



Ingeniería Eléctrica

FACULTAD DE CIENCIAS  
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Fundamentos de control de sistemas (EL4111-1)

Clase auxiliar 10

Prof. Roberto Cardenas Dobson

Prof. Aux. Osvaldo Jimenez - Erik Sáez

Ayudantes. Simon Arenas- Juan Pablo Baez - Francisco Garces  
- Sofia Ibarra

1. En la tabla 1 se muestran los datos del diagrama de bode de una planta, es decir, magnitud, fase y frecuencia. Se pide encontrar un controlador con frecuencia de cruce  $\omega_c$  de 14 [rad/s] y un margen de fase de  $40^\circ$ . El controlador debe poder asegurar C.E.E.E. para una entrada escalón.

Para realizar esto se le pide:

1. Encontrar la fase y magnitud de la planta conociendo la frecuencia de corte.
2. Diseñe un controlador PI que cumpla las especificaciones.
3. Cree un nuevo controlador del tipo malla que permita cancelar un polo de la planta.
4. ¿Cuál es el máximo retardo que puede tener la planta controlada antes que se vuelva inestable?

Magnitud	Fase	Frecuencia
0,705649	-8,91894	1,098541
0,70181	-10,7241	1,325711
0,696331	-12,8739	1,599859
0,688575	-15,4196	1,930698
0,677729	-18,41	2,329952
0,662813	-21,8844	2,811769
0,64275	-25,8616	3,393222
0,61654	-30,3271	4,049415
0,583527	-35,2205	4,941713
0,54372	-40,4292	5,963623
0,498025	-45,7944	7,196857
0,448235	-51,132	8,685114
0,396708	-56,2624	10,48113
0,345869	-61,0388	12,64855
0,297748	-65,3643	15,26418
0,253731	-69,1928	18,4207
0,214537	-72,5213	22,22996
0,180341	-75,3758	26,82696
0,150954	-77,7994	32,37458
0,125971	-79,8422	39,0694
0,104898	-81,5552	47,14866
0,087218	-82,9864	56,89686
0,072442	-84,1791	68,66488
0,060215	-85,1714	82,6428
0,049878	-85,9958	100

Cuadro 1: Datos de magnitud, fase y frecuencia

2. Se tienen dos plantas  $G_1(s)$  y  $G_2(s)$  operando en una fábrica. Dependiendo de lo que se desee producir, se deben utilizar dos modos de operación: Modo 1: Sólo está en funcionamiento  $G_1(s)$ . Modo 2: Se encuentran  $G_1(s)$  y  $G_2(s)$  trabajando en serie ( $G_1(s) \cdot G_2(s)$ ). Se tiene la información en frecuencia de ambos modos:

Frecuencia (rad/s)	Modo 1		Modo 2	
	Magnitud	Fase (grados)	Magnitud	Fase (grados)
0.0100	1.0000	-0.5729	0.0049	89.1405
0.0137	0.9999	-0.7870	0.0068	88.8193
0.0188	0.9998	-1.0812	0.0094	88.3780
0.0259	0.9997	-1.4853	0.0129	87.7719
0.0356	0.9994	-2.0401	0.0177	86.9394
0.0489	0.9988	-2.8017	0.0244	85.7965
0.0672	0.9977	-3.8464	0.0335	84.2282
0.0923	0.9958	-5.2772	0.0459	82.0784
0.1268	0.9920	-7.2319	0.0628	79.1376
0.1743	0.9851	-9.8891	0.0855	75.1291
0.2395	0.9725	-13.4688	0.1156	69.7024
0.3290	0.9499	-18.2129	0.1542	62.4445
0.4520	0.9112	-24.3246	0.2008	52.9394
0.6210	0.8495	-31.8409	0.2519	40.9099
0.8531	0.7607	-40.4697	0.2984	26.4279
1.1721	0.6490	-49.5302	0.3281	10.0972
1.6102	0.5276	-58.1590	0.3308	-6.9976
2.2122	0.4119	-65.6753	0.3055	-23.5595
3.0391	0.3126	-71.7870	0.2610	-38.4393
4.1753	0.2329	-76.5312	0.2100	-50.9365
5.7361	0.1717	-80.1108	0.1621	-60.8859
7.8804	0.1259	-82.7680	0.1220	-68.5274
10.826	0.0920	-84.7227	0.0904	-74.2562
14.873	0.0671	-86.1535	0.0664	-78.4951
20.433	0.0489	-87.1982	0.0486	-81.6080
28.072	0.0356	-87.9598	0.0355	-83.8466
38.566	0.0259	-88.5146	0.0258	-85.5460
52.983	0.0189	-88.9187	0.0188	-86.7569
72.789	0.0137	-89.2129	0.0137	-87.6390
100.000	0.0100	-89.4270	0.0099	-88.2812

Cuadro 4: Datos de frecuencia para los modos de operación de  $G_1(s)$  y  $G_2(s)$

- (a) Sabiendo que la planta  $G_1(s)$  es de tipo cero de primer orden y que se está operando en el modo 1, diseñe un controlador por cancelación con cero error en estado estacionario para una entrada escalón para una frecuencia de cruce de 14.873 rad/s y con un margen de fase de 45 grados. (15/50 puntos)
- (b) Dado el envejecimiento de la planta, aparece un retardo de 0,01 segundos. Modifique el controlador realizado en (a) para esta situación. (10/50 puntos)
- (c) Si se sigue operando en el modo 1 con el controlador que diseñó en (b), ¿cuál es el máximo retardo que puede tener la planta antes de que se vuelva inestable? (10/50 puntos)
- (d) Ahora se comienza a trabajar en Modo 2 y se necesita diseñar un nuevo controlador. Además de entregársele la tabla con la respuesta de frecuencia en el modo 2, le informan que la planta  $G_2(s)$  está compuesta únicamente por un cero y un polo, pero en posiciones desconocidas (15/50 puntos por la pregunta d):
- Responda fundamentadamente. ¿Cuántos integradores se deberían necesitar para obtener cero error en estado estacionario cuando se utiliza la planta Modo 2?
  - (Propuesto) Diseñe un controlador para operación con el Modo 2 que entregue cero error en estado estacionario para una entrada escalón, operando a una frecuencia de cruce de 3.0391 rad/s y con un margen de fase de 40 grados.