**Universidad Tecnológica Nacional**

**Facultad Regional Buenos Aires**

Logotipo

Descripción generada automáticamente

**Teoría de circuitos II**

**R4001**

**Trabajo práctico de laboratorio N°1**

**Teoría de filtrado moderna**

Autores:

* Albanesi, Tomás Agustín (Leg. Nro. 171.604-9)

Docentes:

* Dr. Ing. Llamedo Soria, Mariano
* Ing. Fuoco, César
* Ing. Pavelek, Israel

22 de junio de 2023

Contenido

[1 Objetivos 3](#_Toc138542935)

[2 Descripción del trabajo práctico de laboratorio 3](#_Toc138542936)

[3 Desarrollo analítico del filtro 4](#_Toc138542937)

[3.1 Plantilla 4](#_Toc138542938)

[3.2 Obtención de orden y factor 5](#_Toc138542939)

[3.3 Síntesis del filtro 7](#_Toc138542940)

[4 Simulación numérica en Python 8](#_Toc138542941)

[5 Simulación circuital en LTSpice 8](#_Toc138542942)

[6 Diagrama en bloques del filtro 8](#_Toc138542943)

[7 Armado del circuito 8](#_Toc138542944)

[7.1 BOM (Bill of materials) 8](#_Toc138542945)

[7.2 Diagrama esquemático 8](#_Toc138542946)

[7.3 Diagrama de PCB 8](#_Toc138542947)

[8 Laboratorio y mediciones 8](#_Toc138542948)

[8.1 Setup de medición 8](#_Toc138542949)

[8.2 Método de medición 8](#_Toc138542950)

[8.3 Medición con generador y osciloscopio 8](#_Toc138542951)

[8.4 Medición con analizador 8](#_Toc138542952)

[9 Datasheets 8](#_Toc138542953)

[10 Conclusiones 8](#_Toc138542954)

[11 Bibliografía 8](#_Toc138542955)

# Objetivos

* Consolidar los conceptos de teoría moderna mediante la implementación circuital.
* Simular e implementar el filtro con componentes activos de precisión.
* Medir las partes de la función transferencia para frecuencias menores a 100 kHz.

# Descripción del trabajo práctico de laboratorio

# Desarrollo analítico del filtro

## Plantilla

Para el caso de mi grupo, seleccionamos la plantilla B:



La cual como se puede observar es un filtro pasa altos.

La plantilla de atenuación para el filtro solicitado es la siguiente:

Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamente

Teniendo en cuenta lo siguiente:

## Obtención de orden y factor

En primer lugar, normalizamos las frecuencias angulares por la frecuencia de paso o corte, es decir, la norma de frecuencia es :

Ahora, debido a que es un filtro pasa altos, aplico el kernel de transformación a los parámetros:

Aplico función de aproximación de Chebyshev al filtro pasa bajos prototipo:

Ahora procedo a calcular el orden del filtro:

Mediante un script en Python (link a jupyter: ), realizamos los cálculos numéricos de esta iteración, lo cual nos muestra el siguiente resultado:

Como con la segunda iteración ya logramos sobrepasar la atenuación mínima solicitada de 20 dB, elegimos que el orden del filtro sea 2.

Por lo tanto, debemos diseñar un filtro Chebyshev de orden 2 y factor .

Comenzamos armando el polinomio de Chebyshev de orden 2:

Ahora realizamos la transferencia:

Ahora reemplazamos por la variable compleja de Laplace:

Entonces:

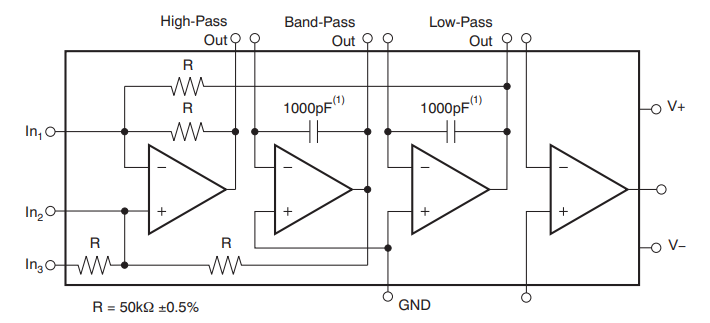
Que es la transferencia del filtro pasa bajos prototipo.

Ahora, para hallar la función transferencia del filtro pasa altos original procedo a realizar la aplicación del kernel de transformación:

Lo cual es la transferencia buscada, es decir, la transferencia del filtro pasa altos de la plantilla solicitada.

## Síntesis del filtro

Para la implementación utilizaremos según lo solicitado el filtro universal integrado UAF42.



El cuál posee las siguientes ecuaciones de diseño:

Diagrama, Dibujo de ingeniería, Esquemático

Descripción generada automáticamente

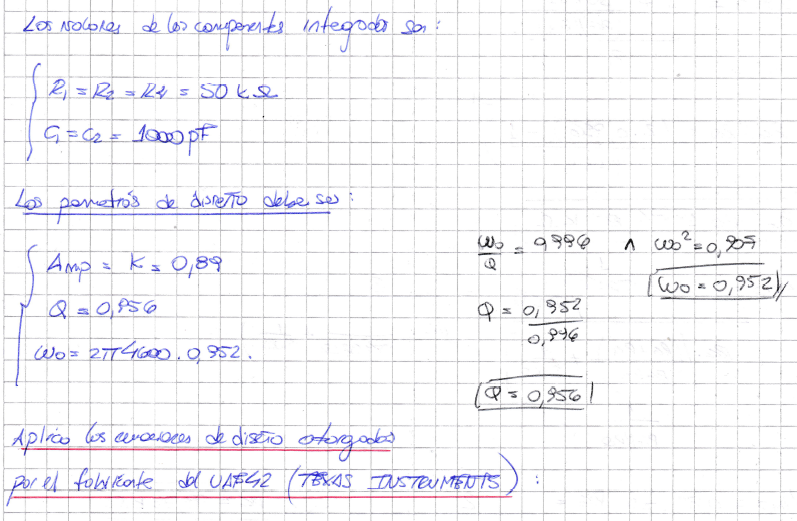


Imagen que contiene pizarrón, texto

Descripción generada automáticamente

Diagrama

Descripción generada automáticamente

Imagen que contiene texto, pizarrón

Descripción generada automáticamente

Imagen que contiene Gráfico

Descripción generada automáticamente

Imagen que contiene Diagrama

Descripción generada automáticamente

# Simulación numérica en Python

La simulación numérica del filtro se encuentra alojada en un jupyter con el siguiente link:

<https://nbviewer.org/github/tomasalbanesi/TC2_2023/blob/master/Laboratorios/TP_Laboratorio_1/Notebooks/TPLab1_Albanesi_SimulacionNumerica.ipynb?flush_cache=true>

Como se puede ver a continuación, en la simulación numérica, el valores del factor y el orden del filtro seleccionado coincide con el calculado de forma teórica.

Texto

Descripción generada automáticamente

A continuación, se muestra el grafico de modulo y fase de la función transferencia del filtro pasa altos (en naranja), comparada con el filtro pasa bajos prototipo (en azul):

Gráfico

Descripción generada automáticamente con confianza baja

Diagrama de polos y ceros:

Gráfico, Diagrama

Descripción generada automáticamente

Retardo de grupo:

Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamente

# Simulación circuital en LTSpice

Ahora procedemos a realizar el circuito utilizando el programa de simulación LTSpice y a realizar las simulaciones correspondientes, en este caso, observar la respuesta en modulo y fase.

El circuito para simular con componentes ideales es el siguiente:

Diagrama, Esquemático

Descripción generada automáticamente

Realizando una simulación con señal de entrada en AC de 1V y llevando a cabo un barrido de frecuencias, con el eje configurado de forma logarítmica, obtenemos los siguientes resultados:

Imagen que contiene Interfaz de usuario gráfica

Descripción generada automáticamenteGráfico de modulo:

Gráfico, Gráfico de líneas

Descripción generada automáticamenteGráfico de fase:

Como se puede observar el filtro diseñado simulado con los componentes teóricos calculados, cumple con la plantilla solicitada.

Ahora simularemos el mismo circuito, pero con los componentes reales a utilizar

# Diagrama en bloques del filtro

# Armado del circuito

## BOM (Bill of materials)

## Diagrama esquemático

## Diagrama de PCB

Si bien el PCB fue realizado en una placa universal, en principio, se realizo el PCB utilizando el software Altium Designer, para probar distintos prototipos y evitar futuros inconvenientes de ubicaciones de componentes:

Una pantalla de un video juego

Descripción generada automáticamente con confianza media

Imagen de la pantalla de un video juego

Descripción generada automáticamente con confianza media

Imagen que contiene circuito

Descripción generada automáticamente

Además, a la plaqueta se le realizo un soporte mecánico para evitar movimientos indeseados durante las mediciones. Finalmente, la plaqueta se realizo de la siguiente forma:

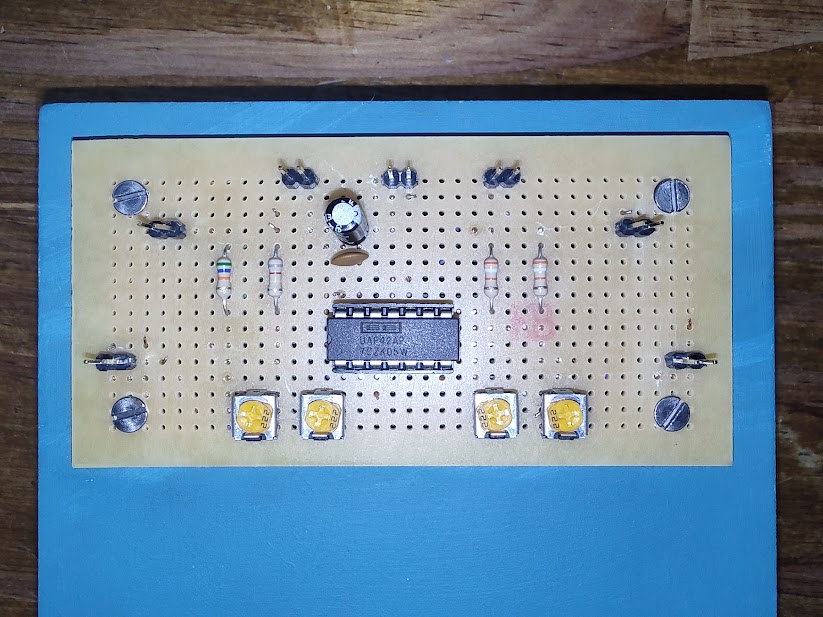


Imagen que contiene circuito

Descripción generada automáticamente

# Laboratorio y mediciones

## Setup de medición

El setup de medición utilizado fue el siguiente:

* 1 generador de señales con una punta
* 1 osciloscopio digital con dos puntas
* 1 multímetro con puntas
* 1 …..

## Método de medición

## Medición con generador y osciloscopio

## Medición con analizador

# Datasheets

# Conclusiones

# Bibliografía