

Buổi 2.

Buổi 3. (28/8)

- Đặc tính tần số Logarith
- Đặc tính Nyquist của hệ hở và độ dự trữ ổn định

b. Bộ điều khiển

- Tác động điều khiển làm thay đổi đường đặc tính tần số hệ hở
- Bộ điều khiển và một số phương pháp tổng hợp bộ điều khiển từ đường đặc tính tần số.

+ Mô phỏng

c. Dạng động học của đối tượng điều khiển (đối tượng truyền động)

- Sơ đồ khối động cơ DC

Buổi 4 (4/9)

- Xây dựng mô hình động cơ và khảo sát động học của đối tượng động cơ trên Matlab.

Bài tập về nhà:

Từ 3 bộ tham số của động cơ DC, xây dựng mô hình mô phỏng đối tượng động cơ, tìm biểu diễn động học: dưới dạng đặc tính tần số logarith hoặc hàm truyền đạt trong các trường hợp đầu ra là dòng điện, tốc độ và vị trí.

Đưa ra nhận xét đánh giá kết quả.

Buổi 5 (11/9)

- Sử dụng một số dạng tín hiệu đầu vào khác nhau, sử dụng modul mô phỏng Waveform Generator, từ đó đánh giá kết quả đường đặc tính tần số Logarith mô tả động học của đối tượng cần điều khiển.
- Tương tự, có thể tìm ra các đường đặc tính tần số của đối tượng động cơ với đầu ra là dòng điện, vị trí.

2. Tổng hợp bộ điều khiển theo các tiêu chuẩn tối ưu

- a. Một số dạng hàm truyền đạt của đối tượng động cơ

- Hàm truyền đạt thường gặp của đối tượng động cơ là các khâu quán tính bậc nhất hoặc bậc cao:

$$W_1(s) = \frac{K}{Ts + 1}$$

$$W_2(s) = \frac{K}{(T_1s + 1)(T_2s + 1)}$$

$$W_n(s) = \frac{K}{(T_1s + 1)(T_2s + 1) \dots (T_ns + 1)}$$

Trường hợp điều khiển vị trí thì các dạng hàm truyền đạt là:

$$W = \frac{K}{s(Ts + 1)}$$

Ví dụ:

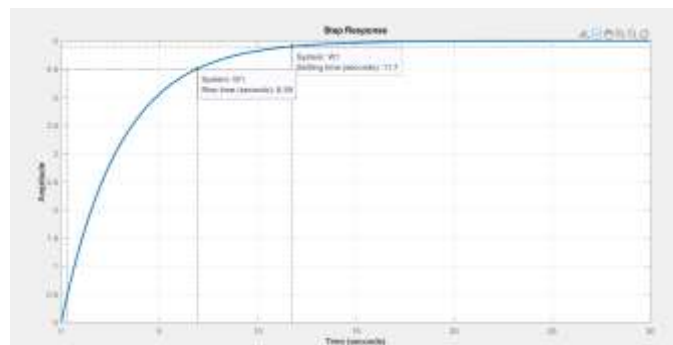
Khảo sát đối tượng có dạng hàm truyền đạt:

$$W(s) = \frac{5}{3s + 1}$$

//Bật động cơ:

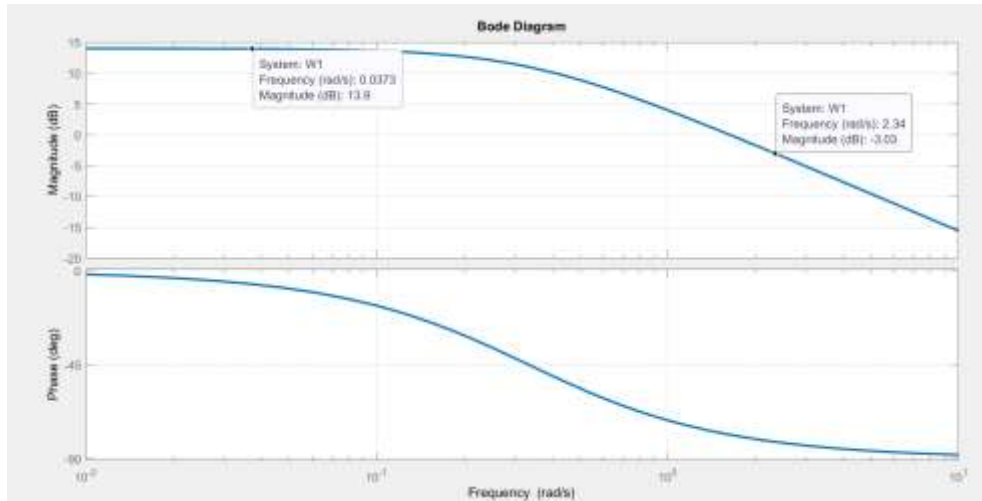
>>step(W)

Đáp ứng quá độ của đối tượng:



Đường đặc tính tần số:

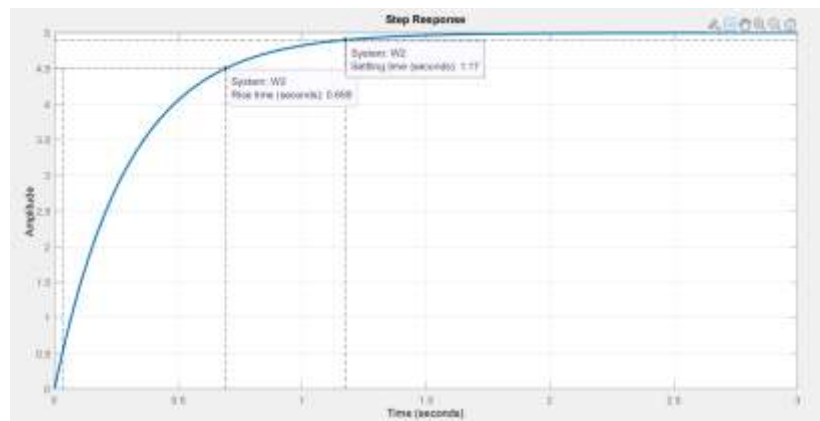
>>bode(W)



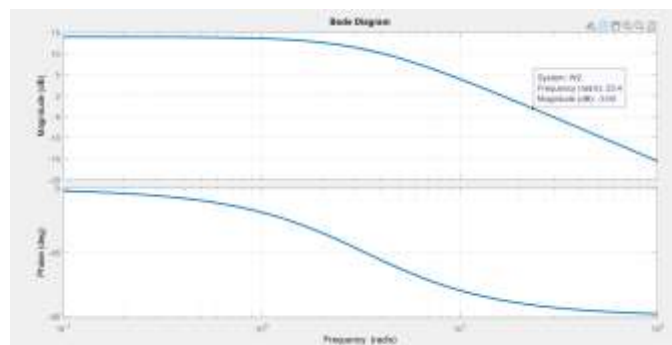
Xét:

$$W_1 = \frac{5}{0.3s + 1}$$

Đáp ứng quá độ:



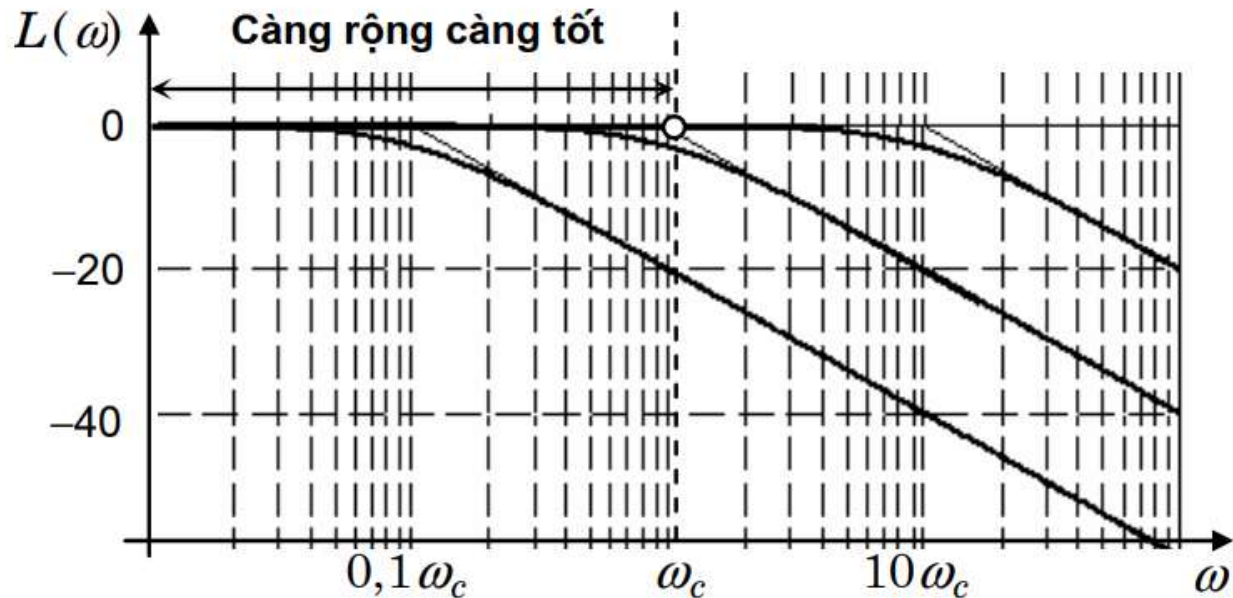
Đặc tính tần số:



Nhận xét: Khi khoảng tần số cắt của đối tượng càng lớn thì tốc độ đáp ứng của đối tượng càng nhanh.

Khi giá trị của đặc tính biên độ bằng 0 thì sai số của hệ là 0 (Do biên độ $|W| = 1$).

Đây là cơ sở lập luận của phương pháp điều khiển tối ưu độ lớn (tối ưu module): tổng hợp tham số của các bộ điều khiển để mở rộng tối đa vùng tần số cắt của hệ có điều khiển.



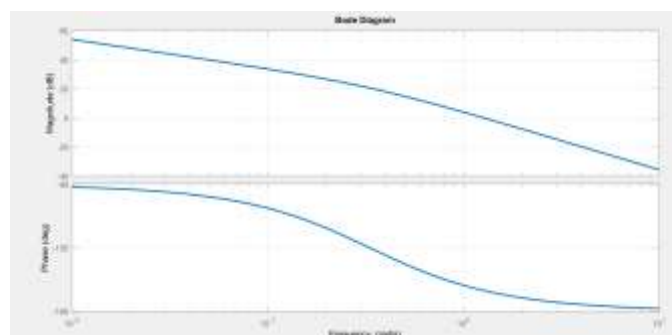
Trường hợp đối tượng điều khiển có khâu tích phân:

Xét hàm truyền đạt:

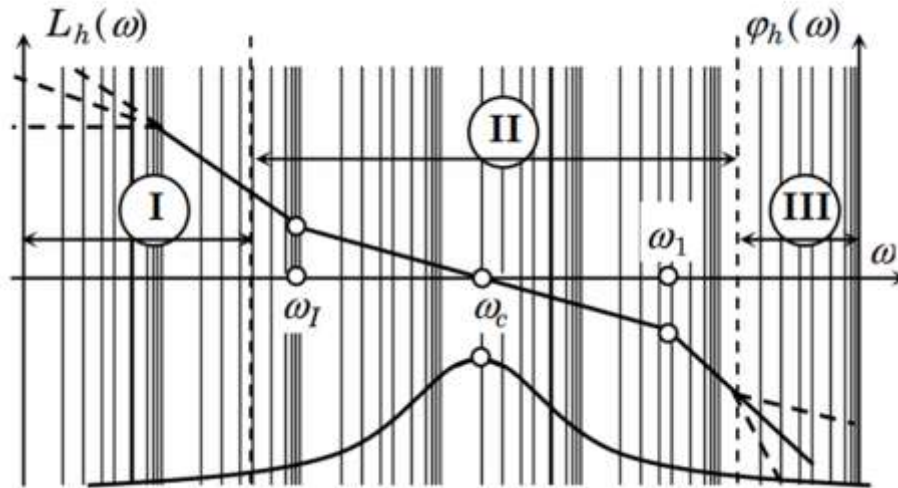
$$W_2 = \frac{5}{s(3s + 1)}$$

Đặc tính tần số:

Bode(W_2)



Với dạng đặc tính tần số này, ta sử dụng phương pháp tối ưu đối xứng để tổng hợp tham số bộ điều khiển. Bộ điều khiển sẽ phải làm cho hệ có điều khiển có dạng đáp ứng tần số như sau:



Buổi 6(BT_Online_14/9)

Mục đích tổng hợp được bộ điều khiển đối tượng động cơ điện để có được chất lượng điều khiển tối ưu theo bài toán điều khiển Robot.

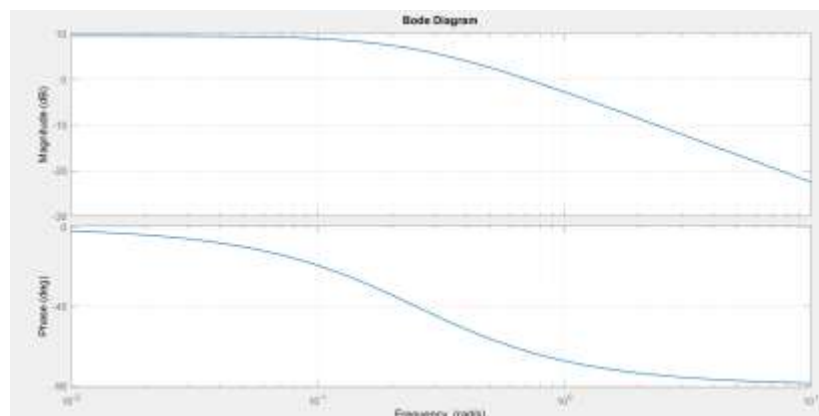
Phương pháp tối ưu Module:

- Đối tượng là khâu quán tính bậc nhất

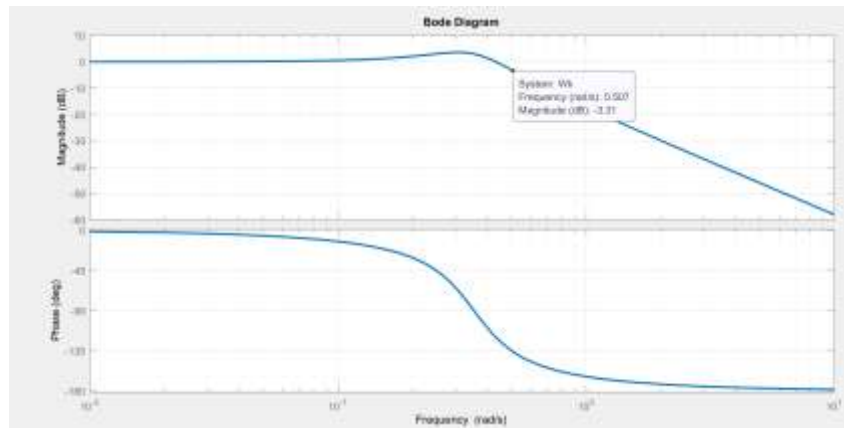
Ví dụ xét đối tượng điều khiển:

$$S(s) = \frac{3}{4s + 1}$$

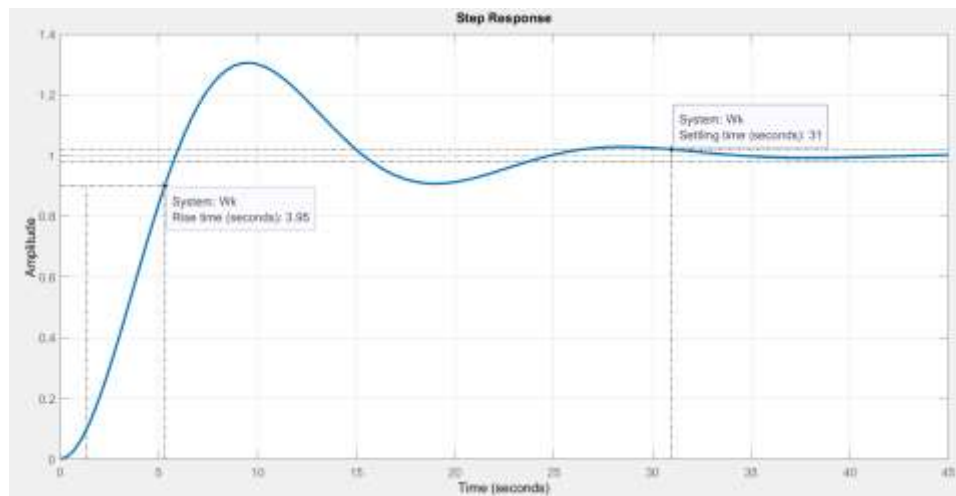
BT1: Vẽ đặc tính Logarith (Bode) của $S(s)$



BT2: Vẽ đặc tính Logarith của hệ sau khi sử dụng bộ điều khiển I (Thử cho 2 bộ tham số đk khác nhau và đánh giá).



BT3: Đánh giá chất lượng điều khiển thông qua đáp ứng quá độ.



- Trường hợp đối tượng là khâu quán tính bậc cao với hằng số thời gian là nhỏ

Ví dụ: tổng hợp bộ điều khiển cho đối tượng có dạng hàm truyền:

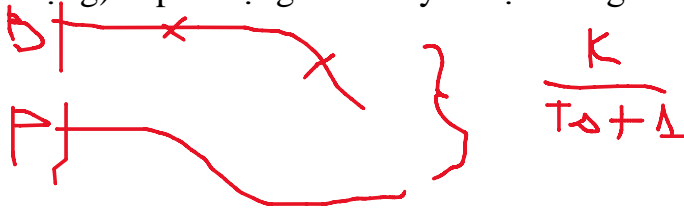
$$S(s) = \frac{7.5}{(0.1s + 1)(0.2s + 1)(0.3s + 1)}$$

$$S_{td} = \frac{7.5}{0.6s + 1}$$

Vẽ và so sánh 2 đường đặc tính tần số.

Xây dựng mô hình điều khiển và nhận xét:

Bài tập: từ dạng đường đáp ứng tần số (từ bộ dữ liệu thu thập trực tiếp trên đối tượng) xấp xỉ dạng hàm truyền đạt tương đương?



- Đối tượng điều khiển là khâu quán tính bậc 2

Ví dụ 1: Tổng hợp bộ điều khiển cho đối tượng có hàm truyền: $S(s) = \frac{20}{(1.75s+1)(0.1s+1)}$

Bài tập: Tìm bộ điều khiển cho đối tượng có hàm truyền như sau: $\frac{20}{(1.75s+1)(0.1s+1)(0.2s+1)(s+8)}$

Buổi 8(21/9)

Bài tập trên lớp

Xét đối tượng động cơ một chiều có chổi than với tham số được đo lường và nhận dạng như sau (Michigan State University)

$K = 0.007384$; $R = 1.2284$; $L = 0.000230081$; $J = 0.0009$; $B = 0.00724$;

Tham số vô máy: 12VDC, 14200.

1. Xây dựng mô hình đối tượng động cơ trên Matlab-Simulink
2. Tìm hàm truyền đạt của đối tượng động cơ trong trường hợp đầu vào là điện áp phân ứng U_a và đầu ra là dòng điện I_a , đầu ra là tốc độ ω và đầu ra là vị trí (góc quay) θ
3. Tổng hợp bộ điều khiển tốc độ và vị trí của hệ truyền động sử dụng động cơ trên. Nhận xét kết quả điều khiển.

Gợi ý:

Ý (2): để tìm hàm truyền đạt cho đối tượng thì có 2 phương pháp: sử dụng mô hình sơ đồ khối của hệ truyền động (lý thuyết).

Phương pháp 2: sử dụng dữ liệu đo điện áp đầu vào và đáp ứng đầu ra để tiến hành nhận dạng hàm truyền đạt (thường dùng trong thực tiễn).

Ý (3): Giả sử bộ biến đổi điện được sử dụng trong quá trình điều khiển động cơ có hàm truyền đạt là:

$$W_{\text{điện}} = \frac{1}{0.00001s + 1}$$

Sơ đồ nguyên lý động cơ dc

Nộp file bài tập vào Ms Team. Thời hạn 21h 21/9.

Buổi 9(25/9)

Phương pháp điều tối ưu module và tối ưu đối xứng

Phương pháp điều khiển tối ưu module (độ lớn)

Xét sơ đồ hệ thống điều khiển:

* Trường hợp đối tượng điều khiển là quán tính bậc nhất

$$S(s) = \frac{K}{Ts + 1}$$

Khi đó bộ điều khiển là bộ tích phân

$$R(s) =$$

Phương pháp điều khiển tối ưu đối xứng

* Trường hợp đối tượng điều khiển là khâu tích phân, quán tính bậc nhất:

$$S(s) = \frac{K}{s(Ts + 1)}$$

Bộ điều khiển là bộ PI:

$$R(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right)$$

Với các tham số của bộ điều khiển được tính chọn như sau:

+ Đặt

$$a = \frac{T_i}{T}$$

Chọn a trong khoảng:

$$1 < a < 4$$

+ Suy ra: $T_i = a * T$

+ Hệ số khuếch đại:

$$K_p = \frac{1}{K * T * \sqrt{a}}$$

Với a thường được xác định theo độ quá hiệu chỉnh ($\delta\%$) mong muốn của hệ có điều khiển:

$$a = \frac{4\ln^2(\delta)}{\pi^2 + \ln^2(\delta)}$$

* Trường hợp đối tượng điều khiển là khâu tích phân, quán tính bậc 2

$$S(s) = \frac{K}{s(T_1s + 1)(T_2s + 1)}$$

Bộ điều khiển là bộ PID

$$R(s) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + sT_d \right)$$

Để tìm tham số bộ điều khiển, ta đưa về trường hợp trên bằng cách, tách bộ điều khiển:

$$R(s) = \frac{K_p \left((T_A s + 1)(T_B s + 1) \right)}{T_i s}$$

Chọn hằng số thời gian T_A hoặc T_B thỏa mãn:

$$T_A = T_1 \text{ hoặc } T_2, \text{ hoặc } T_B = T_1 \text{ hoặc } T_2$$

Sau đó tìm các tham số còn lại của bộ điều khiển giống như trường hợp tổng hợp bộ điều khiển PI cho đối tượng tích phân quán tính bậc nhất.

Ví dụ:

- Mối liên hệ giữa các hằng số thời gian T_A, T_B với T_i, T_d là:

$$T_i = T_A + T_B$$

$$T_i * T_d = T_A * T_B$$

- Chọn $T_A = T_1$, khi đó đối tượng điều khiển trở thành:

$$S(s) = \frac{K}{s(T_2s + 1)}$$

Bộ điều khiển là:

$$R(s) = K_p \left(\frac{T_B}{T_i} + \frac{1}{T_i s} \right) = K_p * \frac{T_B}{T_i} \left(1 + \frac{1}{T_B s} \right)$$

+ Định nghĩa:

$$a = \frac{T_B}{T_2}$$

+ Chọn:

$$1 < a < 4$$

Theo công thức :

$$a = \frac{4\ln^2(\delta)}{\pi^2 + \ln^2(\delta)}$$

Ta có:

$$T_B = a * T_2$$

Và:

$$K_p * \frac{T_B}{T_i} = \frac{1}{K * T_2 * \sqrt{a}}$$

Đến đây, ta có toàn bộ tham số của bộ điều khiển PID

Bài tập:

1. Sinh viên thực hiện viết tường minh công thức của các tham số PID trong trường hợp ví dụ trên:

$$K_p = ? \quad T_i = ? \quad T_d = ?$$

2. Sinh viên thực hiện trong các trường hợp còn lại: $T_a = T_2, T_B = T_1, T_B = T_2$

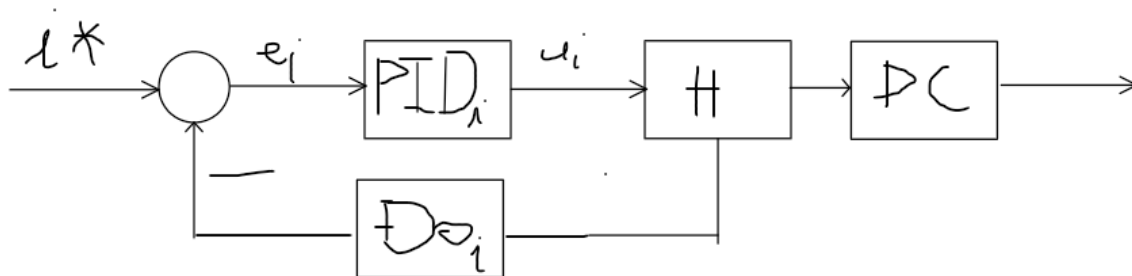
Áp dụng phương pháp điều khiển tối ưu môđul và tối ưu đối xứng trong điều khiển đối tượng động cơ DC

- Trường hợp tổng hợp vòng điều khiển dòng điện

Đối tượng điều khiển lấy dạng hàm truyền đạt tương đương như sau:

$$S(s) = W_{bđđ} W_I = \frac{1}{(\tau s + 1)(R_v + L_v s)}$$

Chú ý: có thể sử dụng dạng hàm truyền đạt quán tính bậc cao hơn.



Bộ điều khiển sẽ được tổng hợp theo phương pháp tối ưu module.

Bài tập 2.

Vận dụng tổng hợp tham số bộ điều khiển dòng điện cho đối tượng động cơ DC với bộ tham số đã giao trong bài tập ngày 21/9.

Buổi 10(28/9)

Bài tập

1. Xây dựng mô hình động cơ và nhận xét động học của động cơ

Hoàn thành mô hình đối tượng động cơ trên Matlab

Buổi 11 (2/10)

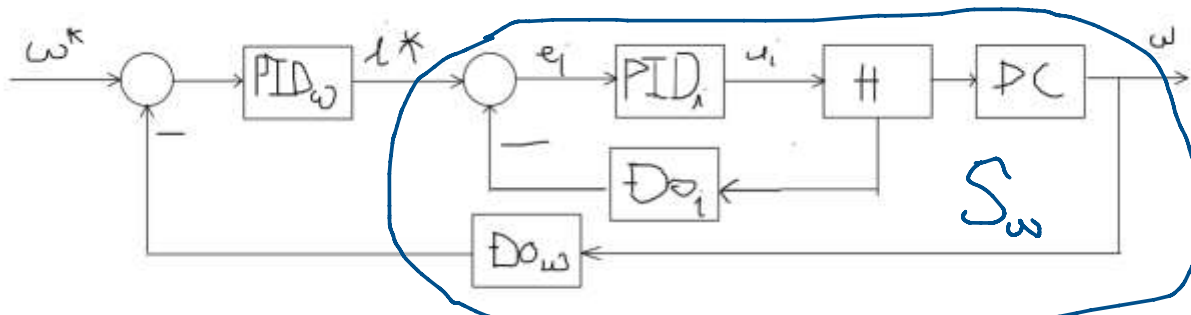
Áp dụng phương pháp tổng hợp tham số bộ điều khiển cho đối tượng động cơ DC

Nhận xét: điều khiển động cơ DC, ta có 3 biến điều khiển: dòng điện, tốc độ và vị trí. Nguyên tắc thực hiện điều khiển là biến có tốc độ biến thiên chậm sẽ thực hiện điều khiển ở vòng ngoài và biến có tốc độ biến thiên nhanh sẽ ở vòng trong.

- Vòng điều khiển tốc độ:

Có 2 trường hợp: khi có vòng điều khiển dòng điện và trường hợp không có vòng điều khiển dòng điện.

+ Khi thực hiện điều khiển tốc độ và có vòng điều khiển dòng điện:



Nhắc lại: bộ điều khiển PID_i tổng hợp theo phương pháp tối ưu module (PI)

Để tổng hợp bộ điều khiển $PID_ω$, sử dụng hàm truyền đạt tương đương của đối tượng điều khiển là:

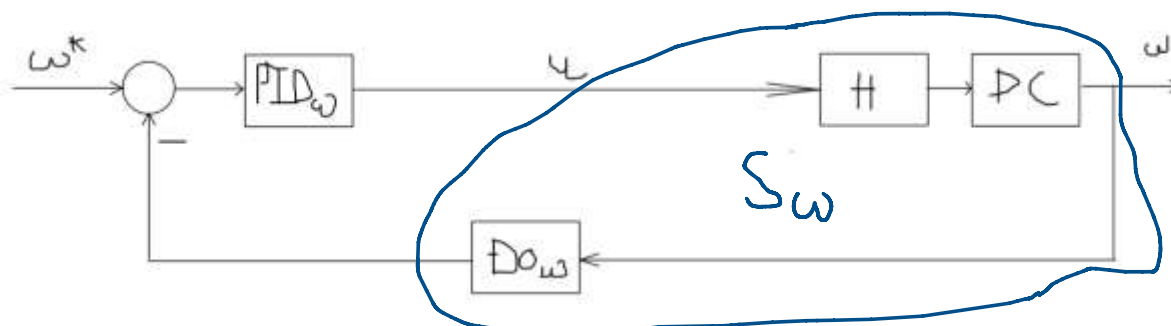
$$S_ω = \frac{\frac{k\Phi}{J}}{s(2\tau s + 1)}$$

Trong đó: $k\Phi$: hằng số động cơ * Từ thông kích từ

J : mô men quán tính

Nhận xét: phương pháp tổng hợp tham số bộ điều khiển tốc độ là phương pháp tối ưu đối xứng.

+ Khi thực hiện điều khiển tốc độ không có vòng điều khiển dòng điện:



Hàm truyền đạt tương đương của đối tượng điều khiển được sử dụng sẽ là:

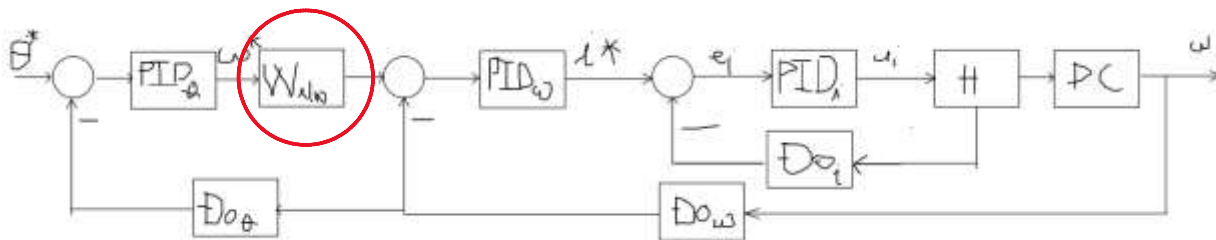
$$S_ω = \frac{k\Phi}{J * (1 + \tau s)(R_a + L_a s)s}$$

Nhận xét: phương pháp tổng hợp tham số bộ điều khiển vẫn là phương pháp tối ưu đối xứng.

- Vòng điều khiển vị trí

Có 2 trường hợp: thực hiện điều khiển vị trí khi có vòng 2 vòng điều khiển tốc độ và điều khiển dòng điện ở bên trong. Trường hợp điều khiển vị trí khi chỉ có 1 vòng điều khiển tốc độ.

+ Thực hiện điều khiển vị trí với 2 vòng điều khiển tốc độ và dòng điện:



Khâu $W_{xl\omega}$: bộ xử lý trước điều khiển tốc độ (tiền xử lý)

Bằng phương pháp tối ưu đối xứng thì thường vẫn tồn tại sai số xác lập, để loại bỏ hoàn toàn sai số xác lập này, ta bổ sung thêm khâu tiền xử lý, trường hợp thực hiện điều khiển tốc độ sử dụng phương pháp tối ưu đối xứng thì bộ tiền xử lý có hàm truyền đạt là:

$$W_{xl\omega} = \frac{1}{2a\tau s + 1}$$

Khi đó hàm truyền đạt tương đương của đối tượng điều khiển vị trí có dạng:

$$S_\theta = \frac{1}{s} \frac{1}{2a_\omega \tau s + 1}$$

Nhận xét: phương pháp tổng hợp tham số bộ điều khiển vị trí sẽ là tối ưu đối xứng.

Trường hợp bộ điều khiển vị trí với vòng điều khiển tốc độ ở bên trong: sử dụng hàm truyền đạt tương đương :

$$S_\theta = \frac{1}{s} W_{xl}$$

Hàm truyền của bộ tiền xử lý sẽ được tổng hợp dựa trên quá trình thực hiện điều khiển.

Ví dụ: vận dụng các nội dung lý thuyết để thực hiện tổng hợp tham số điều khiển cho đối tượng động cơ sử dụng tất cả các khả năng điều khiển.

Bộ tham số động cơ:

Điện áp danh định (nominal voltage): 12V

Dòng điện không tải: 1.2 (A)

Điện trở phản ứng: $R_a = 0.697 \Omega$

Điện cảm phản ứng: $L_a = 1.523 \text{ mH}$

Hằng số điện: $k_e = 0.0173 \frac{Vs}{rad}$

Mô men quán tính: $J = 1.97 * 10^{-6} \text{ kgm}^2$

Hệ số ma sát: $B = 0$.

Thực hiện điều khiển

- Vòng điều khiển dòng điện

Hàm truyền đạt của đối tượng điều khiển:

$$S_i = \frac{1}{(\tau s + 1)(L_a s + R_a)} = \frac{\frac{1}{R_a}}{(\tau s + 1) \left(\frac{L_a}{R_a} s + 1 \right)}$$

Hằng số thời gian động cơ:

$$T_a = \frac{L_a}{R_a} = \frac{1.523 * 10^{-3}}{0.697}$$

$$T_a = \frac{L_a}{R_a} = \frac{0.004}{0.25} = 0.016$$

$$\frac{1}{R_a} = 4 = K$$

Coi bộ biến đổi điện (cầu H) có hằng số thời gian:

$$\tau = 10^{-4} (s)$$

Hàm truyền đạt để tổng hợp R_i là:

$$\frac{1.4347}{(10^{-4}s + 1)(0.0022 * 10^{-3}s + 1)}$$

Có 2 hướng thực hiện:

+ Cách 1: xấp xỉ hàm truyền đối tượng thành:

$$S_i = \frac{1.4347}{(\tau + T_a)s + 1}$$

Bộ điều khiển R_i được chọn là bộ $I = \frac{K_p}{T_i s}$

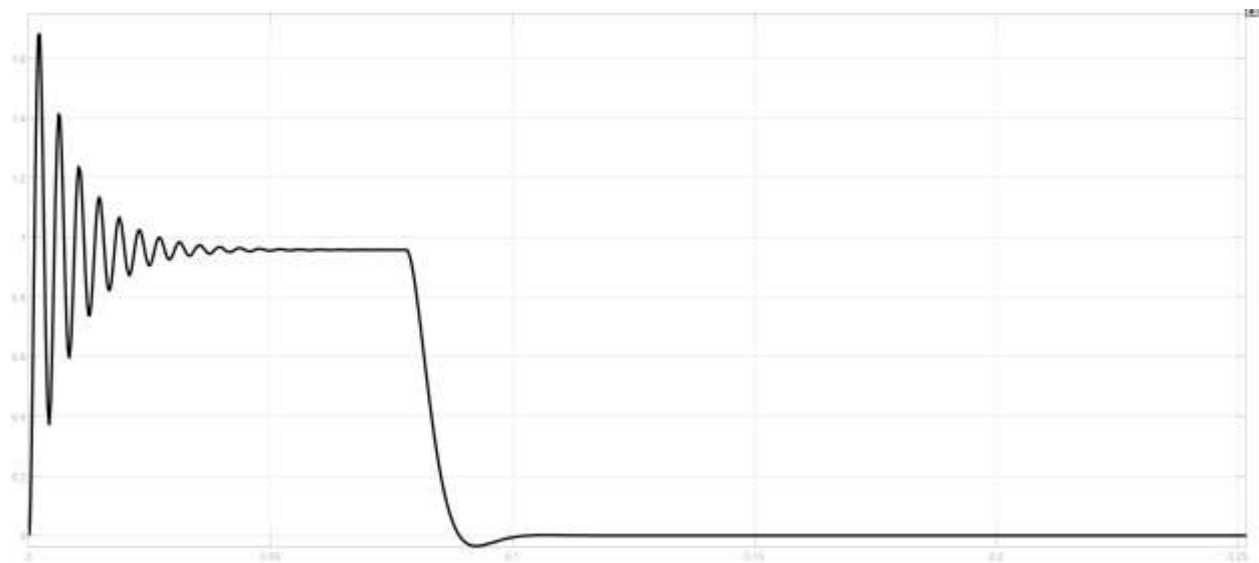
Theo phương pháp tối ưu độ lớn:

$$\frac{T_i}{K_p} = 2 * K * (\tau + T_a) = 2 * 1.4347 * (10^{-4} + 0.0022 * 10^{-3}) = 2.9 * 10^{-4}$$

Chọn $K_{pi} = 100, T_{ii} = K_{pi} * 2.9 * 10^{-4} = 2.9 * 10^{-2}$

Buổi 12(5/10)

Với bộ điều khiển I như trên, đáp ứng dòng điện của động cơ khi không tải có dạng:



+ Cách 2: sử dụng hàm truyền của đối tượng là khâu quán tính bậc 2

Sử dụng bộ điều khiển PI:

$$R_i = K_{pi} \left(1 + \frac{1}{T_{ii}s} \right)$$

Với: $K_{pi} = 0.016 / (2 * 4 * 10^{-4}) = 20$, $T_{ii} = 0.016(s)$

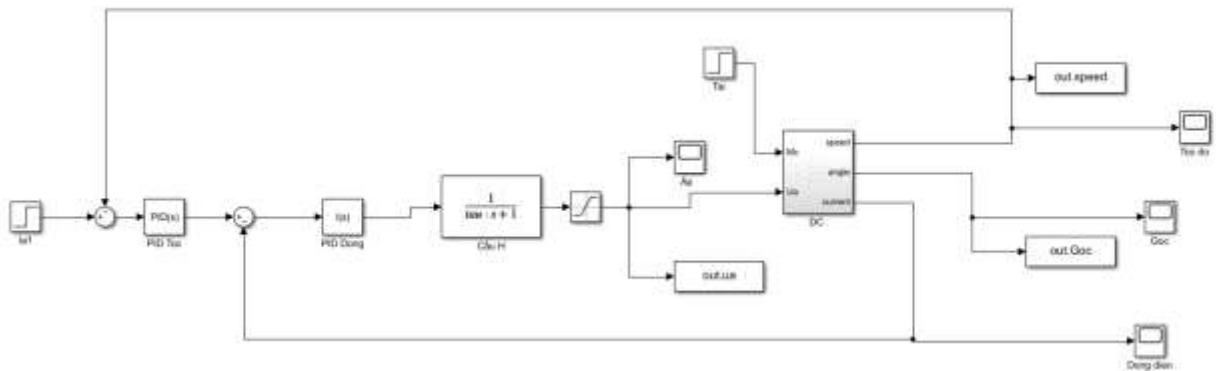
+ Cách 3: sử dụng các phương pháp tổng hợp tham số bộ điều khiển khác như: ZN1, 2 hoặc sử dụng phương pháp PIDTune của Matlab.

Bài tập

- Vòng điều khiển tốc độ:

Có 2 trường hợp: có vòng điều khiển dòng điện và không có vòng điều khiển dòng điện.

+ Khi có vòng điều khiển dòng điện:



Coi hàm truyền đạt tương đương của đối tượng điều khiển là:

$$S_\omega = \frac{\frac{k\Phi}{J}}{s(2\tau s + 1)} = \frac{789.33}{s(2 * 10^{-4}s + 1)}$$

Theo phương pháp tối ưu đối xứng, bộ điều khiển là PI:

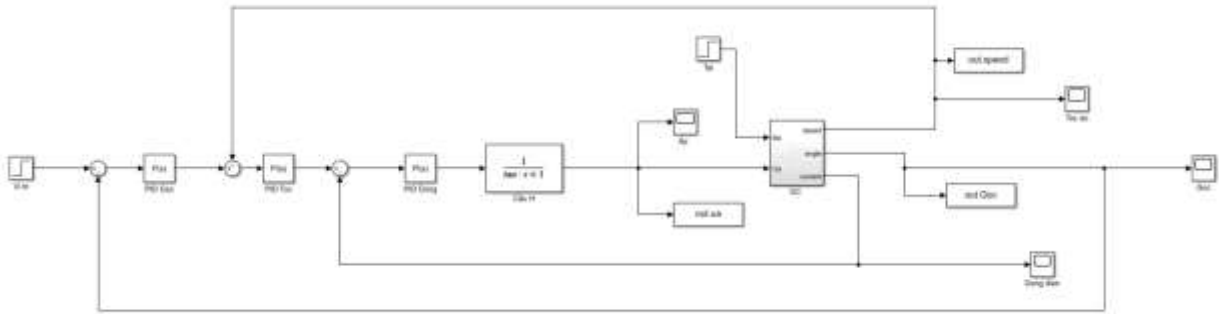
$$R_\omega(s) = K_{p\omega} \left(1 + \frac{1}{T_{i\omega}s} \right)$$

Chọn: $a_\omega = 3.9$, ta có:

$$K_{p\omega} = \frac{1}{K * T * \sqrt{a}} = \frac{1}{789.33 * 2 * 10^{-4} * \sqrt{3.9}} = 3.2$$

$$T_{i\omega} = a * T = 3.9 * 2 * 10^{-4} = 7.8 * 10^{-4}$$

- **Vòng điều khiển vị trí:**



Khi thực hiện điều khiển vị trí mà các vòng điều khiển bên trong đã đạt được chất lượng điều khiển đặt ra thì vòng điều khiển vị trí có thể thực hiện sử dụng bộ điều khiển khuếch đại.

Hoặc có thể thực hiện điều khiển theo phương pháp tối ưu đối xứng cho đối tượng có hàm truyền đạt như sau:

$$S_{\theta} = \frac{1}{s} \frac{1}{2a_{\omega}\tau s + 1} = \frac{1}{s} \frac{1}{2 * 3.9 * 10^{-4}s + 1} = \frac{1}{s(7.8 * 10^{-4}s + 1)}$$

Bộ tiền xử lý cho tốc độ là :

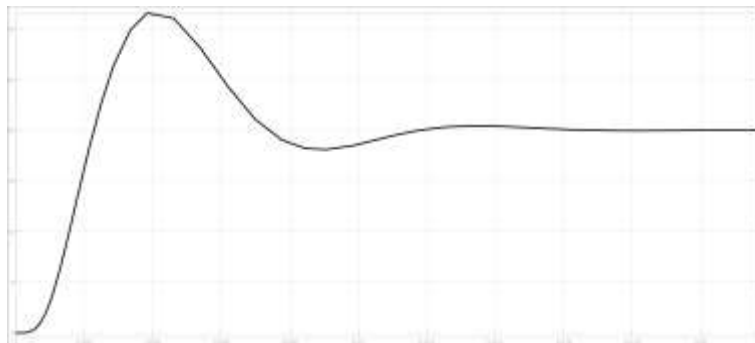
$$W_{xl\omega} = \frac{1}{7.8 * 10^{-4}s + 1}$$

Chọn: $a_\theta = 3.9$, ta có:

$$K_{p\omega} = \frac{1}{K * T * \sqrt{a}} = \frac{1}{7.8 * 10^{-4} * \sqrt{3.9}} = 649$$

$$T_{i\omega} = a * T = 3.9 * 7.8 * 10^{-4} = 30.42 * 10^{-4}$$

Chất lượng điều khiển vị trí:



Buổi 13(9/10)

Sử dụng bộ tham số động cơ như sau: (Industrial Servo control System)

- Dòng điện làm việc liên tục: 60A
- Mô men quán tính: $J = 0.04939 \text{ kgm}^2$
- Ma sát tĩnh: 1.1298 (Nm)
- Hệ số sức điện động cảm ứng: $k_e = 0.56$
- Hệ số momen $k_m = 0.5638$
- Điện trở phản ứng: $R_v = 0.075 (\Omega)$
- Điện cảm phản ứng: $L_v = 0.3 \text{ mH}$
- Hệ số ma sát B = 3.943

Thực hiện điều khiển vị trí, tốc độ và dòng điện của động cơ

- Xây dựng mô hình mô phỏng động cơ và nhận xét về các chế độ làm việc:

Giả sử bộ biến đổi điện có hằng số thời gian $\tau = 0.00001 \text{ s}$

Vấn đề đo dòng điện trong mạch động cơ DC

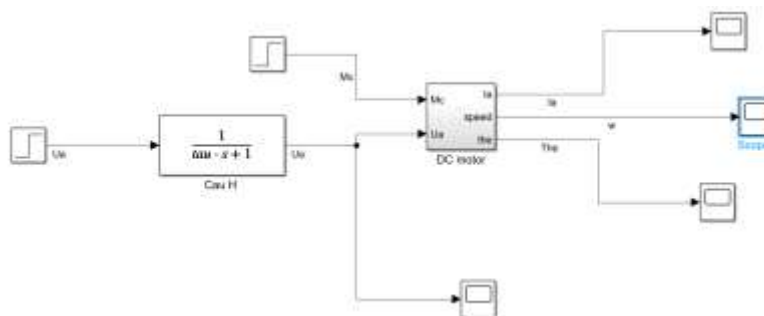
Ví dụ: module đo dòng INA193, INA226

Nghiên cứu sử dụng module đo dòng INA226 thực hiện đo dòng điện trong điều khiển mạch vòng dòng điện của động cơ DC.

Quay lại mô hình mô phỏng: Thay đổi giới hạn cường độ dòng điện lên 700A

Do ở giới hạn 60A thì tốc độ quay của động cơ không thực tế.

Nhận xét: với giới hạn dòng điện làm việc đỉnh là 700A, thì động cơ đạt tới tốc độ tối đa khoảng 1000 vòng/phút, ở điện áp khoảng 120V.



Tổng hợp vòng điều khiển dòng điện

Cách 1: Sử dụng hàm truyền đạt xấp xỉ tương đương của đối tượng dòng điện:

$$S_i = \frac{1}{(\tau s + 1)(L_a s + R_a)} = \frac{\frac{1}{R_a}}{(\tau s + 1)\left(\frac{L_a}{R_a}s + 1\right)}$$
$$= \frac{13.33}{(0.00001s + 1)(0.004s + 1)}$$

+ Nếu ta xấp xỉ hàm truyền đạt trên trở thành:

$$S_i \cong \frac{13.33}{0.00401s + 1}$$

Khi đó bộ điều khiển dòng điện:

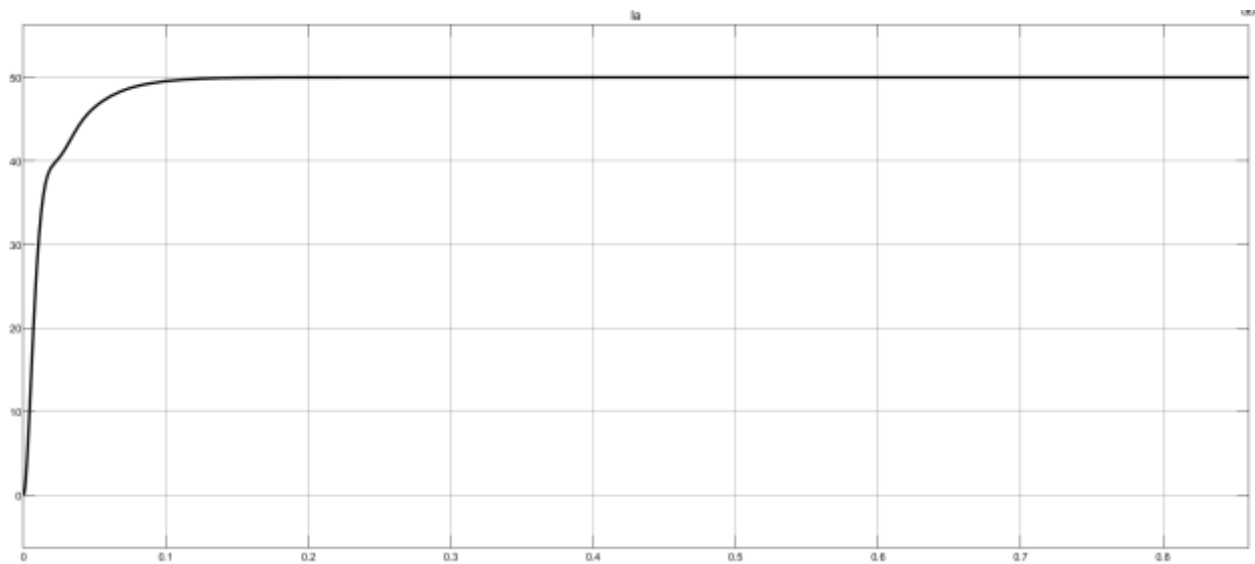
$$R_i = I = \frac{K_{pi}}{T_{ii}s}$$

Theo lý thuyết điều khiển tối ưu module, ta có:

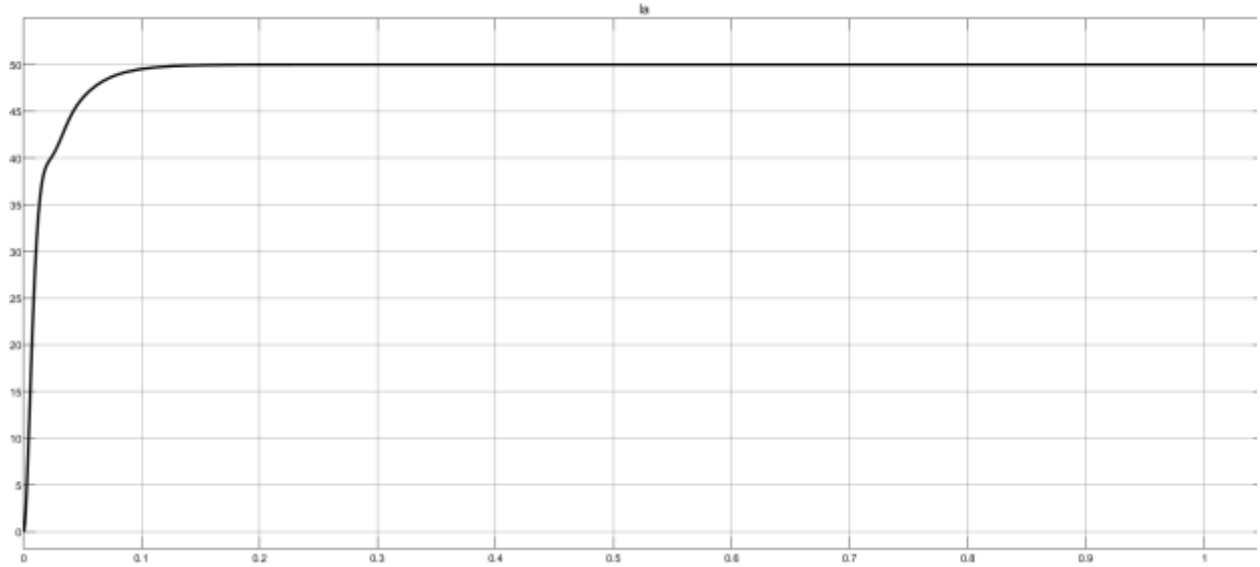
$$\frac{T_{ii}}{K_{pi}} = 2 * K * T = 2 * 13.33 * 0.00401 = 0.1069$$

Chọn: $K_{pi} = 25, \rightarrow T_{ii} = K_{pi} * 0.1069 = 2.6727$

Kết quả điều khiển:



Nếu chọn: $K_{pi} = 10 \rightarrow T_{ii} = 1.069$



+ Sử dụng trực tiếp hàm truyền đạt:

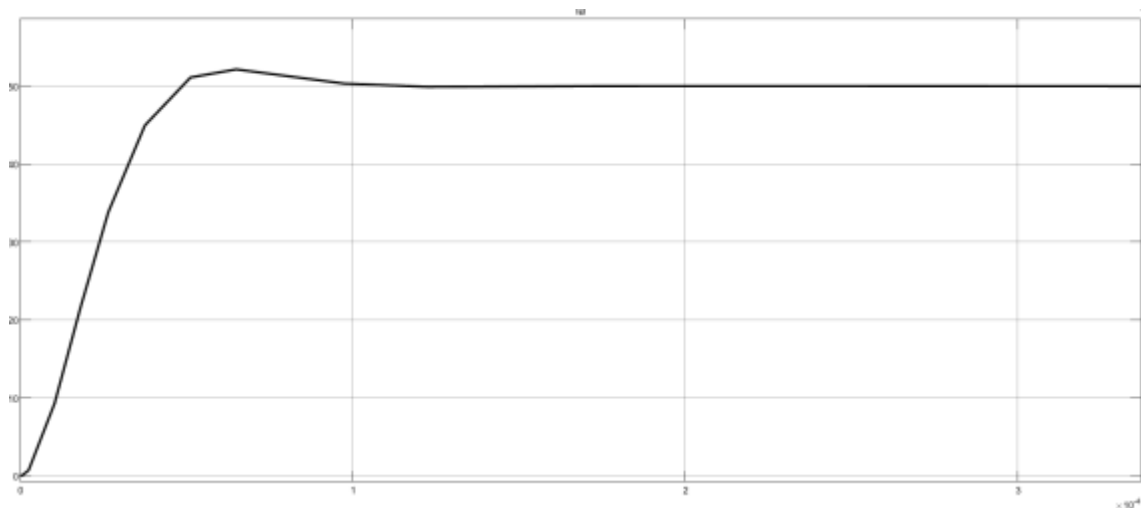
$$S_i = \frac{13.33}{(0.00001s + 1)(0.004s + 1)}$$

Bộ điều khiển theo phương pháp tối ưu module là

$$R_i = PI_i(s) = K_{pi} \left(1 + \frac{1}{T_{ii}s} \right)$$

Chọn $T_{ii} = 0.004$, thì:

$$\frac{T_{ii}}{K_{pi}} = 2 * 13.33 * 0.00001 = 2.66 * 10^{-4} \rightarrow K_{pi} = \frac{0.004}{2.66 * 10^{-4}} = 15$$



SV thực hiện mô phỏng trong trường hợp chọn $T_{ii} = 0.00001$

Thực hiện vòng điều khiển tốc độ

Bài tập về nhà: thực hiện vòng điều khiển tốc độ và vòng điều khiển vị trí.

Buổi 14(12/10)

- Vòng điều khiển tốc độ: sử dụng phương pháp tối ưu đối xứng

Hàm truyền đạt tương đương của đối tượng tốc độ là:

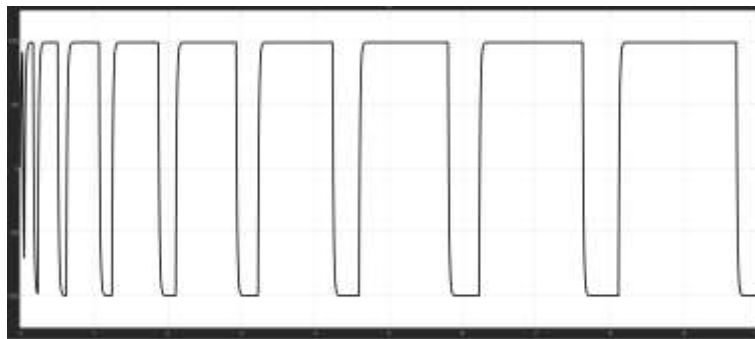
$$S_{\omega} = \frac{\frac{k\Phi}{J}}{s(2\tau s + 1)}$$

- Chọn $a = 3$:

$$T_i = a * T = 3 * 2 * \tau = 6 * 10^{-5}$$

$$K_p = \frac{1}{K * T * \sqrt{a}} = \frac{1}{\frac{k\Phi}{J} * (2 * \tau) * \sqrt{3}} = 2546$$

Nhận xét: hệ thống bị mất điều khiển:



Giảm a :

Chọn $a = 1.01$;

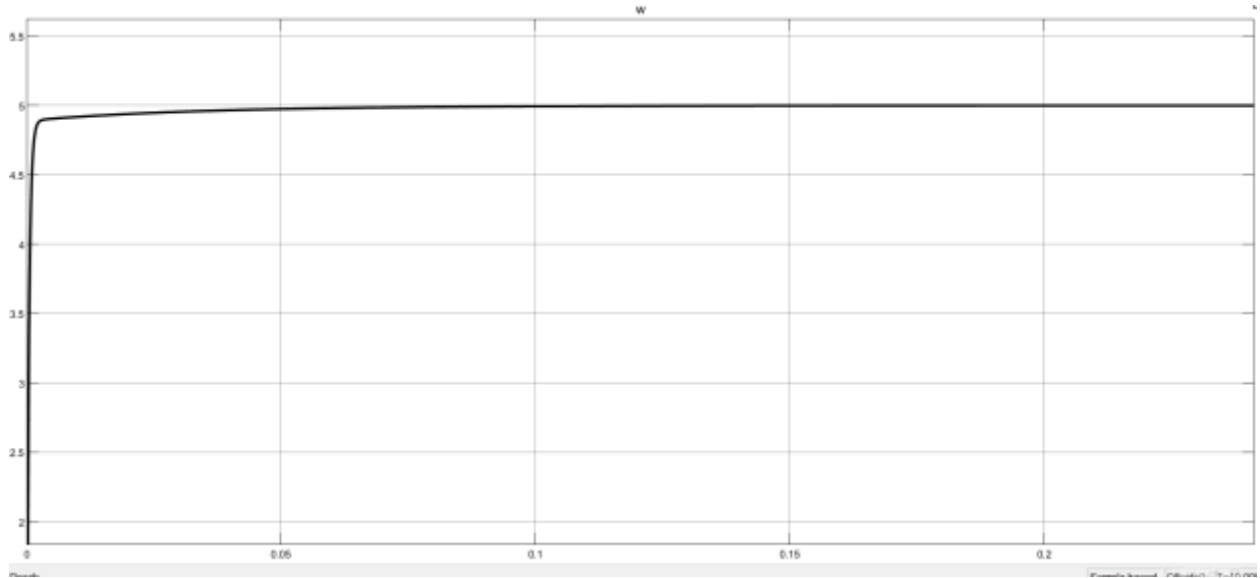
$$T_i = a * T = 1.01 * 2 * \tau = 6 * 10^{-5} = 2.0200e - 05$$

$$K_p = \frac{1}{K * T * \sqrt{a}} = \frac{1}{\frac{k\Phi}{J} * (2 * \tau) * \sqrt{1.01}} = 4388$$

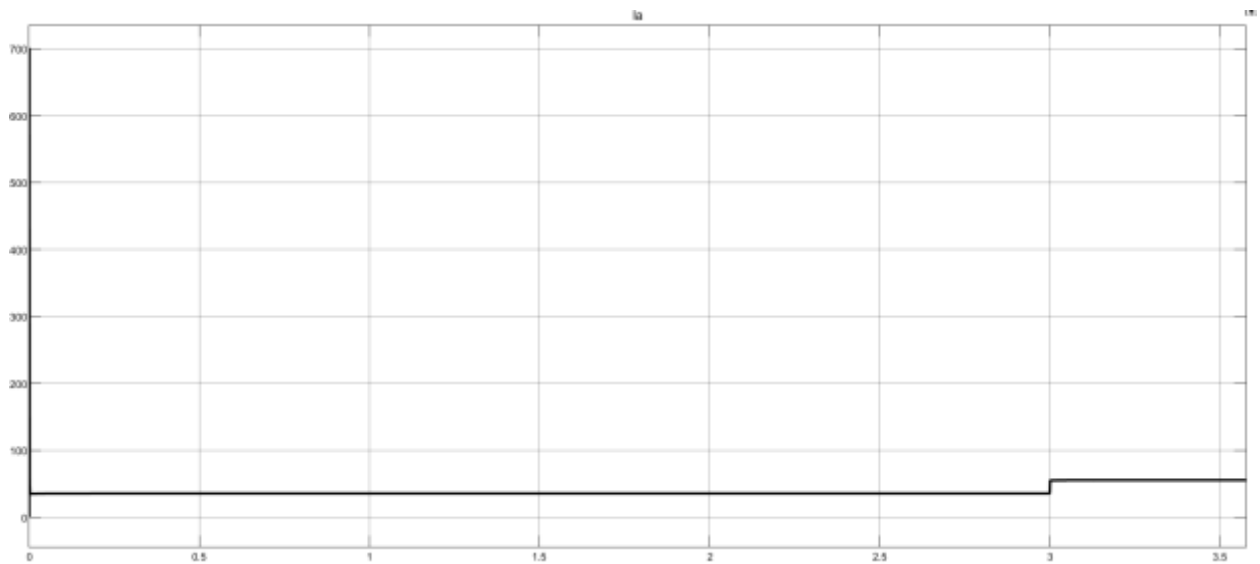
Nhận xét: kết quả không có cải thiện

Sử dụng phương pháp tổng hợp tham số điều khiển khác:

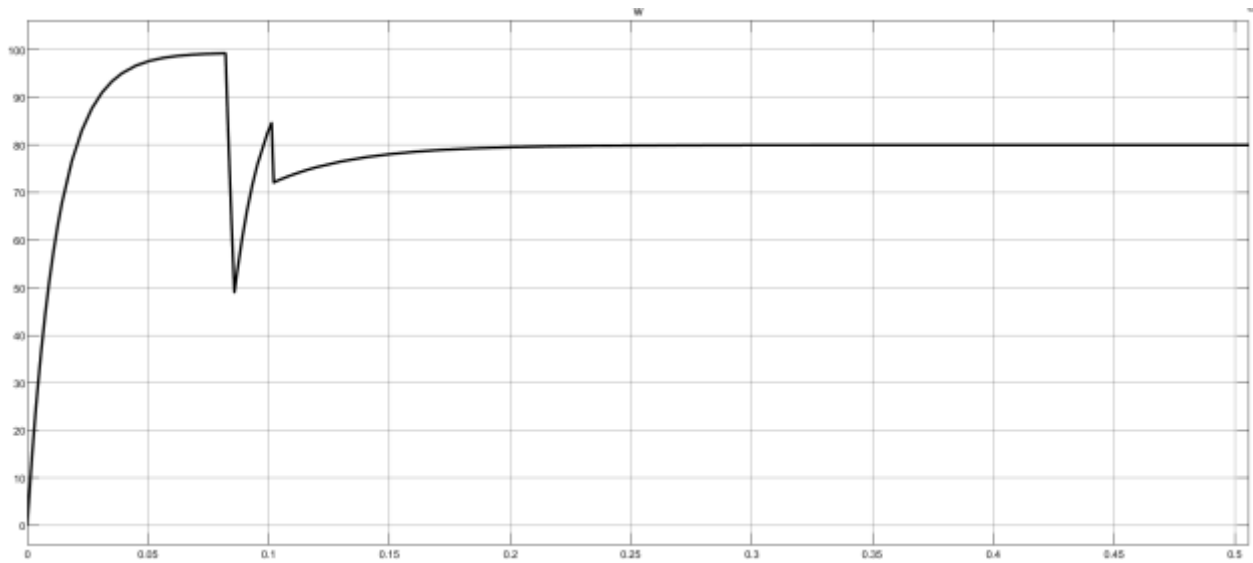
Chọn bộ tham số điều khiển: $K_p = 200, T_i = 1/30$: một số kết quả điều khiển tốc độ:



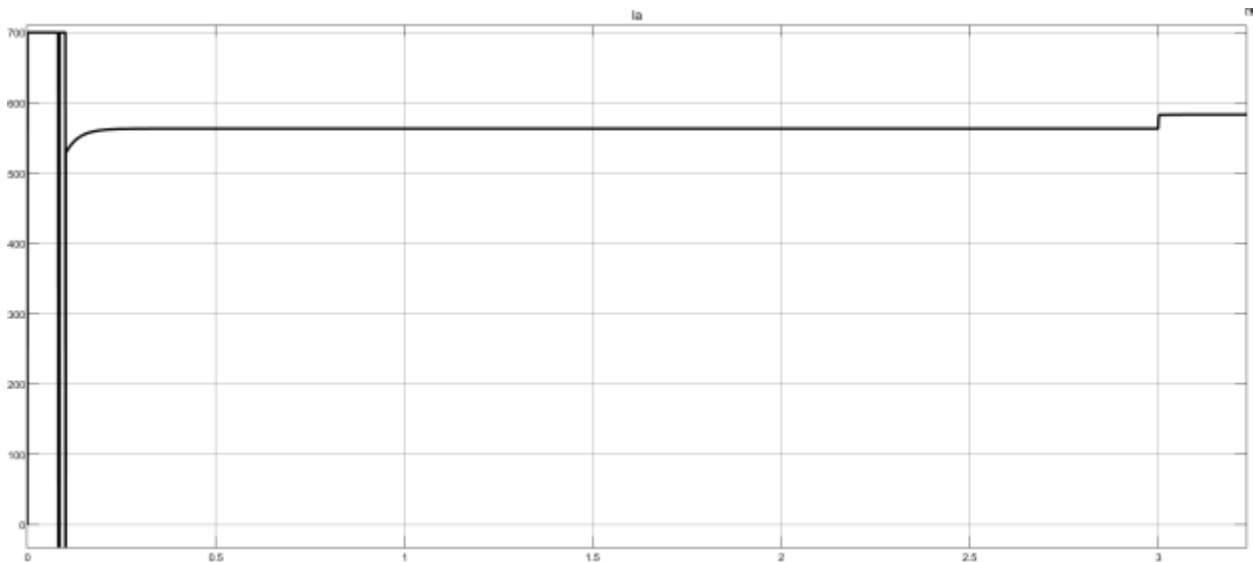
Dòng điện khi thực hiện điều khiển:



Các giá trị đáp ứng về dòng điện thì phù hợp với đặc tính dòng điện làm việc của động cơ. Khi giá trị đặt tốc độ là 80 rad/s:



Cường độ dòng điện:



Trong trường hợp không có giới hạn dòng điện của động cơ thì tốc độ đáp ứng tốc độ khi điều khiển theo phương pháp tối ưu đối xứng là: $0.3 * 10^{-3}(s)$

- Vòng điều khiển vị trí:

+ Bỏ qua giới hạn về dòng điện: kiểm tra trường hợp bộ điều khiển tối ưu đối xứng:

Hàm truyền đạt của đối tượng:

$$S_{\theta} = \frac{1}{s(2a_{\omega}\tau s + 1)} = \frac{1}{s(6 * 10^{-5}s + 1)}$$

Bộ tiền xử lý:

$$W_{xl} = \frac{1}{2a_{\omega}\tau s + 1}$$

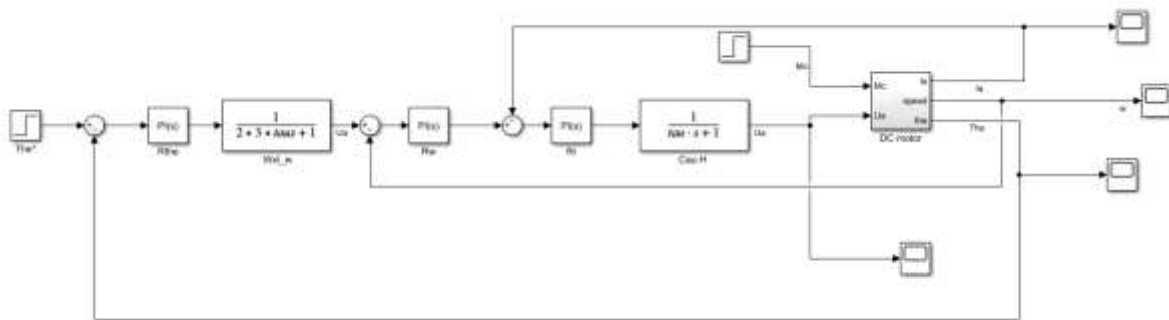
Chọn $a_{\theta} = 3$:

$$T_{i\theta} = 3 * T = 3 * 2 * 3 * 10^{-5} = 18 * 10^{-5}$$

$$K_{p\theta} = \frac{1}{1 * 2 * 3 * 10^{-5} * \sqrt{3}} = 9622$$

Kết quả điều khiển khi không có giới hạn dòng điện:

Thời gian đáp ứng: $1.5 * 10^{-3} s$



Trường hợp có giới hạn dòng điện

Sử dụng bộ điều khiển khuếch đại, hoặc bộ điều khiển PI:

Nhận xét: bộ điều khiển khuếch đại: $K_p = 10$, giá trị đặt vị trí là 5 rad thì thời gian đáp ứng 0.5 giây.

Tham khảo phương pháp điều khiển vị trí của hệ Servo công nghiệp

MR-J4-10A của Mitsubishi

Buổi 15(16/10)

Bài tập: Tham khảo kết quả thực hiện mô phỏng quá trình điều khiển đối tượng động cơ DC với bộ tham số có sẵn trong 2 trường hợp: có và không có giới hạn dòng điện, SV thực hiện:

a. Thực hiện mô phỏng lại và rút ra các kết luận

b. So sánh với trường hợp điều khiển trực tiếp vị trí, điều khiển vị trí với vòng điều khiển vận tốc.

Tạo mới mô hình động cơ DC với bộ tham số như sau:

Dòng điện giới hạn 350 A; dòng điện làm việc liên tục: 30A.

$J = 0.0446;$

$k\Phi = 1.15$

$R_a = 0.27 \text{ } \Omega$

$L_a = 1.16 \text{ mH}$

$B = 4.444$

Ma sát tĩnh: 0.68

Mô phỏng động cơ và nhận xét chế độ làm việc.

Thực hiện tổng hợp điều khiển vị trí.