

Lời nói đầu

Trong những năm gần đây công nghệ thông tin có những bước nhảy vọt, đặc biệt là sự ra đời của máy tính đã tạo cho xã hội một bước phát triển mới, nó ảnh hưởng đến hầu hết các vấn đề của xã hội và trong công nghiệp cũng vậy. Hòa cùng sự phát triển đó, ngày càng nhiều nhà sản xuất đã ứng dụng các họ vi xử lý mạnh vào trong công nghiệp, trong việc điều khiển và xử lý dữ liệu. Những hạn chế của kỹ thuật tương tự như sự trôi thông số, sự làm việc cố định dài hạn, những khó khăn của việc thực hiện chức năng điều khiển phức tạp đã thúc đẩy việc chuyển nhanh công nghệ số. Ngoài ra điều khiển số cho phép tiết kiệm linh kiện phân cứng, cho phép tiêu chuẩn hóa. Với cùng một bộ vi xử lý, một cấu trúc phân cứng có thể dùng cho nhiều ứng dụng khác nhau. Tuy nhiên kỹ thuật số cũng có những nhược điểm như xử lý các tín hiệu rời rạc..., đồng thời tín hiệu tương tự có những ưu điểm mà kỹ thuật số không có như tác động nhanh và liên tục. Vì vậy xu hướng điều khiển hiện nay là phối hợp cả điều khiển số và điều khiển tương tự.

Để nắm vững những kiến thức đã học thì việc nghiên cứu là cần thiết đối với sinh viên. Bài tập lớn Môn “Điều khiển số” đã giúp em biết thêm được rất nhiều về cả kiến thức lẫn kinh nghiệm. Dưới sự hướng dẫn của thầy Nguyễn Văn Tiến em đã thực hiện xong bài tập “Thiết kế theo tiêu chuẩn tích phân số (IAE, ITAE, ISE, ITSE) kết hợp với Dead – Beat khâu điều chỉnh tốc độ động cơ DC Servo Harmonic RHS 17 – 6006”. Do kiến thức còn hạn chế nên bài tập còn có nhiều sai sót, nên em mong nhận được sự bổ sung của các thầy, cô và các bạn!

CHƯƠNG 1. KHÁI QUÁT VỀ ĐỘNG CƠ DC SERVO HARMONIC RHS 32-3018

1.1. Giới thiệu động cơ servo

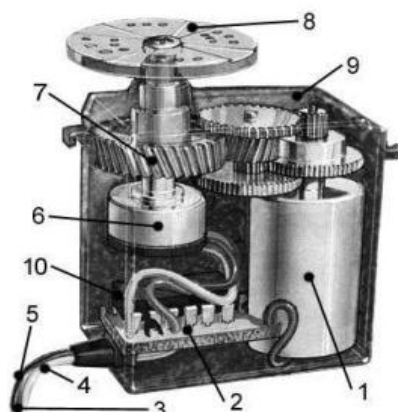
Là động cơ cho phép điều khiển vô cấp tốc độ.

Điều khiển động cơ DC (DC Motor) là một ứng dụng thuộc dạng cơ bản nhất của điều khiển tự động vì DC Motor là cơ cấu chấp hành (actuator) được dùng nhiều nhất trong các hệ thống tự động (ví dụ robot). DC servo motor là động cơ DC có bộ điều khiển hồi tiếp.

Mặt khác, động cơ servo được thiết kế cho những hệ thống hồi tiếp vòng kín. Tín hiệu ra của động cơ được nối với một mạch điều khiển. Khi động cơ quay, vận tốc và vị trí sẽ được hồi tiếp về mạch điều khiển này. Nếu có bất kỳ lý do nào ngăn cản chuyển động quay của động cơ, cơ cấu hồi tiếp sẽ nhận thấy tín hiệu ra chưa đạt được vị trí mong muốn. Mạch điều khiển tiếp tục chỉnh sai lệch cho động cơ đạt được điểm chính xác.

Động cơ servo có nhiều kiểu dáng và kích thước, được sử dụng trong nhiều máy khác nhau, từ máy tiện điều khiển bằng máy tính cho đến các mô hình máy bay, ô tô. Ứng dụng mới nhất cho động cơ servo là dùng trong Robot, cùng loại với các động cơ dùng trong mô hình máy bay và ô tô.

Cấu tạo động cơ Servo:

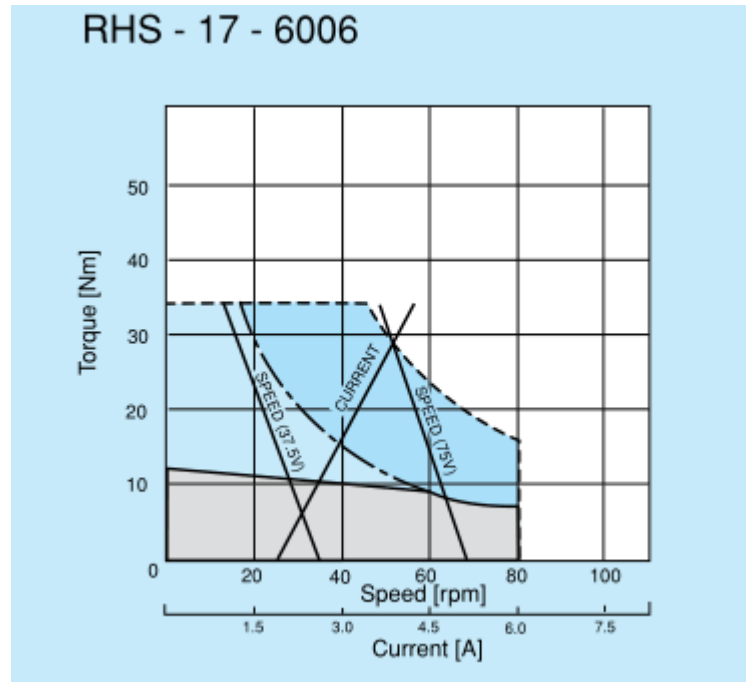


Hình 1.1: Cấu tạo động cơ servo

- 1, Động cơ ; 2, Bản mạch
- 3, dây dương nguồn ; 4, Dây tín hiệu
- 5, Dây âm nguồn ; 6, Điện thế kế
- 7, Đầu ra (bánh răng) ; 8, Cơ cấu chấp hành
- 9, Vỏ ; 10, Chíp điều khiển

1.2. Thông số động cơ DC Servo Harmonic RHS 17 - 6006

Động cơ DC Servo Harmonic là loại động cơ bước nhỏ, được sử dụng trong công nghiệp, khả năng điều khiển chuyển động và momen xoắn với độ chính xác cao. Động cơ có hộp số cho momen xoắn cao, độ cứng xoắn cao và hiệu suất cao. Do đó mà nó được sử dụng trong các robot công nghiệp và tự động hóa.



Hình 1.2: Đặc tính tải của động cơ

Thông số kỹ thuật động cơ:

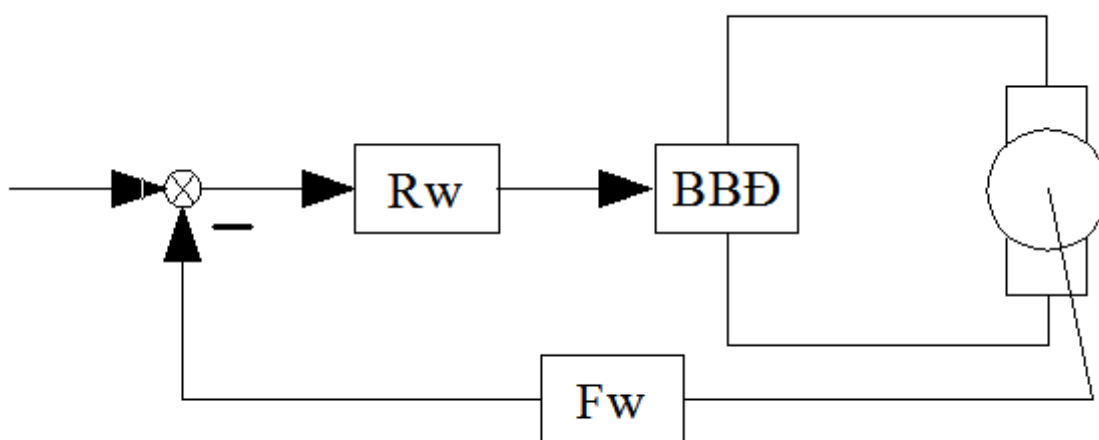
Thông số	Đơn vị	Động cơ RHS 17 - 6006
Công suất đầu ra (sau hộp số)	W	65
Điện áp định mức	V	75
Dòng điện định mức	A	1.7
Mômen định mức T_N	In-lb	87
	Nm	98
Tốc độ định mức n_N	rpm	60
Mômen hãm liên tục	In-lb	100
	Nm	11
Dòng đỉnh	A	43
Mômen cực đại đầu ra T_m	In-lb	300
	Nm	34
Tốc độ cực đại	rpm	80
Hằng số mômen (K_T)	In-lb/A	85
	Nm/A	9.6

Hằng số điện B.E.M.F (ảnh hưởng của tốc độ đến sđđ phản ứng)(Kb)	v/rpm	1.0
Mô men quán tính (J)	In-bl –sec ²	0.79
	Kgm ²	0.089
Hằng số thời gian cơ khí	ms	4.7
Độ dốc đặc tính cơ	In-lb/rpm	18
	Nm/rpm	2.1
Hệ số momen nhớt (Bf)	In-lb/rpm	0.48
	Nm/rpm	5.4*10 ⁻²
Tỷ số truyền	1:R	1:50
Tải trọng hướng tâm	lb	176
	N	784
Tải trọng hướng trục	lb	176
	N	784
Công suất động cơ	W	100
Tốc độ định mức động cơ	rpm	3000
Điện trở phản ứng	Ω	4.8

Điện cảm phản ứng	mH	2.3
Dòng thời gian liên tục	ms	0.5
Dòng khởi động	A	0.36
Dòng không tải	A	0.7

CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ DC SERVO HARMONIC RHS 32-3018

2.1. Cấu trúc điều khiển tốc độ động cơ



Hình 2.1: Cấu trúc điều khiển số tốc độ động cơ phản hồi tốc độ từ Encoder

2.2. Xây dựng hệ phương trình tính toán động học động cơ Servo

DC Servo Harmonic RHS 32-3018 có các tham số chính:

$$R_v = 4.8 \Omega$$

$$L_v = 2.3 \text{ mH}$$

$$K_T = 9.6 \text{ Nm/A}$$

$$K_e = 1 \text{ V/rpm}$$

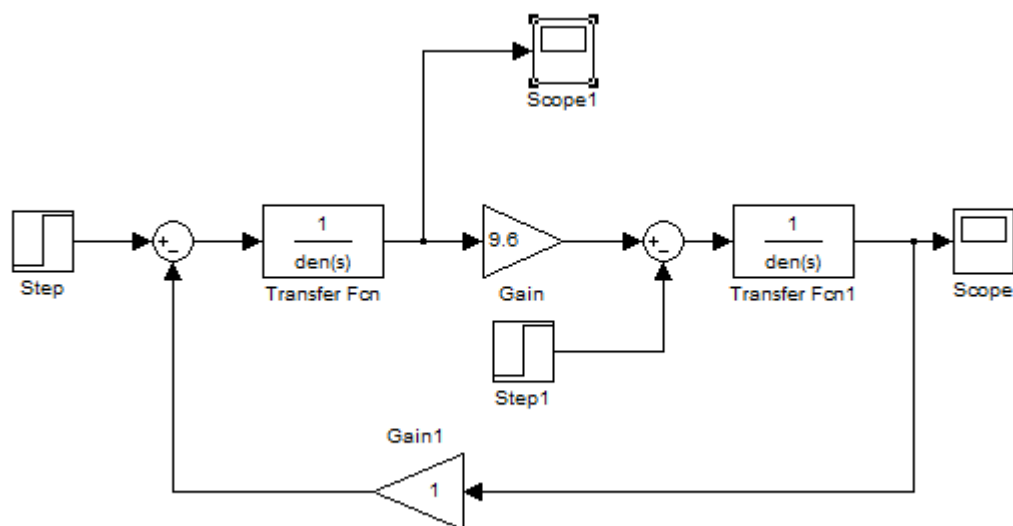
$$B_f = 5.4 \cdot 10^{-2} \text{ Nm/rpm}$$

$$J = 0.089 \text{ Kg}\cdot\text{m}^2$$

$$M_C = 5.9 \text{ Nm}$$

$$N_{dm} = 3000 \text{ rpm}$$

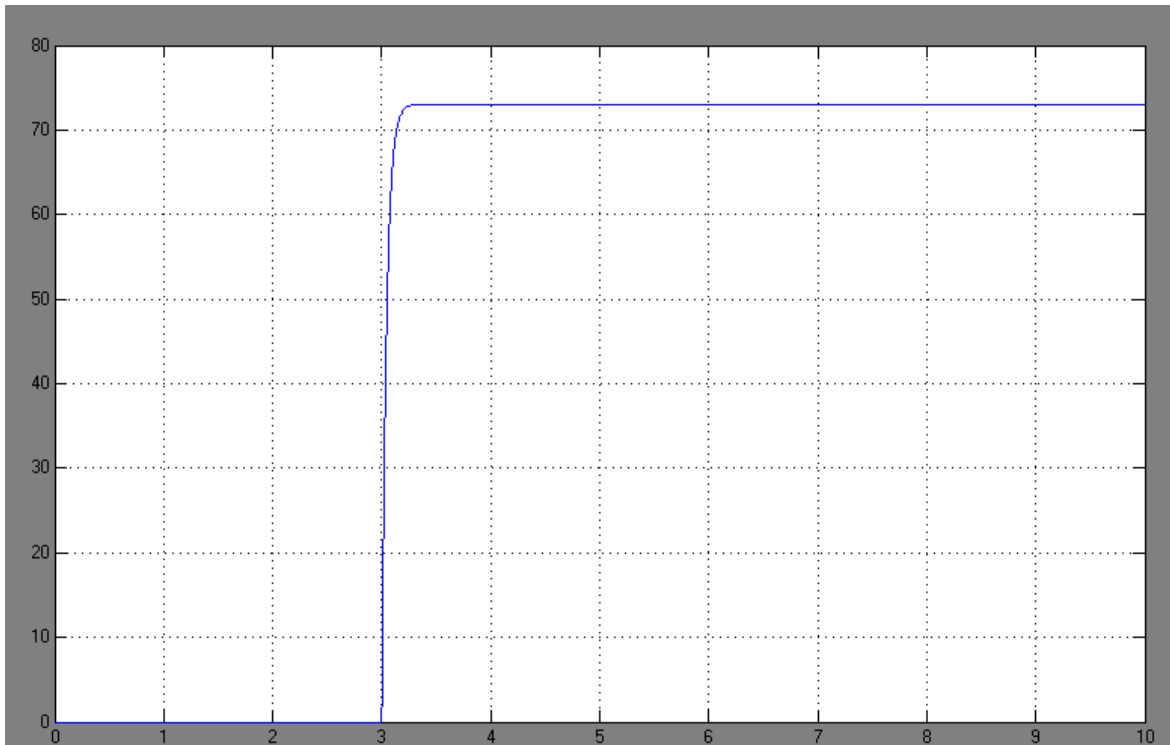
Mô phỏng động cơ trên miền thời gian liên tục



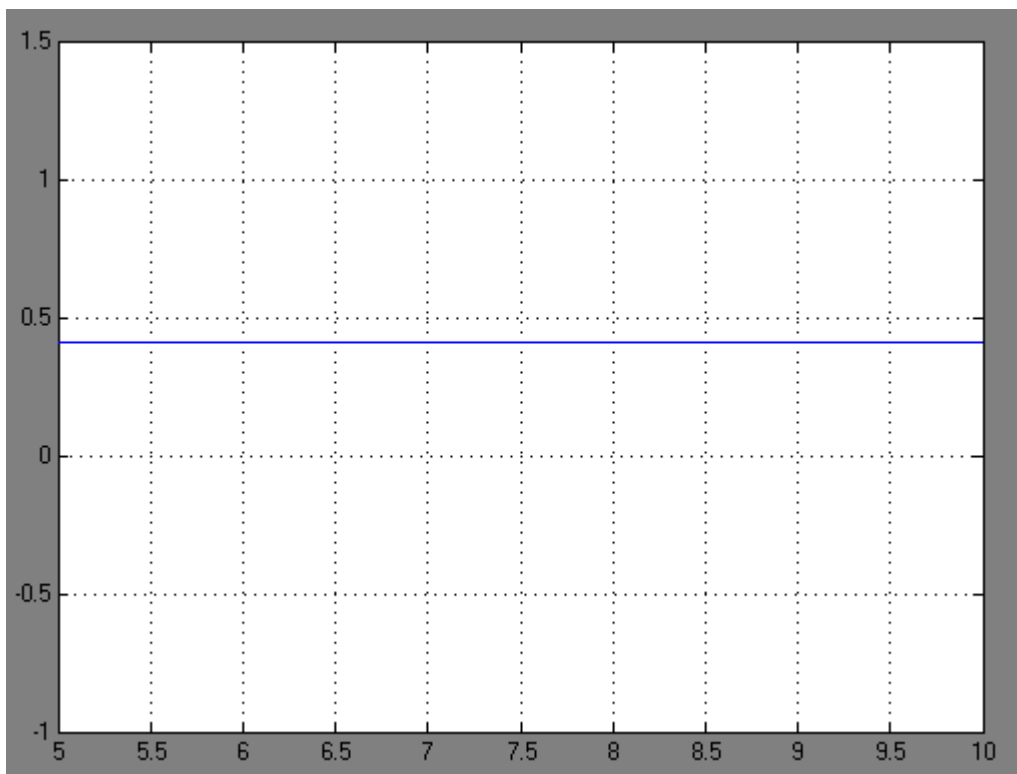
Hình 2.2. Cấu trúc động cơ DC servo

Kết quả mô phỏng DC servo Harmonic RHS 17 – 6006 với điện áp định mức 75 V

Khi không có M_C :

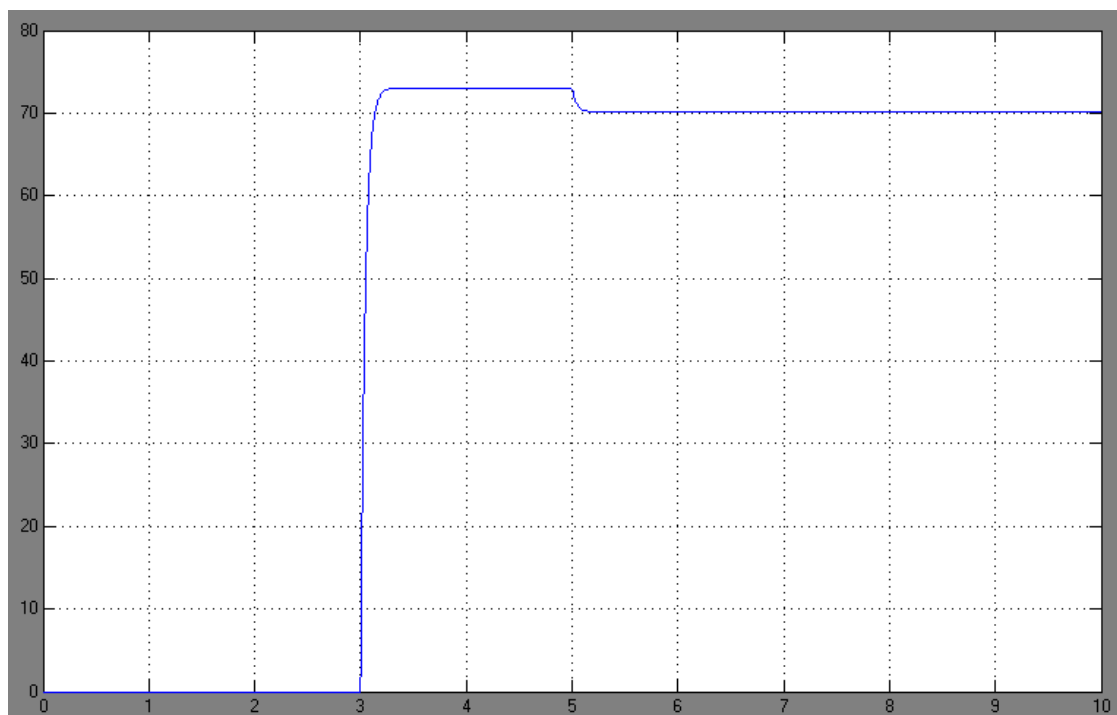


Hình 2.3. Đặc tính tốc độ động cơ không tải.

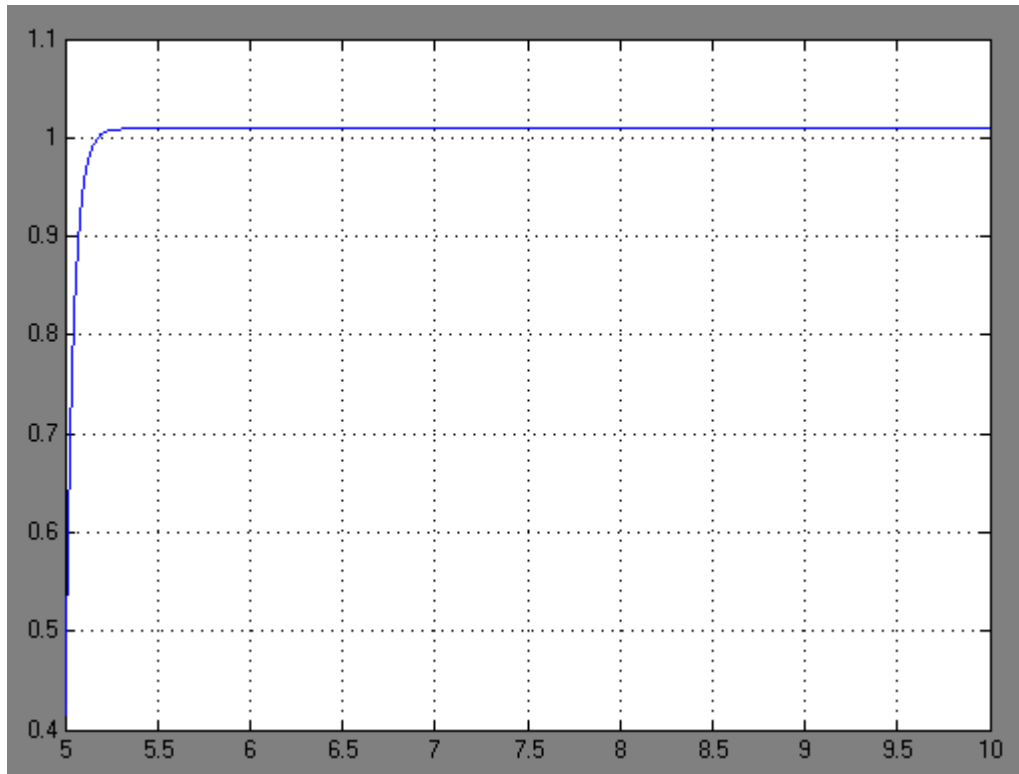


Hình 2.4. Đặt tính dòng điện động cơ

Khi có Mc



Hình 2.5. Đặc tính tốc độ động cơ



Hình 2.6. Đặt tính dòng điện động cơ

Nhận xét: Đáp ứng đầu ra đúng theo giá trị đặt. Khi có M_c tốc độ giảm, dòng điện tăng

Mô phỏng động cơ trên miền thời gian gián đoạn

>> g1= tf(1,[2.3*10^-3 4.8])

>> G2=9.6

>> g3=tf(1, [0.089 5.4*10^-2])

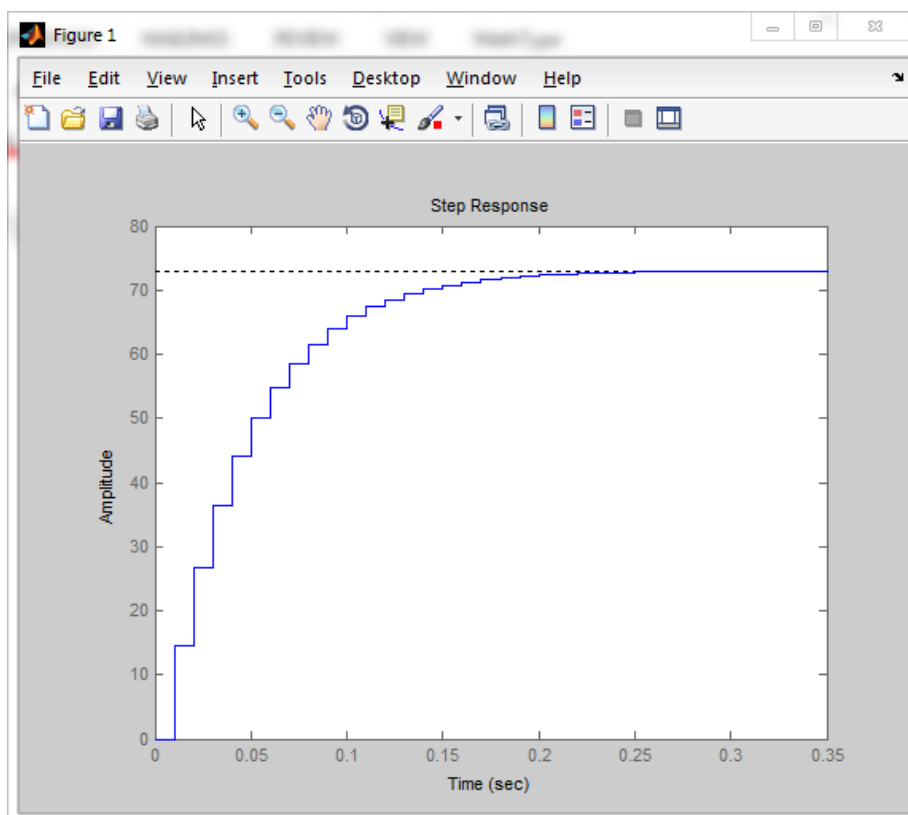
>> G4=1

>> G0=G1*G2*G3

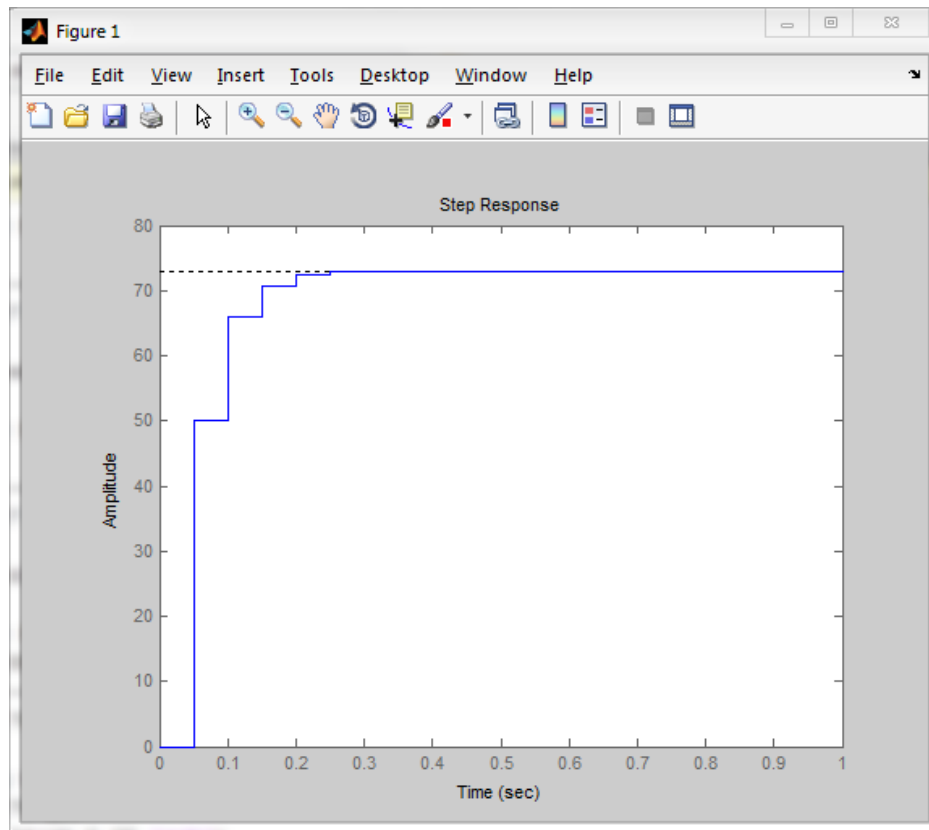
>> Gk=feedback(G0,g4)

>> Gz=c2d(Gk,0.01,'zoh')

>> step(75*Gz)



Hình 2.7. Đặc tính ra với chu kì trích mẫu $T=0.01$.



Hình 2.8. Đặc tính ra với chu kỳ trích mẫu $T=0.05$.

Nhận xét: Khi tăng chu kỳ trích mẫu lớn hơn đáp ứng đầu ra nhanh hơn tuy nhiên là dạng đáp ứng không mịn.

2.2.1. Tổng hợp bộ điều khiển dòng theo Dead - Beat

Thực hiện trên Matlab

```
>> g1i=tf(1,[0.05 1]);
```

```
>> g2i=tf(1,[2.3*10^-3 4.8]);
```

```
>> g0i=g1i*g2i;
```

```
>> gki=feedback(g0i,1)
```

>> gzi=c2d(gki,0.01,'zoh') ;

Ta được hàm gzi như sau :

$$G_{Si}(z) = \frac{0.0355z + 0.0016}{z^2 - 0.7849z + 7.07e-10}$$

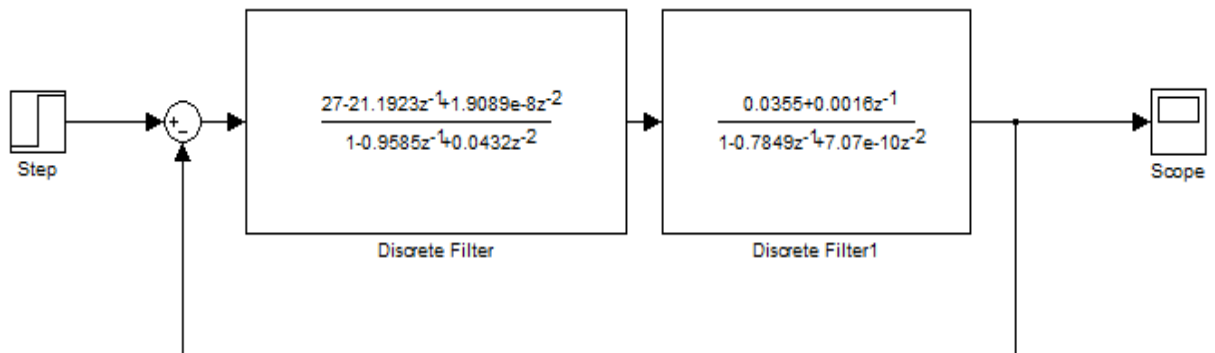
Sampling time: 0.01 chia cả 2 vế cho z^{-2} ta được

$$G_{Si}(z^{-1}) = \frac{0.0355z^{-1} + 0.0016z^{-2}}{1 - 0.7849z^{-1} + 7.07e-10 * z^{-2}}$$

Theo phương pháp Dead - Beat

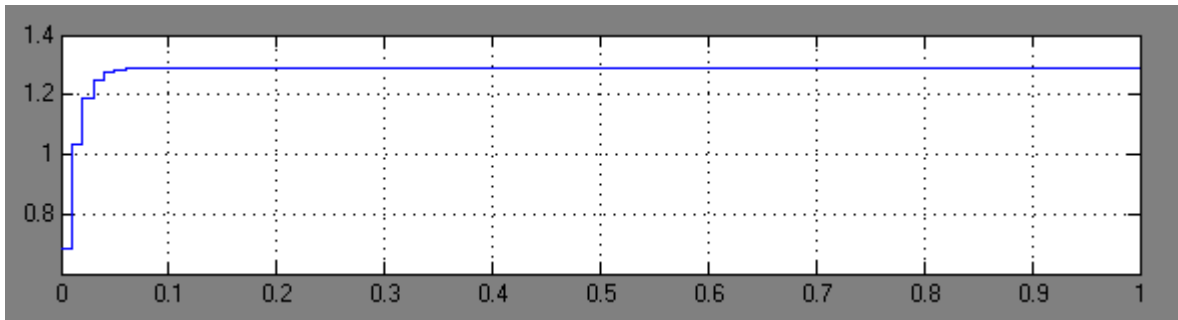
$$\text{Chọn hàm } L(z^{-1}) = l_0 = \frac{1}{\sum_i^n b_i} = \frac{1}{0.0355 + 0.0016} = 27$$

$$G_R(z^{-1}) = \frac{27 \times (1 - 0.7849z^{-1} + 7.07e-10z^{-2})}{1 - 27 \times (0.0355z^{-1} + 0.0016z^{-2})} = \frac{27 - 21.1923z^{-1} + 1.9089e-8z^{-2}}{1 - 0.9585z^{-1} + 0.0432z^{-2}}$$



Hình 2.10. Cấu trúc bộ điều khiển dòng

Kết quả mô phỏng.



Hình 2.11. Dạng đáp ứng dòng điện.

2.2.2. Thiết kế bộ điều khiển tốc độ

Sử dụng Matlab để tính toán:

```
>> g1w=9.6;  
>> g2w=tf(1, [0.089 5.4*10^-2])  
>> g2w=tf(1, [0.089 5.4*10^-2]);  
>> g0w=g1w*g2w;  
>> gkw=feedback(g0w,1) ;  
>> gzw=c2d(gkw,0.01,'zoh')
```


Transfer function:

$$0.6583$$

$$z - 0.338$$

Sampling time: 0.01

>> gzw1=filt(0.6583,[1 -0.338],0.01)

Transfer function:

$$0.6583z^{-1}$$

$$1 - 0.338 z^{-1}$$

Sampling time: 0.01

Áp dụng phương pháp tính bộ điều khiển theo tiêu chuẩn tích phân:

Hàm truyền bộ điều khiển có dạng :

$$\frac{r_0 + r_1 z^{-1}}{1 + p_1 z^{-1}}$$

Chọn $r_0 = U_{\max} = 75$;

$P = -1$ để có khâu tích phân trong bộ điều khiển

$$r_1 \leq -r_0(1 - r_0 \cdot b_1)$$

$$r_1 \leq -75 \cdot (1 - 75 \cdot 0.6583)$$

$$\rightarrow r_1 = -75$$

$$e_0 = 1$$

$$e_1 = 1 - 75 \cdot 0.003948 = 0.7039$$

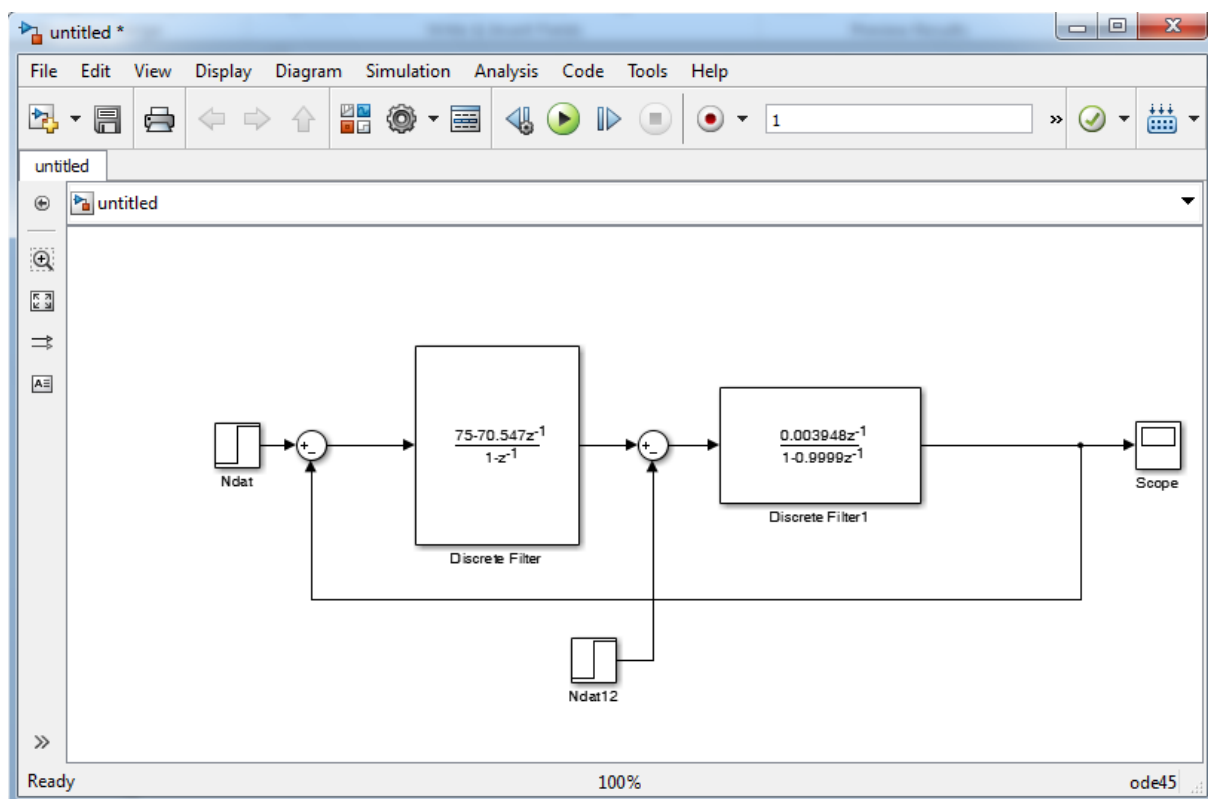
$$e_2 = 2.1992 - 0.003948 \cdot r_1$$

$$I_Q = e_0^2 + e_1^2 + e_2^2 = 6.33195 - 0.01736 \cdot r_1 + 1.55867 \cdot 10^{-5} \cdot r_1^2$$

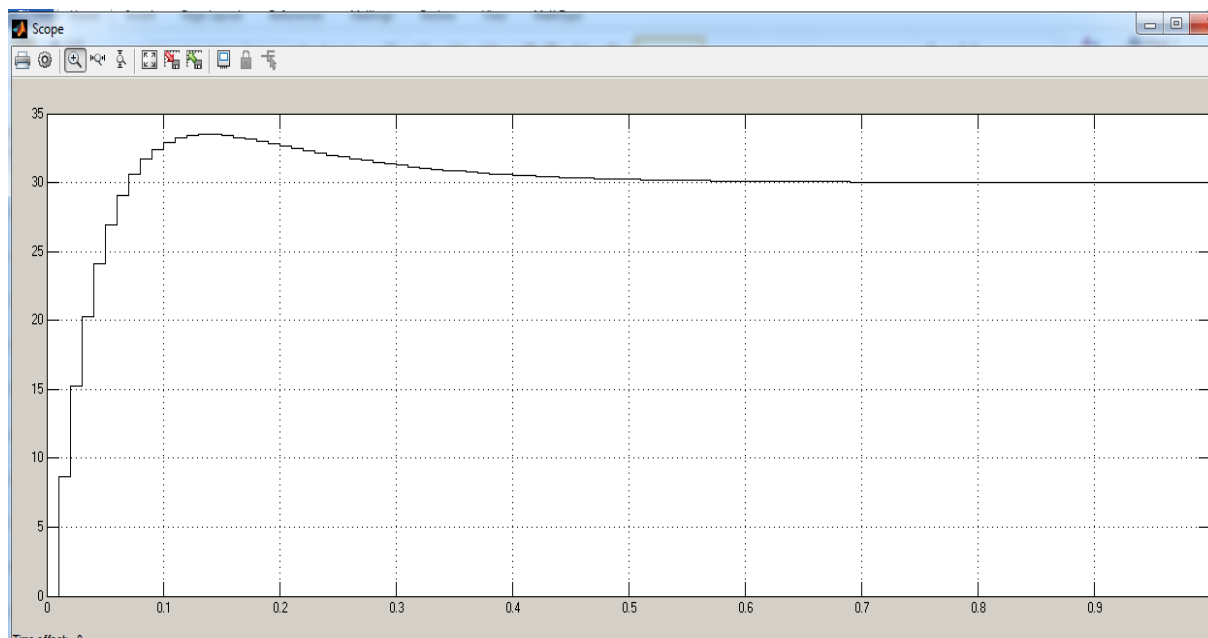
Ta chọn được $r_1 = -70.547$

Ta có bộ điều khiển tốc độ như sau :

Ta có sơ đồ mô phỏng mạch vòng tốc độ như sau



Hình 2.12. sơ đồ mô phỏng mạch vòng tốc độ



Hình 2.13. Đáp ứng của tốc độ trên miền gián đoạn.

Kết Luận

Sau một kì học em đã hoàn thành bài tập lớn của môn học điều khiển số. Kết quả đạt được:

- Biết cách thiết kế bộ điều khiển số
- Hiểu sâu về động cơ Servo

Một số điểm chưa đạt được: bộ điều khiển chưa tối ưu, tín hiệu ra chưa sát với tín hiệu đặt.