitter medido en un período o entre ciclos

El jitter aleatorio corresponde a la desviación del período provocada por el ruido térmico que generan los componentes resistivos en la práctica. Por otro lado, el jitter determinístico consiste en analizar las

posibles desviaciones temporales, ya sea de un período respecto del valor real, así como entre períodos de ciclos consecutivos. Esto puede observarse en la Fig. 4.

3.2. Análisis de circuitos

3.2.1. Acondicionamiento lineal de señal

3.2.2. Comparador Schmitt Trigger inversor

3.2.3. Voltage Controlled Oscillator

3.2.4. Conversor triangular a senoidal

3.3. Diseño de VCO

3.3.1. Especificaciones y etapas

3.3.2. Cálculo de componentes

3.3.3. Simulación y verificación

3.4. Resultados

3.4.1. Mediciones

3.4.2. Análisis de resultados

3.5. Conclusiones