

NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN MÁY PHÁT ĐIỆN ĐỒNG BỘ XOAY CHIỀU 3 PHA BẰNG SIMULINK – MATLAB.

I. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Máy phát điện đồng bộ

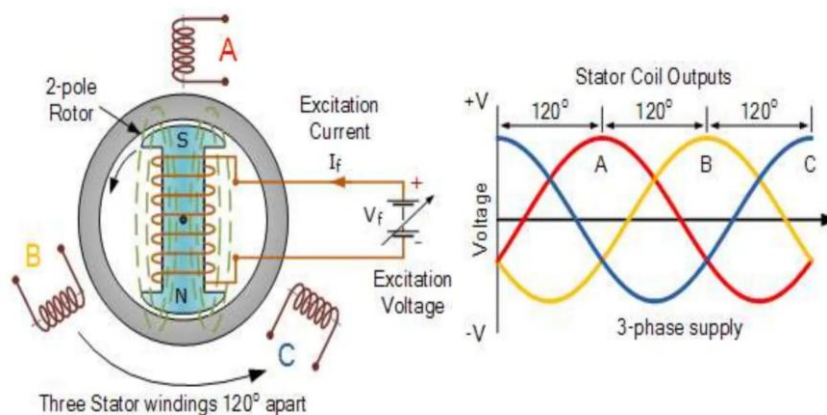
Máy phát điện đồng bộ là thiết bị biến đổi cơ năng thành điện năng xoay chiều dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Trong máy phát điện đồng bộ, tốc độ quay của rôto luôn đồng bộ với tần số của điện áp tạo ra.

a. Cấu tạo

Máy phát điện đồng bộ gồm hai phần chính:

a) Stator

- Là phần đứng yên.
- Gồm lõi thép kỹ thuật điện ghép từ nhiều lá thép mỏng.
- Chứa các dây quấn ba pha A, B, C đặt lệch nhau 120° điện.
- Nhiệm vụ:
 - Cảm ứng sức điện động ba pha.
 - Cấp điện ra tải.



b) Rôto

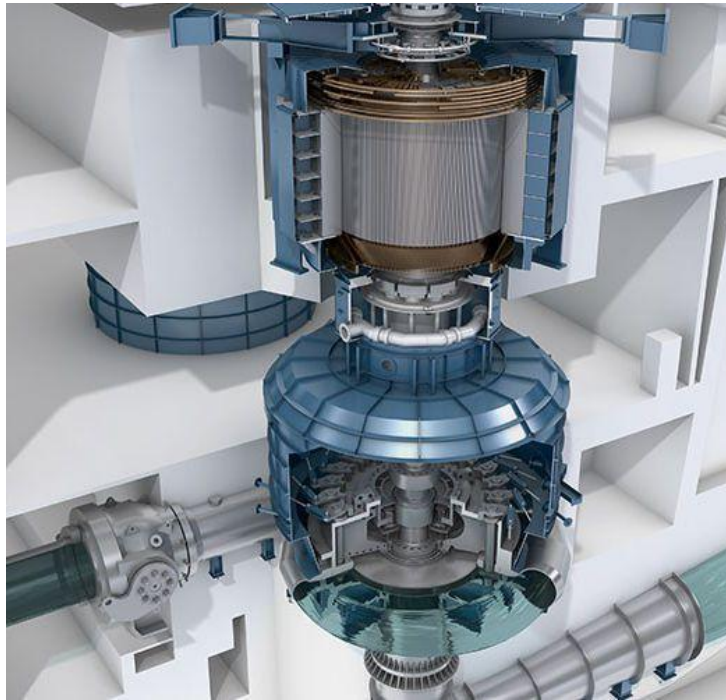
Có hai loại:

- Rôto cực lồi (Salient Pole)
 - Tốc độ thấp.
 - Thường dùng trong nhà máy thủy điện.
- Rôto cực ẩn (Cylindrical Rotor)
 - Tốc độ cao.

- Dùng trong tua-bin hơi và tua-bin khí.

Từ trường trong Rôto có thể được tạo ra từ:

- Dây quấn kích từ (Rôto được cấp dòng điện một chiều (DC) để tạo từ trường).
- Hoặc nam châm vĩnh cửu (PMSG)



b. Nguyên lý hoạt động của Máy phát điện đồng bộ

- Cấp dòng kích từ: Nguồn DC được cấp vào dây quấn rôto → Sinh ra từ trường
- Cho rôto quay bằng nguồn cơ học, có thể là: Tua-bin hơi, Tua-bin nước, Tua-bin gió, Động cơ Diesel. Khi rôto quay với tốc độ: n (vg/ph) → Từ trường cũng quay theo.
- Do rôto quay nên từ thông xuyên qua các cuộn dây stato thay đổi liên tục, cảm ứng sinh ra sức điện động trên các cuộn dây quấn stato E_a, E_b, E_c
- Vì các cuộn dây stato đặt lệch nhau 1 góc 120° trong không gian, nên các sức điện động cũng lệch nhau 1 góc 120° .
- Nếu nối các cuộn dây với tải tiêu thụ, các sức điện động sẽ tạo ra điện áp xoay chiều 3 pha lệch nhau 1 góc 120° : U_a, U_b, U_c

II. Điều khiển Máy phát điện đồng bộ

a. Điều khiển tần số

Tần số phụ thuộc vào tốc độ quay của roto : $f = \frac{pn}{60}$

b. Điều khiển điện áp

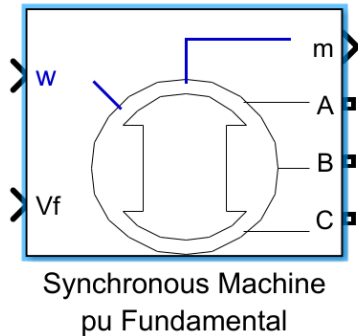
Điện áp đầu cực được điều chỉnh bằng cách thay đổi dòng kích từ:

- Tăng dòng kích từ → Từ thông tăng → Điện áp tăng.
- Giảm dòng kích từ → Từ thông giảm → Điện áp giảm.

Bộ điều chỉnh điện áp tự động thực hiện việc này để giữ điện áp ổn định khi tải thay đổi.

III. Nghiên cứu mô hình điều khiển máy phát điện đồng bộ xoay chiều 3 pha bằng Simulink – Matlab

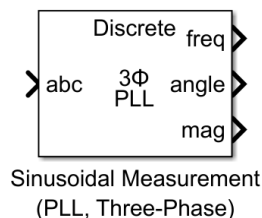
a) Khối Máy phát điện đồng bộ:



Đây là mô hình cơ bản của một máy phát điện đồng bộ xoay chiều 3 pha trong hệ tương đối. Trong đó:

- w là tốc độ góc quay được tính ở hệ tương đối pu: $w_{pu} = \frac{w}{w_{dm}} = \frac{n \cdot \frac{\pi}{30}}{n_{dm} \cdot \frac{\pi}{30}}$
- V_f : là điện áp kích từ được tính ở hệ tương đối pu:
- m : đầu ra của nhiều tín hiệu được tính ở hệ tương đối pu
- A, B, C : tín hiệu đầu ra của các pha máy phát, bao gồm điện áp và dòng điện xoay chiều.

b) Khối đo tín hiệu hình sin 3 pha



Đây là khối đo tín hiệu hình sin 3 pha. Kết quả đo được là tần số f (Hz), góc lệch pha (rad/s) và biên độ của tín hiệu tính ở hệ tương đối.

Trong đó:

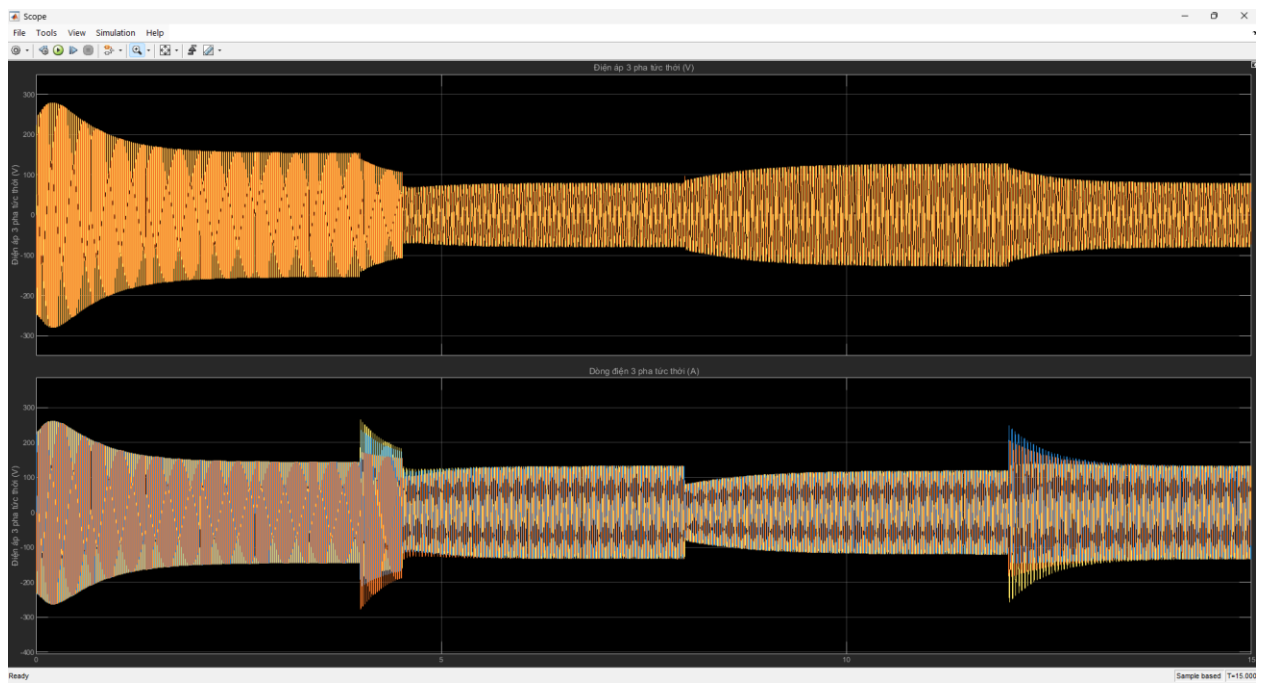
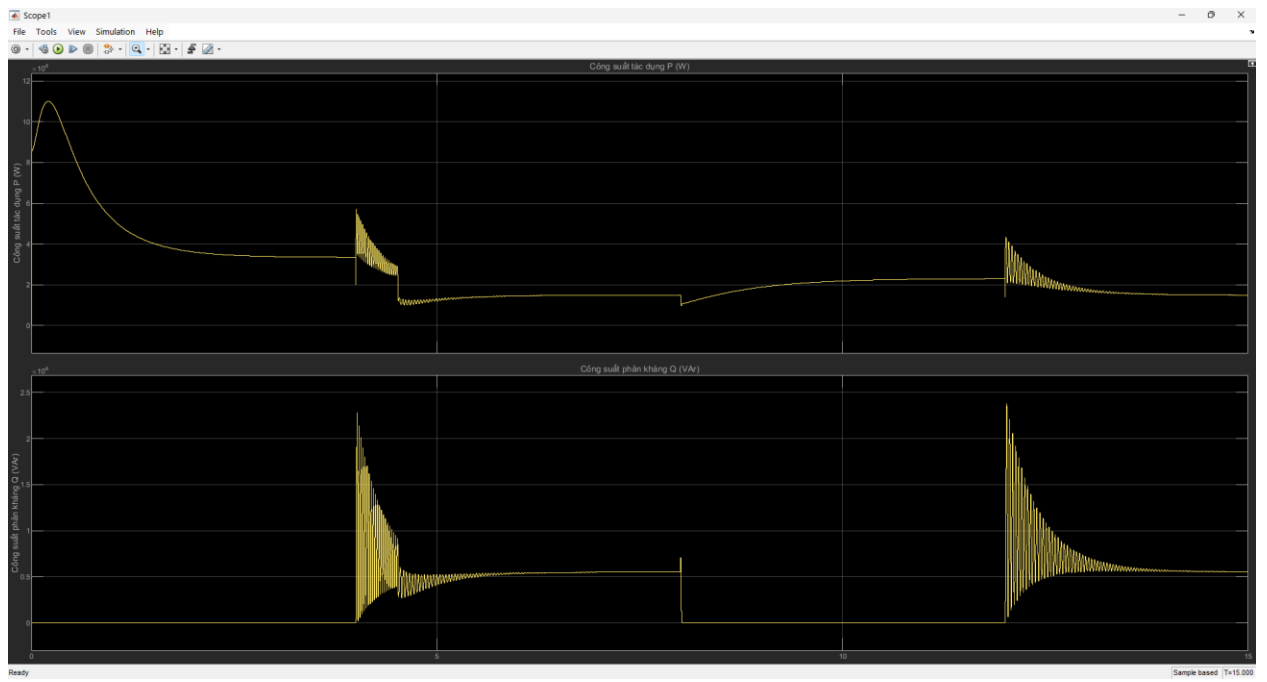
abc là tín hiệu 3 pha tính ở hệ tương đối pu: $abc = \frac{V_{abc}}{V_{max}}$

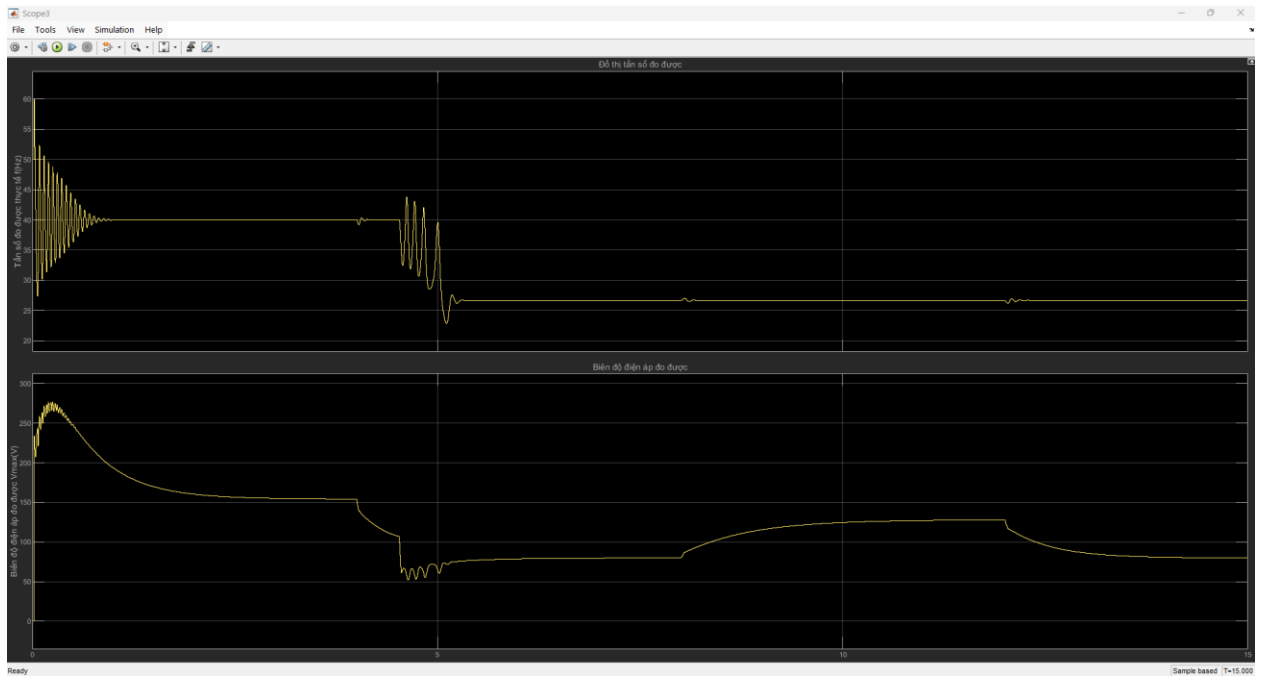
$freq$ là tần số đo được

$angle$: góc lệch pha (rad/s)

mag : là biên độ đo được ở hệ tương đối

Kết quả khi chưa điều khiển:





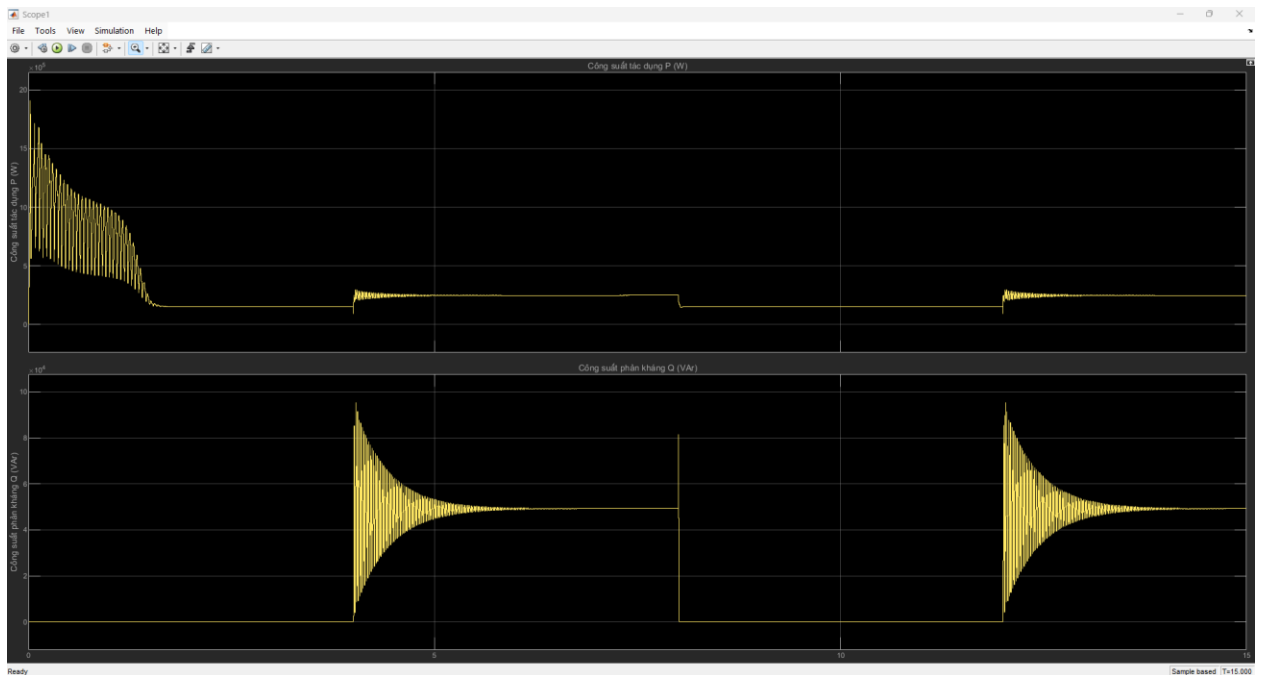
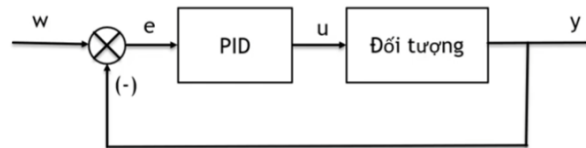
Kết quả sau khi điều khiển:

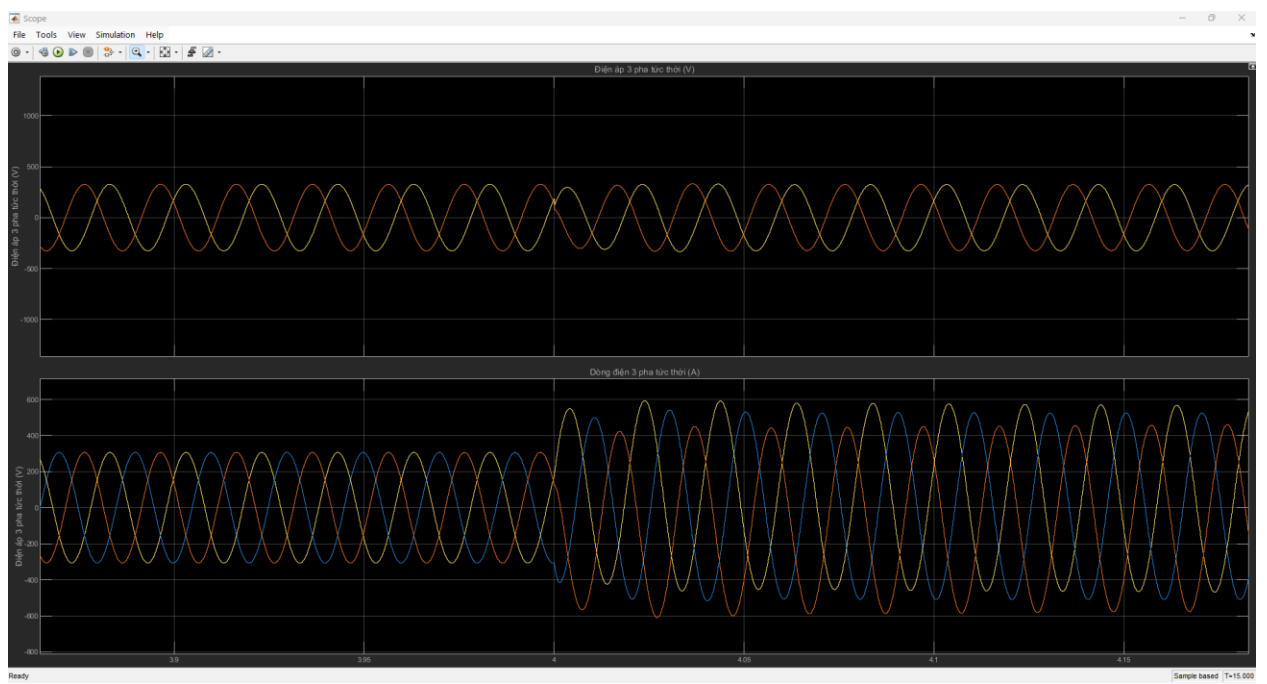
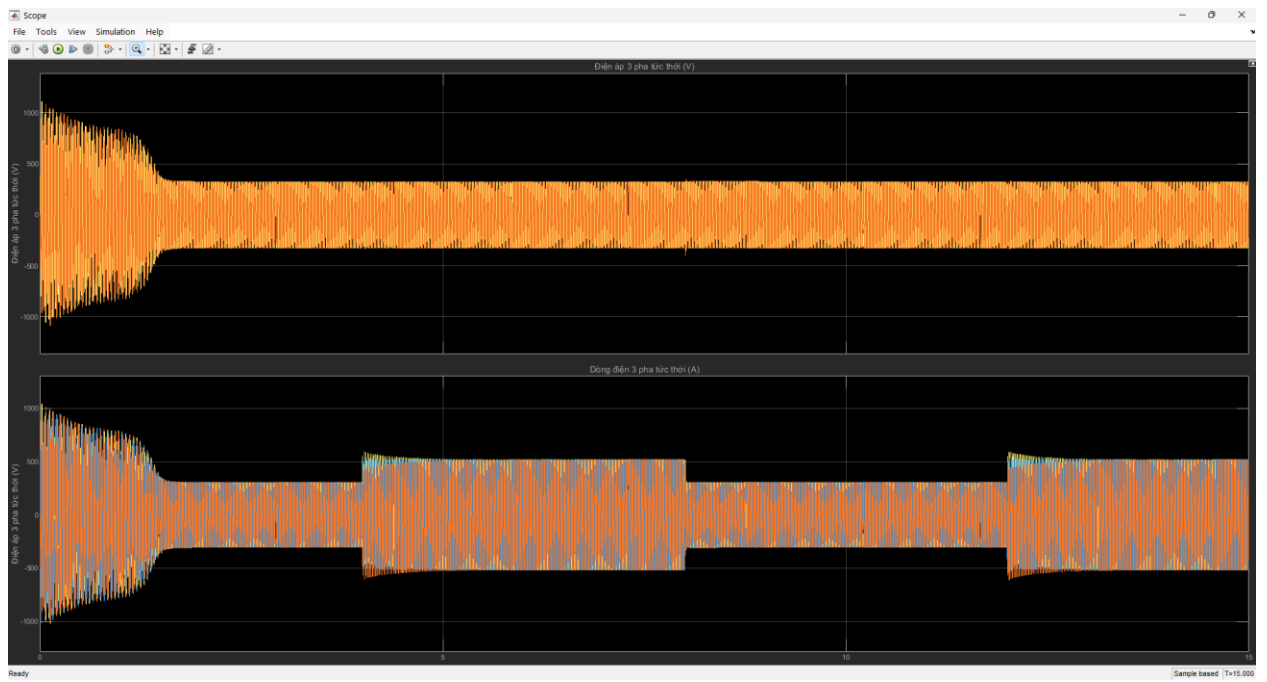
- Điều khiển tần số: Tốc độ quay cố định $n = 1500 \text{ vg/ph}$
- Điều khiển điện áp: Tăng dòng điện kích từ $\rightarrow$ Tăng điện áp kích từ V_f

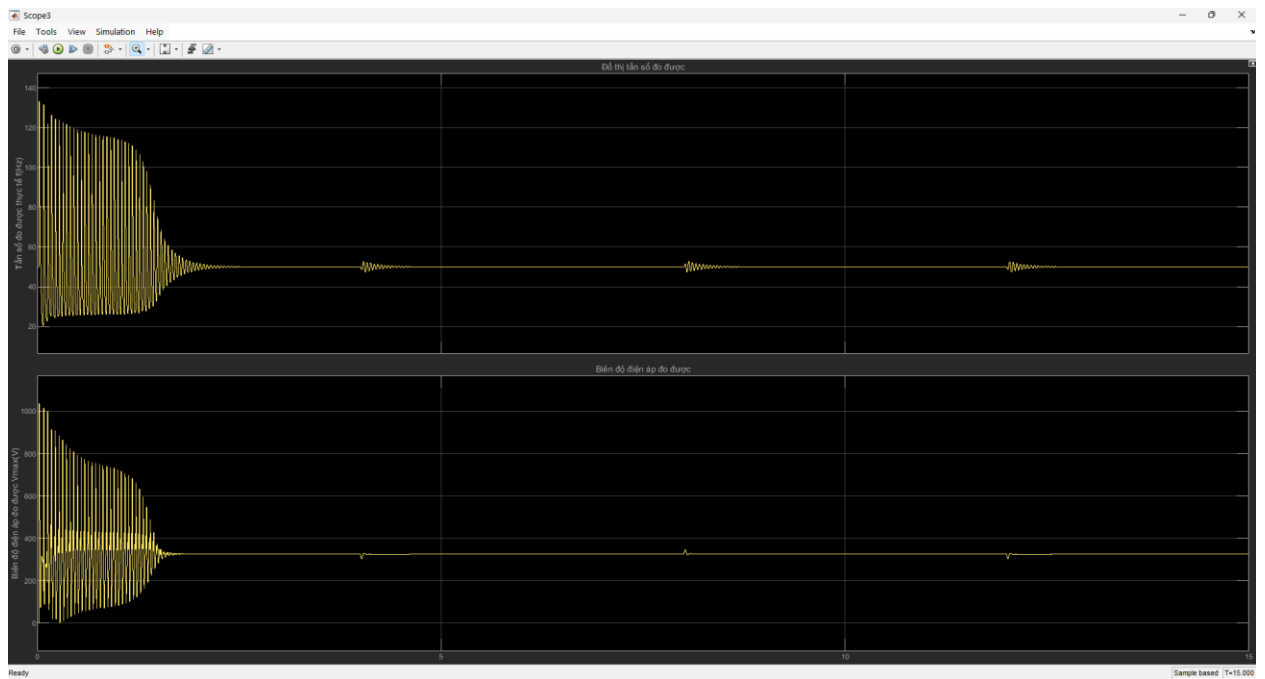
Sử dụng hàm truyền PID

1. Hàm truyền bộ điều khiển PID

Ta có hệ thống như sau:







Kết luận:

Mô hình mô phỏng đã hoàn chỉnh.

Để giữ được tần số ổn định, tốc độ quay của roto phải ổn định. Với thông số của máy phát, tốc độ quay không đổi 1500vg/ph sẽ cho ra tần số $f = 50\text{Hz}$

Để ổn định điện áp đầu ra, sử dụng bộ biến đổi PI với các thông số $K_p = 0,6$; $K_i = 0,3$.