

GUÍA DE DISEÑO DE UN COMPENSADOR EN ADELANTO PARA UN FILTRO PASABANDA COMO COMPLEMENTO DE APRENDIZAJE EN TEORÍA DE CONTROL

DESIGN GUIDE OF A FEEDFORWARD COMPENSATOR FOR A BANDPASS FILTER AS A COMPLEMENT TO LEARNING IN CONTROL THEORY

José Alberto Velasco Cruz¹, Fidel González Playas², Martín Vidal Reyes³,
César Hernández Sánchez⁴, Ruffiar Nicolás Maritza Paola⁵

<https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v7i2.311>

¹Maestría en Pedagogía de las Ciencias Sociales. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Electrónica. jose.velasco@itoaxaca.edu.mx, 951 130 36 27, 68247. <https://orcid.org/0009-0006-0736-591X>.

²Maestría en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ciencias Básicas. fidel.playas@itoaxaca.edu.mx, 951 2179527, <https://orcid.org/0009-0007-9817-6897>.

³Maestría en Educación. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Electrónica. martin.vidal@itoaxaca.edu.mx, 951 2291428, 68000, <https://orcid.org/0009-0009-1361-0645>.

⁴Maestría en ciencias. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Oaxaca, Departamento de Ingeniería Electrónica, cesar.hernandez@itoaxaca.edu.mx, 9511959974, 71730, <https://orcid.org/0009-0002-2890-8099>.

⁵Estudiante de Ingeniería Electrónica. Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Electrónica. 20160459@itoaxaca.edu.mx, 9514639160, 71324, <https://orcid.org/0009-0002-0765-4966>.

Resumen -- La presente investigación propone un módulo para apoyar el aprendizaje de los estudiantes en la materia de control, la complejidad en los alumnos para comprender el uso de los compensadores a los sistemas de control es el punto a considerar en esta investigación, el sistema de control propuesto es un filtro pasabandas con un rango de frecuencias específico al cual se le diseñara un compensador en frecuencia utilizando las gráficas de bode y el procedimiento comentado en el libro de OGATA, el desarrollo del módulo propuesto se corrobora a través del software Multisim, Matlab, y el procedimiento matemático, obteniendo así las características del compensador para llegar a los valores deseados en la compensación, se considera como apoyo a la materia de control debido a que es una guía de como diseñar un compensador en adelanto paso a paso para que el estudiante alcance un proceso metacognitivo.

Palabras Clave: aprendizaje, compensación, diagrama de Bode, filtro, ganancia.

Abstract -- The present investigation proposes a module to support the learning of the students in the subject of control, the complexity in the students to understand the use of the compensators to the control systems is the point to consider in this investigation, the proposed control system It is a bandpass filter with a specific frequency range for which a frequency compensator will be designed using the bode graphs and the procedure discussed in the OGATA book, the development of the proposed module is corroborated through the Multisim software, Matlab, and The mathematical procedure, thus obtaining the characteristics of the compensator to reach the desired values in the compensation, is considered as

support for the control subject because it is a guide on how to design a compensator in advance step by step so that the student reaches a metacognitive process.

Key words – Bode plot, compensation, filter, gain, learning.

INTRODUCCIÓN

La teoría de control ha tenido grandes aportaciones y avances al área de la ingeniería, “se ha convertido en una parte integral de los vehículos espaciales, en los sistemas robóticos, en los procesos modernos de fabricación y en cualquier operación industrial que requiera el control de temperatura, presión, humedad, flujo, etc.” OGATA, por lo cual, es deseable que los ingenieros tengan el conocimiento y el manejo del control en sus diferentes variantes

El control clásico o control convencional es el primero contacto que tienen los estudiantes con la asignatura, se inicia con la introducción de conceptos después se introducen los temas como modelado de sistemas mecánicos, eléctricos, neumáticos, etc. Se continúa con la respuesta a funciones singulares para después compensar su salida con el diseño de compensadores PI, PD, PID y así poder llegar a lo que es la respuesta en frecuencia de los diferentes sistemas y de igual forma diseñar e implementar filtros en adelanto, atraso y adelanto-atraso.

La teoría de control moderna se basa en el análisis en el dominio temporal de los sistemas de ecuaciones diferenciales OGATA, esta teoría facilitó el modelaje de los sistemas ya que es más real. Sin embargo, la

estabilidad del sistema tiene afectaciones y es aquí donde se puede aplicar el control robusto que para analizarlo se requiere un análisis más riguroso.

Llevar la teoría de control a las aulas es de gran importancia para los ingenieros y los futuros ingenieros por lo que contar con un apoyo que facilite el proceso de enseñanza aprendizaje tendrá un impacto en el conocimiento cognitivo, la falta de visualización previa de las acciones de control dificulta el entendimiento del propósito al cual se quiere llegar, lo que nos lleva a nuestro objetivo el cual es diseñar un módulo didáctico que facilite el entendimiento del alumno sobre la teoría de control.

Se han implementado otros métodos para la enseñanza-aprendizaje de la teoría de control como el diseño de una actividad para un curso de control automático basada en modelización matemática GUZMÁN 2019 en el cual propone una metodología basada en un recorrido de estudio e investigación (REI) priorizando el desarrollo de tres etapas para el control de la velocidad de un motor y establece una relación entre lo matemático y no matemático a través de su actividad, esto apunta a una enseñanza teórica y práctica. El módulo didáctico propuesto en este escrito lleva al alumno a una visualización de lo que se quiere lograr al aplicar la teoría de control en aula, logrando así, un aprendizaje significativo.

En el desarrollo del módulo esta creado para un filtro pasa bandas que es considerado como la planta o sistema trabajar, el mismo está diseñado para trabajar en frecuencias de 15.31Hz a 743.83Hz, se analiza su respuesta en bode para conocer las características del sistema y así, diseñar e implementar el compensador en adelante.

DESARROLLO Metodología.

1.- Creación del filtro pasa-bandas.

En un filtro pasa-bandas se manejan principalmente dos configuraciones, pasivo y activo; el filtro pasivo es aquel que está diseñado y compuesto solo por resistencias y condensadores y no amplifica la señal de entrada, por el contrario, el filtro activo está diseñado y compuesto por resistencias, condensadores y un amplificador operacional, el cual permite amplificar y desfasar la señal de entrada. Primero se diseñó un filtro pasa-bandas basado en el U741, en este caso las frecuencias de corte son 15.31 Hz y 743.83 Hz.

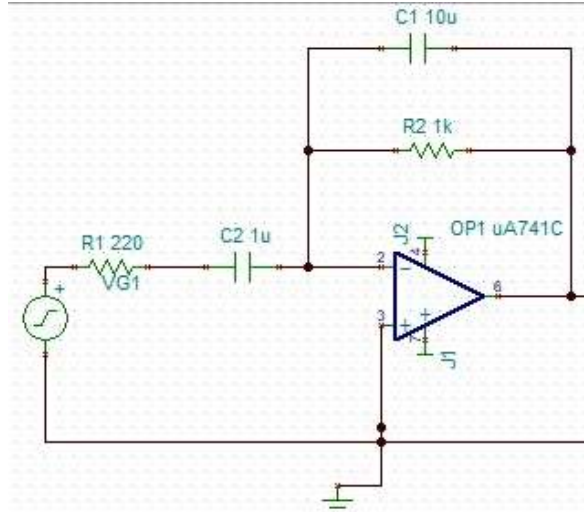


Figura 1. Filtro pasabandas.

Para analizar el diagrama de bode es necesario calcular la función de transferencia. Con la finalidad de simplificar la obtención de la función de transferencia, se utilizará un enfoque de impedancias como se muestra en la figura 2.

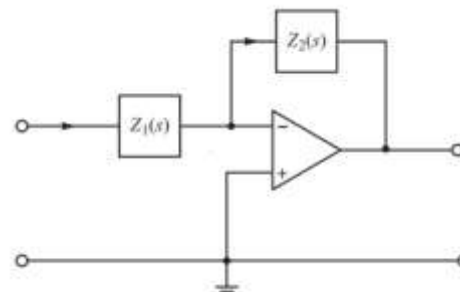


Figura 1. Enfoque de impedancias.

En la ecuación 1 se tiene la forma simplificada para calcular la función de transferencia, se procede a calcular Z_1 y Z_2 con las ecuaciones 2 y 3.

$$\frac{V_o(s)}{V_i(s)} = -\frac{Z_1(s)}{Z_2(s)} \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde

$V_o(s)$: Voltaje de salida

$V_i(s)$: Voltaje de entrada

$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{C_1 S} = \frac{1+R_1 C_1 S}{C_1 S} \quad \text{Ec. (2)}$$

$$Z_2 = \frac{R_2 \cdot \frac{1}{C_2 S}}{R_2 + \frac{1}{C_2 S}} = \frac{\frac{R_2}{C_2 S}}{\frac{1+R_2 C_2 S}{C_2 S}} = \frac{R_2}{1+R_2 C_2 S} \quad \text{Ec. (3)}$$

Se calcula la función de transferencia

$$G(s) = -\frac{\frac{R_2}{1+R_2 C_2 S}}{\frac{1+R_1 C_1 S}{C_1 S}} = \frac{R_2 C_1 S}{1+R_1 C_1 S+R_2 C_2 S+R_1 R_2 C_1 C_2 S^2} \quad \text{Ec. (4)}$$

Ahora se procede a sustituir los valores de los componentes usados. Por lo tanto, la función de transferencia de este filtro queda como:

$$G(s) = \frac{1ms}{2.2\mu s^2 + 10.22ms + 1} \quad \text{Ec. (5)}$$

Con esta función de transferencia, se grafica el diagrama de Bode.

```

1 %Función de transferencia filtro
2 a=[-0.001 0];
3 b=[0.0000022 0.01022 1];
4 w=tf(a,b)
5

```

Figura 3. Código en Matlab para el filtro.

Se obtiene la siguiente gráfica donde se muestra la gráfica de magnitud y la de fase.

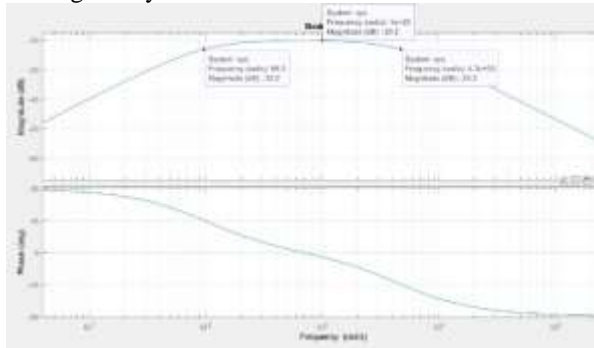


Figura 4. Diagrama de Bode del filtro en Matlab.

Como se observa en la figura 4, la gráfica de magnitud no cruza por cero, por lo tanto, no se puede calcular un margen de fase.

2.- Filtro con amplificador para ajustar la ganancia.

Para el diseño de un compensador en adelante, es necesario que la respuesta en frecuencia del filtro sobrepase una ganancia de 0dB. Para lograr esta ganancia, se agrega otro amplificador calculando la ganancia para subir la magnitud en dB.

Este proceso se realiza colocando un amplificador operacional con dos resistencias como se muestra en la siguiente imagen.

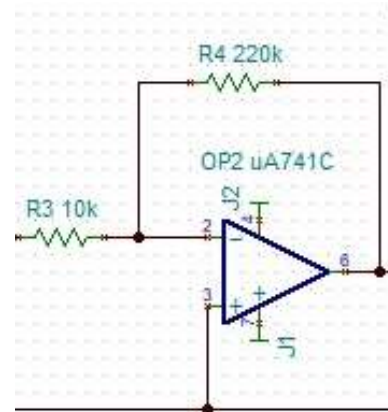


Figura 5. Amplificador.

El nuevo diseño del circuito queda como se muestra en la siguiente imagen.

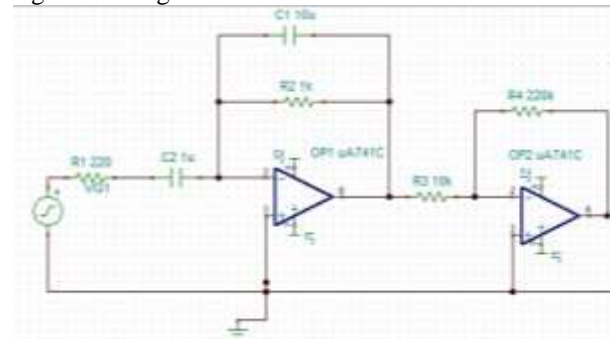


Figura 6. Filtro con amplificador.

Nuevamente se calcula la función de transferencia.

$$FT = \left(-\frac{R_2 C_1 S}{1 + R_1 C_1 S + R_2 C_2 S + R_1 R_2 C_1 C_2 S^2} \right) \left(-\frac{R_4}{R_3} \right) = \frac{R_2 R_4 C_1 S}{(R_1 R_2 C_1 C_2 R_3) S^2 + (R_1 C_1 R_3 + R_2 C_2 R_3) S + 1} \quad \text{Ec. (6)}$$

```

1 %Función de transferencia filtro
2 a=[-0.001 0];
3 b=[0.0000022 0.01022 1];
4 w=tf(a,b)
5
6 %Función de transferencia Amplificador
7 c=[-22000];
8 d=[1000];
9 m=tf(c,d)
10 r=w*m

```

Figura 7. Código en Matlab para el filtro con amplificador.

En la figura 8 se muestra el diagrama de Bode del filtro con ajuste de ganancia, en este ya existe un cruce por cero.

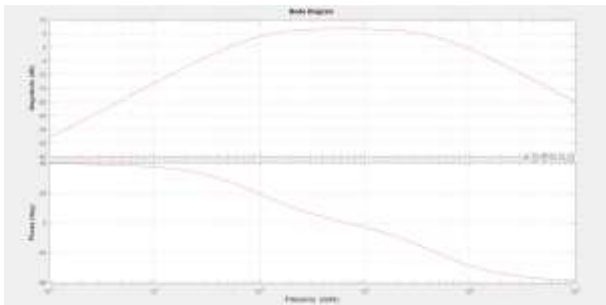


Figura 8. Diagrama de Bode del filtro con amplificador.

3.-Diseño del compensador en adelante.

En este punto ya se puede aplicar un compensador al sistema inicial. Primero, se realizó el siguiente circuito compuesto por amplificadores operacionales, capacitores y resistencias:

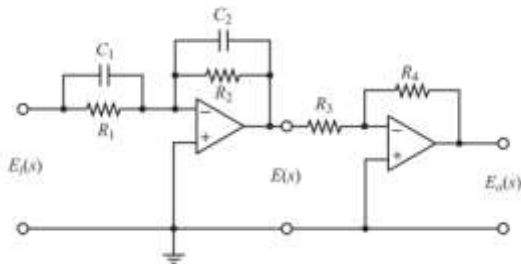


Figura 9. Compensador.

Para el diseño del compensador en adelante se siguieron los siguientes pasos.

1. Primero se debe fijar un margen de fase deseado al que se quiere llegar después de la compensación.

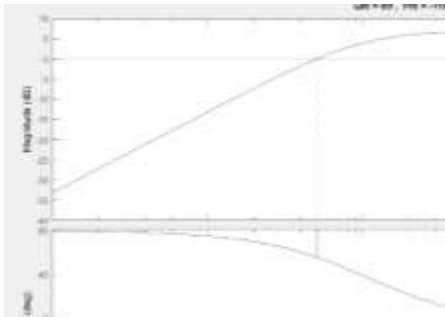


Figura 10. Margen de fase de la planta.

Se calculó el margen de fase, como se muestra en la imagen 10, y se obtiene una medición de 118°.

M_ϕ del filtro: 118°

M_ϕ deseado: 145°

$$145^\circ - 118^\circ = 27^\circ$$

2. Determinar el ángulo de adelanto de fase que es necesario que se añada al sistema. Incremente un adelanto de fase adicional de 5° a 12° al ángulo de adelanto de fase requerido.

$$27^\circ + 12^\circ = 39^\circ$$

3. A continuación, se calcula el factor de atenuación.

$$\alpha = \frac{1 - \sin(39)}{1 + \sin(39)} = 0.23 \quad \text{Ec. (7)}$$

$$20 \log\left(\frac{1}{\sqrt{0.23}}\right) = 6.38 \text{ dB} \quad \text{Ec. (8)}$$

4. Buscar a qué frecuencia se tienen esos 6.38 dB.

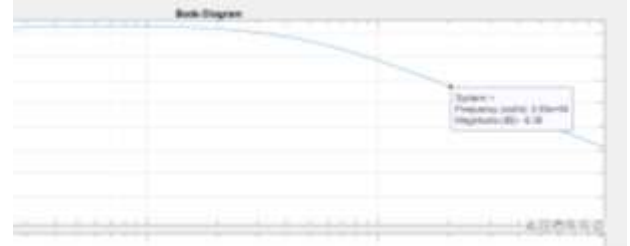


Figura 11. Localización de 6.38 dB en diagrama de Bode.

Es a una frecuencia de 20.3 krad/s.

5. Calcular el cero y el polo del compensador con las ecuaciones 9 y 10 respectivamente.

$$\frac{1}{T} = (\sqrt{0.23})(20.3 \text{ krad/s}) = 9.74 \text{ k} \quad \text{Ec. (9)}$$

$$\frac{1}{\alpha T} = \frac{20.3 \text{ krad/s}}{(\sqrt{0.23})} = 42.33 \text{ k} \quad \text{Ec. (10)}$$

6. Se obtiene la función de transferencia del compensador:

$$\frac{E_o(s)}{E_i(s)} = \frac{R_2 R_4 R_1 C_1 s + 1}{R_1 R_3 R_2 C_2 s + 1} = \frac{R_4 C_1}{R_3 C_2} = \frac{s + \frac{1}{R_1 C_1}}{s + \frac{1}{R_2 C_2}} \quad \text{Ec. (11)}$$

$$= K_c \alpha \frac{T s + 1}{\alpha T s + 1} = K_c \frac{s + \frac{1}{T}}{s + \frac{1}{\alpha T}} \quad \text{Ec. (12)}$$

Sustituyendo valores:

$$G_c(s) = 4.35 \frac{s + 9.74 \text{ k}}{s + 42.33 \text{ k}} \quad \text{Ec. (13)}$$

El circuito del compensador se muestra en la figura 8:

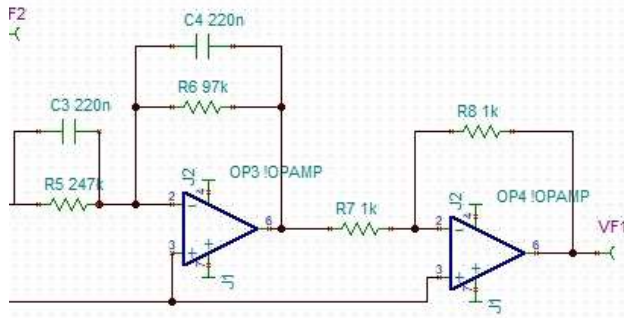


Figura 12. Circuito del compensador.

7. Con la función de transferencia se grafica en Matlab, utilizando el código de la figura

```
12 %Compensador|
13 - k=[4.35];
14 - num=[1 9740];
15 - den=[1 42330];
16
```

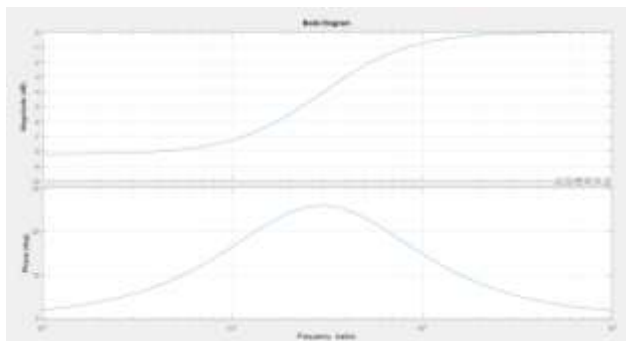


Figura 13. Diagrama de Bode del compensador.

7. Multiplicar el compensador por el sistema inicial. Se tiene:

$$G_C(s)G(s) = 3.7 \frac{S+9.74k}{S+42.33k} \frac{22s}{2.2ms^2+10.22s+1k} \text{ Ec. (14)}$$

$$G_C(s)G(s) = \frac{95.7s^2 + 932118s}{0.0022s^3 + 103.32s^2 + 433000s + 42.33M} \text{ Ec. (15)}$$



Figura 14. Multiplicación con bloques del compensador y el sistema inicial.

Sistema final compensado.

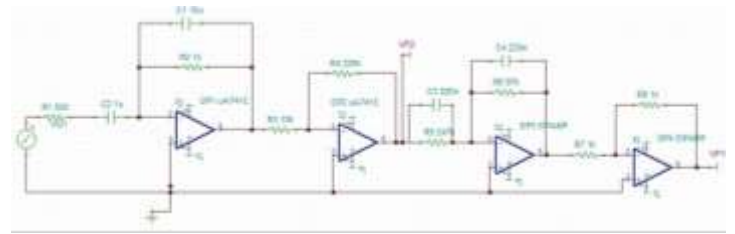


Figura 15. Sistema final.

```
1 %Función de transferencia filtro
2 - a=[-0.001 0];
3 - b=[0.0000022 0.01022 1];
4 - w=tf(a,b)
5
6 %Función de transferencia Amplificador
7 - c=[-22000];
8 - d=[1000];
9 - m=tf(c,d)
10 - r=w*m
11
12 %Compensador|
13 - k=[4.35];
14 - num=[1 9740];
15 - den=[1 42330];
16
17 - con=tf(k*num,den)
18 - fir=r*con
19 - hold on
20 - bode(fi)
21 - bode(r)
22 - %bode(r)
23 - %margin(fi)
```

Figura 16. Sistema final.

Con este código se grafica el diagrama de bode del sistema inicial y el diagrama de Bode del sistema compensado. En la figura 17 la línea azul es la planta y la línea roja corresponde al sistema compensado.

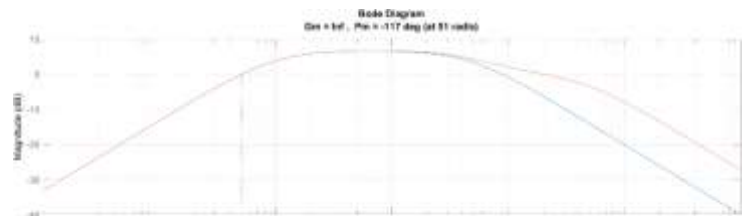


Figura 17. Diagrama de Bode final.

En la figura 17 se observa gráficamente la función del compensador, el cual desplaza el cruce por cero hacia la derecha.

Si se tiene en cuenta que la adición de un compensador de adelanto modifica la curva de magnitud en el diagrama de Bode, se ve que la frecuencia de cruce de ganancia se desplazará hacia la derecha. (Ogata, 2010).

Resultados.

Comprobación ganancia de la planta.

Para observar cómo funciona el filtro y cuál es su ganancia, se utiliza un simulador. Con ayuda de un osciloscopio se ven las señales de entrada y de salida. En este caso la señal amarilla es la de entrada y la azul es de salida.

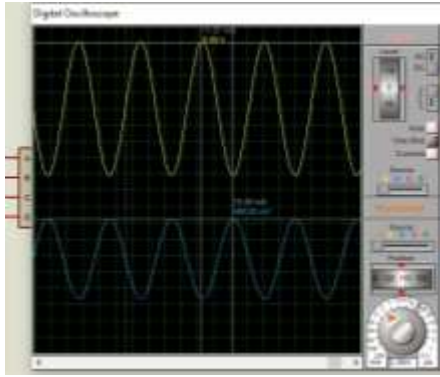


Figura 18. Simulación del filtro en Proteus.

Para calcular la ganancia se utiliza la siguiente fórmula:

$$G = 10^{\frac{-20.2}{20}} = 0.097 \quad \text{Ec. (16)}$$

Señal de entrada= 5V

Señal de salida=(G)(Entrada)= (0.097)(5) =0.489mV.

Estos valores son los que aparecen en la simulación, de esta forma se comprueba que el filtro tiene esa ganancia.

Comprobación del sistema compensado.

A continuación, se muestran los resultados del filtro y del sistema compensado, para esto se colocó una señal de entrada y se realizaron pruebas a 5 frecuencias diferentes para comprobar el funcionamiento de la planta y del sistema compensado.

Primero se ubicó un punto en el diagrama de Bode, y con eso se obtiene la frecuencia angular, en este caso se realizó la conversión a Hz.

$$\omega = 2\pi f \therefore f = \frac{\omega}{2\pi} \quad \text{Ec. (17)}$$

Las frecuencias utilizadas (en Hertz) fueron: 118, 191, 422, 667 y 937.

En el simulador, con un generador de señales se configuró una señal de 3V y las frecuencias previamente mencionadas. Con el osciloscopio se comprobó la ganancia. Con la ecuación 18.

$$G = 10^{\frac{dB}{20}} \quad \text{Ec. (18)}$$

Frecuencia: 118 Hz

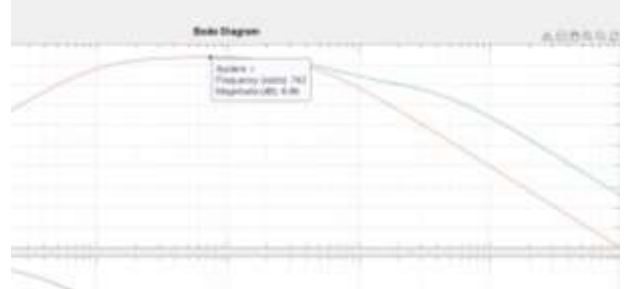


Figura 19. Diagrama de Bode Frecuencia: 118 Hz

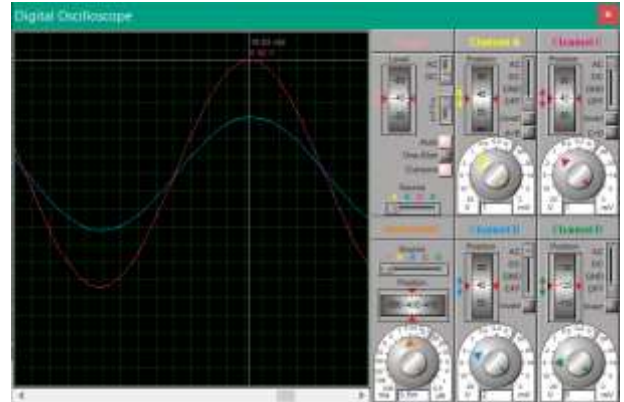


Figura 20. Simulación Frecuencia: 118 Hz.

Frecuencia: 191 Hz

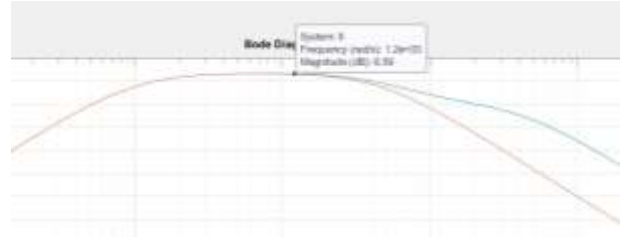


Figura 21. Diagrama de Bode Frecuencia: 191 Hz

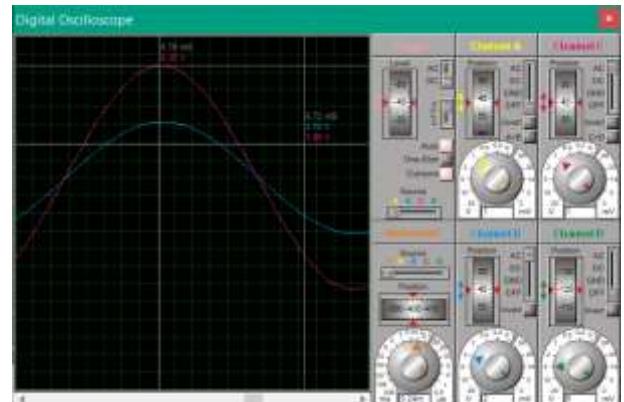


Figura 22. Simulación Frecuencia: 191 Hz.

Frecuencia: 422 Hz

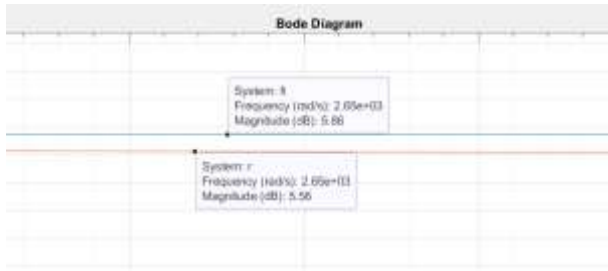


Figura 23. Diagrama de Bode Frecuencia: 422 Hz

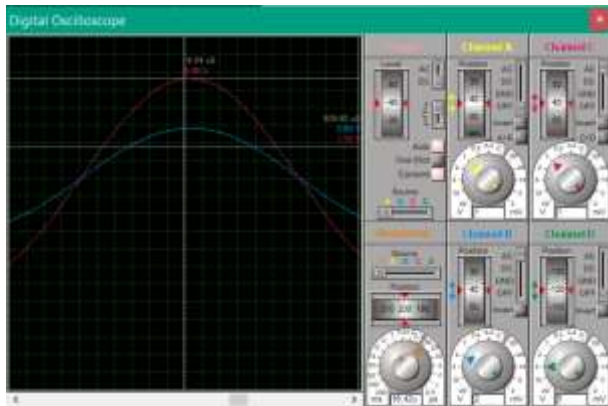


Figura 24. Simulación Frecuencia: 422 Hz

Frecuencia: 667Hz.

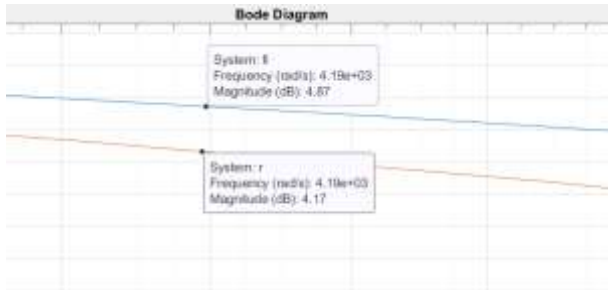


Figura 25. Diagrama de Bode Frecuencia: 667 Hz

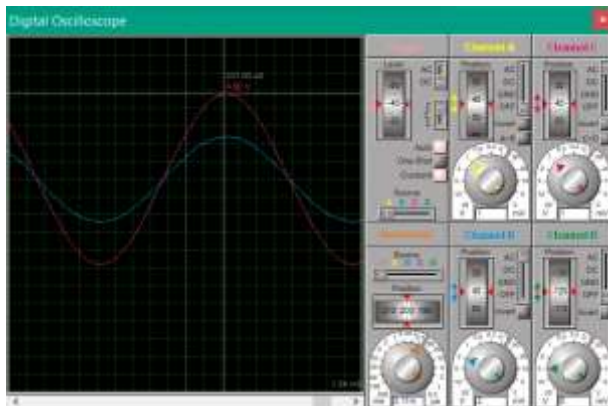


Figura 26. Simulación Frecuencia: 667 Hz

Frecuencia: 937 Hz

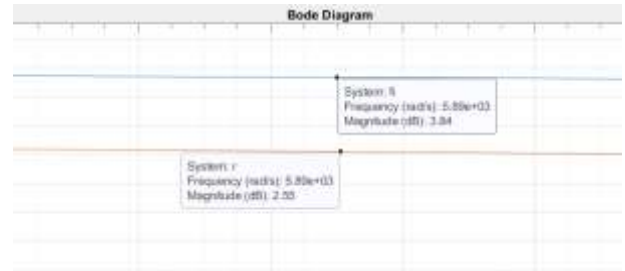


Figura 27. Diagrama de Bode Frecuencia: 937 Hz

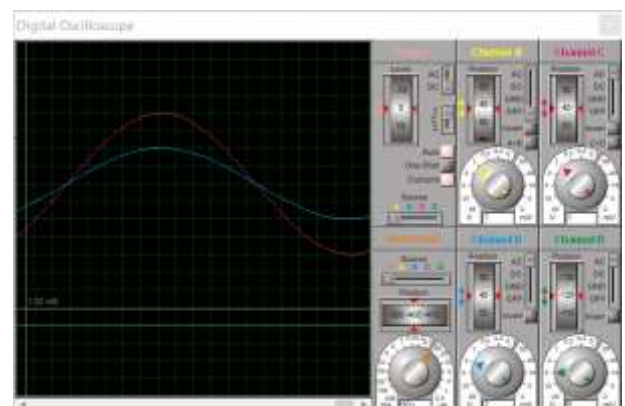


Figura 28. Simulación Frecuencia: 937 Hz

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la tabla 1 se concentran los datos obtenidos del sistema inicial, en la tabla 2 se muestran los datos del sistema compensado.

Tabla 1. Datos de la planta.

Frecuencia (Hz)	Ganancia (dB)	Voltaje de salida ideal (V)	Voltaje de salida real (V)
118	6.66	6.45	6.4
191	6.59	6.39	6.30
422	5.56	5.69	5.65
667	4.17	4.84	4.8
937	3.84	4.66	4.0

Tabla 2. Datos de Sistema compensado.

Frecuencia (Hz)	Ganancia (dB)	Voltaje de salida ideal (V)	Voltaje de salida real (V)
118	6.66	6.45	6.40
191	6.59	6.39	6.35
422	5.86	5.89	5.70
667	4.87	5.25	4.88
937	2.55	4.02	4.0

La realización de compensadores en adelanto en frecuencia se ve aplicado a distintos sistemas con la finalidad de mejorar su respuesta tanto en frecuencia como al escalón, como se puede apreciar en (Orlando, S.V.) en donde se aprecia el diseño de un compensador en adelanto, pero aplicado a un motor de cd, en el cual se observa la mejora de la respuesta al escalón mejorando su desplazamiento. Así mismo en (Quintero, 2020) se diseña un módulo de control en adelanto- atraso como herramienta de aprendizaje en la teoría de control, en el cual se describe a detalle cada uno de los pasos necesarios para la creación de un compensador en adelanto y atraso comprobando la funcionalidad de este. En otra investigación (Sánchez, 2024) se puede observar el diseño de un compensador en adelanto el cual se aplica a la modificación de los tiempos característicos, es decir, al tiempo de asentamiento, el tiempo pico, el máximo sobre impulso y el tiempo de levantamiento, dichos tiempos son cruciales para mejorar el comportamiento a la respuesta escalón.

CONCLUSIONES

Un filtro pasa bandas es una combinación de un filtro pasa bajas y pasa altas. Es muy útil cuando necesitamos trabajar con frecuencias específicas y eliminar el resto. En un filtro de este tipo hay 3 parámetros importantes a considerar: la frecuencia central y las frecuencias de esquina.

Para modificar nuestro sistema inicial se puede acudir a la compensación. En este proyecto se realizó una compensación de adelanto. Esto nos sirve cuando requerimos mejorar la estabilidad de nuestro sistema y adelantarlo el grado de desfase de nuestra salida respecto a la entrada. Existen otros métodos para realizar la compensación, pero en este caso se utilizó el análisis de frecuencia.

Con ayuda de los diagramas de Bode, se eligió un nuevo margen de fase y a partir de eso se calcularon los demás parámetros y valores de componentes del compensador.

Como trabajo futuro se realizará la compensación en adelanto-atraso y asociarlo con python en el que se modificaran las frecuencias de esquina. Otra investigación que está en puerta es la de adicionar la retroalimentación al circuito de esta investigación considerando un sumador inversor con el CIUA741.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Ogata, K.: “Ingeniería de control moderna”. Pearson Educación, S.A., Madrid, 2010.
 [2] Ríos-Bolívar, A.: “Controller synthesis with compensation AW and performance in H2/H ∞ ”. Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia., Vol. 30, No. 3 (2007), 263-272.

[3] Kuo, B. “Sistemas de control automático”. Prentice Hall, México, 1996.
 [4] Hernández, G. (2010) “Introducción a los sistemas de control: Conceptos, aplicaciones y simulación con MATLAB” Primera edición PEARSON EDUCACIÓN, México, ISBN: 978-607-442-842-1
 [5] Dogruer, T., & Tan, N.: “Lead and lag controller design in fractional-order control systems”. Measurement and Control, (2019).
 [6] Quintero, J., Bermúdez, C., Coronel M., (2020). Diseño y construcción de un módulo de control analógico tipo adelanto-atraso como herramienta de aprendizaje en la teoría de control, Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. Vol. 43, pp. 156-157.
 [7] Ziegler, J. G., and N. B. Nichols, «Optimum Settings for Automatic Controllers», ASME Trans. 64 (1942), pp. 759-768.
 [8] Biran, A. & Breiner, M. (1995) MATLAB for engineers, Addison-Wesley.
 [9] Ashish, T., Modern control design with MATLAB & Simulink, John Wiley & Sons Ltd., 2002.
 [10] Lewis, P. H. & Yang, Ch. (1999) Sistemas de control en ingeniería, Prentice Hall.
 [11]Rodríguez, A. (1998) Introducción a la ingeniería de control automático, McGraw-Hill.
 [12]Dorf, R. & Bishop, R.(1998) “Ingeniería de control moderna”.PEARSON Prentice Hall, México 1998.
 [13] Orlando, S. V., & rosario, l. o. m. diseño de un compensador en adelanto por medio del criterio de estabilidad de bode para controlar el desplazamiento de un motor de cd.
 [14] Quintero-Rojas, J., Bermúdez, C., & Coronel, M. (2020). Diseño y construcción de un módulo de control analógico tipo adelanto-atraso como herramienta de aprendizaje en la teoría de control. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, 43(3), 150-158.
 [15] Sánchez, C. H., Playas, F. G., Domínguez, C. M. L., Gómez, M. C., & Cruz, P. M. S. (2024). Diseño de un compensador de adelanto para un circuito RLC sub-amortiguado a través del análisis LGR para la modificación de sus tiempos característicos. REVISTA IPSUMTEC, 7(2), 11-19.

ROLES DE CONTRIBUCIÓN

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Fidel González Playas
Curación de datos	Maritza Paola Ruffiar Nicolás / Cesar Hernández Sánchez
Metodología	José Alberto Velasco Cruz
Administración del proyecto	José Alberto Velasco Cruz

Recursos	Cesar Hernández Sánchez / José Alberto Velasco Cruz
Software	Maritza Paola Ruffiar Nicolás / Fidel González Playas
Supervisión	José Alberto Velasco Cruz
Validación	Martin Vidal Reyes
Visualización	Fidel González Playas
Redacción	Martin Vidal Reyes
Redacción	Martin Vidal Reyes



Esta obra está bajo
 una licencia internacional
 Creative Commons Atribución 4.0.