

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO



**HUTECH**  
Đại học Công nghệ Tp.HCM



# THÍ NGHIỆM MÁY ĐIỆN

**Biên soạn:**

Hoàng Nguyễn Phước

Họ và tên sinh viên: .....

Mã số sinh viên: .....

Lớp/nhóm: .....

**THÍ NGHIỆM MÁY ĐIỆN**

Ấn bản 2014

# MỤC LỤC

HƯỚNG DẪN .....	I
-----------------	---

## **BÀI 1: ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ BA PHA**

1.1 PHẦN CHUẨN BỊ Ở NHÀ .....	1
1.2 SƠ ĐỒ VÀ CÁC THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM .....	4
1.3 NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM .....	6
1.3.1 Mở máy động cơ điện .....	6
1.3.2 Thí nghiệm khi động cơ làm việc có tải .....	12

## **BÀI 2: MÁY ĐIỆN MỘT CHIỀU**

2.1 PHẦN CHUẨN BỊ Ở NHÀ .....	17
2.2 SƠ ĐỒ VÀ CÁC THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM .....	21
2.3 NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM .....	23
2.3.1 Động cơ điện một chiều làm việc không tải .....	23
2.3.2 Động cơ điện một chiều làm việc có tải .....	25
2.3.3 Máy phát điện một chiều làm việc không tải .....	26
2.3.4 Máy phát điện một chiều làm việc có tải .....	27

## **BÀI 3: MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ**

3.1 PHẦN CHUẨN BỊ Ở NHÀ .....	29
3.2 SƠ ĐỒ VÀ CÁC THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM .....	34
3.3 NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM .....	37

## **BÀI 4: MÁY BIẾN ÁP**

4.1 PHẦN CHUẨN BỊ Ở NHÀ .....	45
4.2 SƠ ĐỒ VÀ CÁC THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM .....	49
4.3 NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM .....	50





# HƯỚNG DẪN

## MÔ TẢ MÔN HỌC

Thí nghiệm máy điện là môn học nhằm thực hành các phương pháp mở máy, khảo sát các đường đặc tuyến làm việc và vẽ các đặc tính làm việc khi không tải và có tải của máy điện không đồng bộ, máy điện một chiều và máy điện đồng bộ, xác định các thông số của máy biến áp...

## NỘI DUNG MÔN HỌC

- Bài 1. Máy điện không đồng bộ: giúp sinh viên thực hành các phương pháp mở máy của động cơ, khảo sát các đặc tính không tải và có tải của động cơ.
- Bài 2: Máy điện một chiều: giúp sinh viên khảo sát và vẽ các đặc tính không tải và có tải của động cơ và máy phát điện một chiều.
- Bài 3: Máy điện đồng bộ: giúp sinh viên khảo sát các chế độ làm việc của máy phát điện đồng bộ ba pha. Thực hiện hòa đồng bộ máy phát điện với hệ thống điện.
- Bài 4: Máy biến áp: giúp sinh viên thực hành nối dây máy biến áp, biến dòng, và các đồng hồ đo lường. Xác định các thông số của máy biến áp bằng thí nghiệm:
  - Đo tỉ số máy biến áp, xác định cực tính máy biến áp.
  - Thí nghiệm không tải.
  - Thí nghiệm ngắn mạch.
  - Vẽ đặc tuyến ngõ ra của máy biến áp khi có tải R, L, C thay đổi.

## KIẾN THỨC TIỀN ĐỀ

Sinh viên phải nắm vững lý thuyết máy điện.

## YÊU CẦU MÔN HỌC

Người học phải dự học đầy đủ các buổi lên lớp và làm bài tập đầy đủ ở nhà.

## CÁCH TIẾP NHẬN NỘI DUNG MÔN HỌC

Để học tốt môn này, sinh viên cần chuẩn bị phần lý thuyết, trả lời các câu hỏi trong phần chuẩn bị ở nhà.

## PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ MÔN HỌC

Môn học được đánh giá gồm:

- Điểm quá trình: 30%. Hình thức và nội dung do Giáo viên quyết định, phù hợp với quy chế đào tạo và tình hình thực tế tại nơi tổ chức học tập.
- Điểm thi: 70%. Hình thức thí nghiệm và các kết quả thí nghiệm gồm các bài thí nghiệm thuộc bài thứ nhất đến bài thứ tư và nộp báo cáo thí nghiệm.

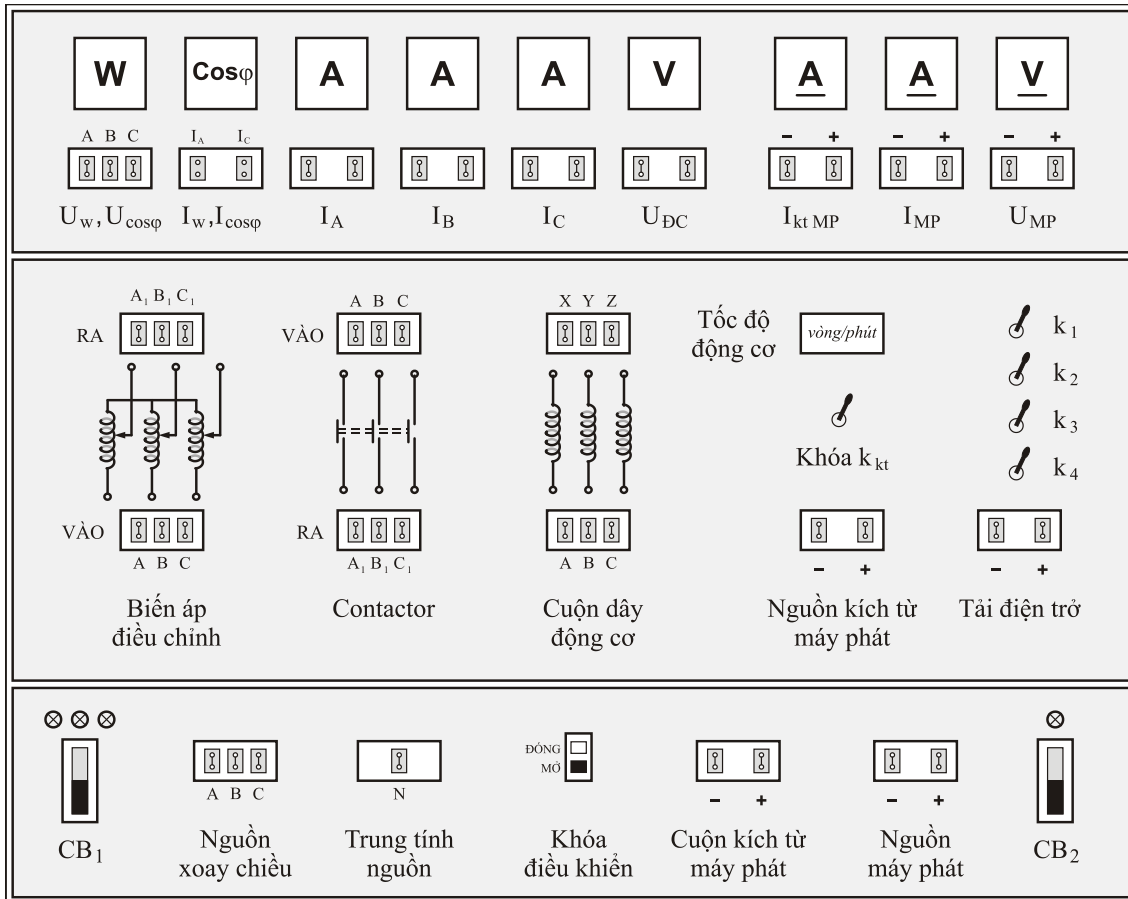








- Công suất định mức  $P_{đm} = 1500W (2HP)$ .
- Điện áp định mức  $U_{đm} = 200V$ .
- Dòng điện định mức  $I_{đm} = 8A$ .
- Tốc độ định mức  $n_{đm} = 1500 \text{ vòng/phút}$ .
- Điện áp kích từ định mức  $U_{ktđm} = 200V \text{ (kích từ độc lập)}$ .



Hình 1.1: panel thí nghiệm động cơ không đồng bộ.

- Biến áp điều chỉnh ba pha nối hình sao (Y): dùng để thay đổi điện áp vào động cơ.
  - Điện áp phía sơ cấp  $U_{1đm} = 380V$ .
  - Dòng điện định mức  $I_{1đm} = 8A$ .
- Các điện trở  $R_1, R_2, R_3, R_4$  mắc song song, dùng làm tải cho máy phát một chiều và có các giá trị:
- Các đồng hồ đo lường.
  - Am-pe kế xoay chiều 5A (đo dòng điện không tải  $I_0$ ) và 50A (đo dòng mở máy  $I_{mm}$ ).

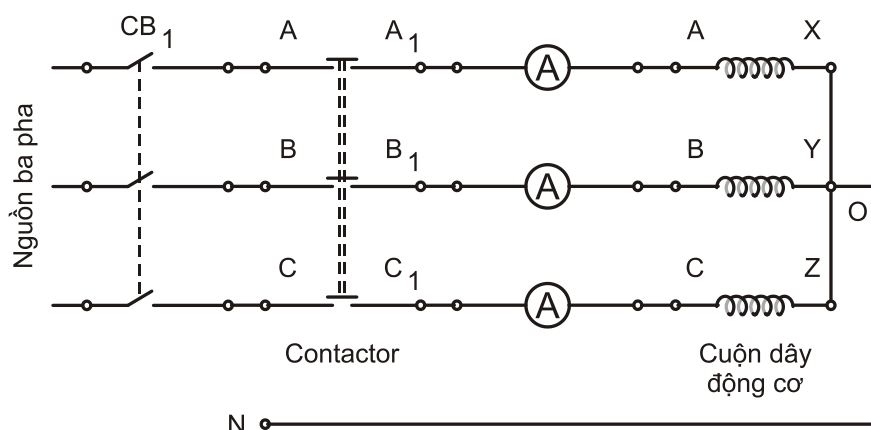
- Vôn kế xoay chiều 500V.
  - Watt kế ba pha: đo công suất tiêu thụ của động cơ.
  - $\text{Cos}\varphi$  kế ba pha: đo hệ số công suất của động cơ.
  - Am-pe kế một chiều: đo dòng điện tải của máy phát một chiều.
  - Vôn kế một chiều: đo điện áp đầu cực của máy phát một chiều.
  - Tốc độ kế: đo tốc độ quay của động cơ.
- Thiết bị đóng cắt.
    - $\text{CB}_1$ : Đóng, cắt nguồn điện vào bàn thí nghiệm.
    - $\text{CB}_2$ : Đóng, cắt điện áp tại đầu cực của máy phát một chiều.
    - Các khóa  $k_1, k_2, k_3, k_4$ : đóng và cắt tải cho máy phát điện một chiều.
    - Nút nhấn đóng, cắt mạch điều khiển contactor.
    - Contactor: Dùng đóng cắt điện vào động cơ điện không đồng bộ.
  - Mạng điện của phòng thí nghiệm có điện áp 380/220V, có hệ thống dây điện nối đất an toàn cho các thiết bị điện.

## 1.3 NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

### 1.3.1 Mở máy động cơ điện

- **Mở máy trực tiếp**

Mắc động cơ vào mạng điện theo sơ đồ hình 1.2.



Hình 1.2: sơ đồ nối dây của động cơ không đồng bộ mở máy trực tiếp.



Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép, sinh viên thực hiện tiếp các thao tác:

- Đóng CB<sub>1</sub>.
- Quan sát dòng điện trên ba am-pe kế.

*Lưu ý: dòng điện mở máy xảy ra rất nhanh nên phải chú ý mới đọc được các giá trị trên am-pe kế.*

- Quan sát chiều quay của động cơ.
- Đóng contactor, cấp điện cho động cơ; ghi nhận dòng điện mở máy ( $I_{mm}$ ) và dòng điện không tải ( $I_o$ ).

$$I_{mm} = \text{..... [A]} \quad ; \quad I_o = \text{..... [A]}.$$

- Dừng động cơ.
- Tính toán hệ số mở máy và hệ số không tải.

$$k_{mm} = \text{.....} \quad ; \quad k_o = \text{.....}.$$

### • Đảo chiều quay của động cơ

Giữ nguyên sơ đồ nối dây như hình 1.2.

- Chỉ đổi dây nối hai pha A và B (hoặc B và C) của động cơ cho nhau (tức là đổi thứ tự pha của nguồn điện đặt vào động cơ). Lặp lại trình tự thao tác như thí nghiệm ở phần trên.

- Đóng CB<sub>1</sub>.
- Quan sát dòng điện trên ba am-pe kế.
- Quan sát chiều quay của động cơ.
- Đóng contactor, cấp điện cho động cơ; quan sát các am-pe kế ghi nhận dòng điện mở máy ( $I_{mm}$ ) và dòng điện không tải ( $I_o$ ).

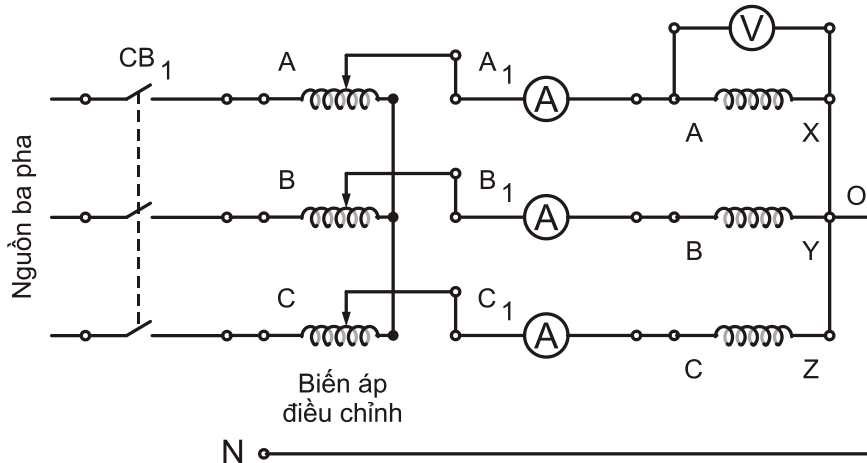
$$I_{mm} = \text{..... [A]} \quad ; \quad I_o = \text{..... [A]}.$$

- Dừng động cơ.
- Tính toán hệ số mở máy và hệ số không tải.

$$k_{mm} = \text{.....} \quad ; \quad k_o = \text{.....}.$$

- **Mở máy động cơ bằng phương pháp thay đổi điện áp đặt vào động cơ thông qua biến áp điều chỉnh.**

Mắc động cơ vào mạng điện theo sơ đồ hình 1.3.



Hình 1.3: khởi động động cơ bằng phương pháp thay đổi điện áp.

Lưu ý: mắc đúng ngõ vào và ra khi nối dây cho biến áp; chỉnh điện áp tại biến áp và đọc giá trị trên vôn kế theo theo các giá trị cho trong bảng 1.1.

Chỉnh biến áp ở vị trí tương ứng với điện áp ngõ ra bằng 0V (chỉnh núm xoay trên biến áp điều chỉnh về hết bên trái). Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép mới thực hiện tiếp các thao tác sau:

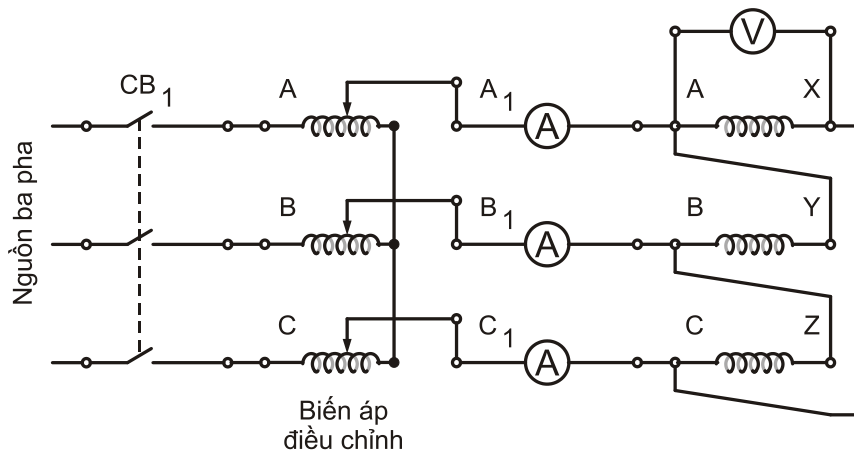
Bảng 1.1: thông số của động cơ đấu sao, khi thay đổi điện áp đặt vào động cơ

Stt	Điện áp (V)	Dòng điện pha A (A)	Dòng điện pha B (A)	Dòng điện pha C (A)	Tốc độ (vòng/phút)
1	40				
2	60				
3	80				
4	100				
5	120				
6	140				
7	160				
8	180				
9	200				
10	220				



## • Mở máy khi động cơ nối tam giác.

Mắc động cơ vào mạng điện theo sơ đồ hình 1.4.



Hình 1.4: sơ đồ nối dây của động cơ không đồng bộ nối tam giác.

Lưu ý: điện áp pha định mức của động cơ là 220V, khi động cơ nối tam giác ( $\Delta$ ) điện áp đặt vào các cuộn dây quấn là  $U_{dây}$  nên điện áp dây của nguồn cực đại chỉ tăng đến 220V (nhìn trên vôn kế).

Chỉnh biến áp ở vị trí tương ứng với điện áp ngõ ra bằng 0V (chỉnh núm xoay về hết bên trái). Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép mới thực hiện tiếp các thao tác sau:

- Đóng  $CB_1$ .
- Tăng dần điện áp đặt vào động cơ bằng cách điều chỉnh núm xoay trên biến áp điều chỉnh theo các giá trị điện áp cho trước trong bảng 1.2.
- Quan sát am-pe kế, tốc độ kế và ghi lại các giá trị vào bảng 1.2.
- Giữ nguyên mức điện áp  $U = 200V$ , cắt  $CB_1$ , sau đó đóng lại  $CB_1$ .
- Quan sát các am-pe kế, ghi nhận giá trị dòng điện mở máy và dòng điện không tải khi động cơ đấu tam giác.

$$I_{mm} = \dots \text{ [A]} \quad ; \quad I_o = \dots \text{ [A]}.$$

- Khi kết thúc thí nghiệm, chỉnh biến áp về giá trị 0V.
- Cắt  $CB_1$ .
- Tính toán hệ số mở máy và hệ số không tải.

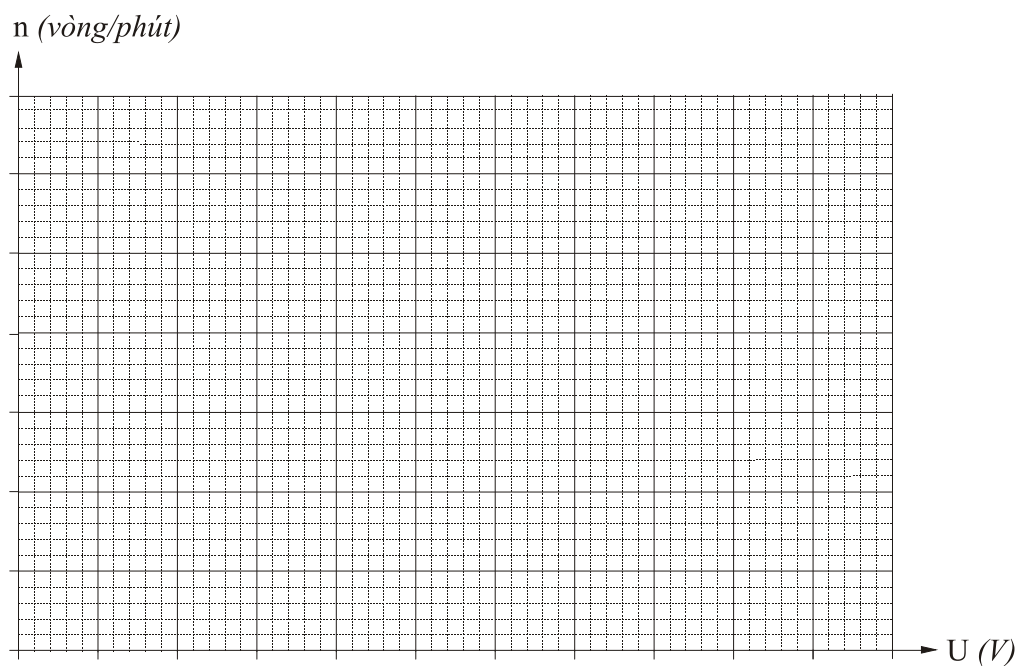
$$k_{mm} = \dots \quad ; \quad k_o = \dots$$

Bảng 1.2: các thông số của động cơ đấu tam giác, khi thay đổi điện áp đặt

Stt	Điện áp (V)	Dòng điện pha A (A)	Dòng điện pha B (A)	Dòng điện pha C (A)	Tốc độ (vòng/phút)
1	40				
2	60				
3	80				
4	100				
5	120				
6	140				
7	160				
8	180				
9	200				

Dựa vào các thông số ở bảng 1.2, vẽ:

- **Đặc tuyến tốc độ theo điện áp  $n=f(U)$ .**



Nhận xét: .....

.....

.....

.....

.....

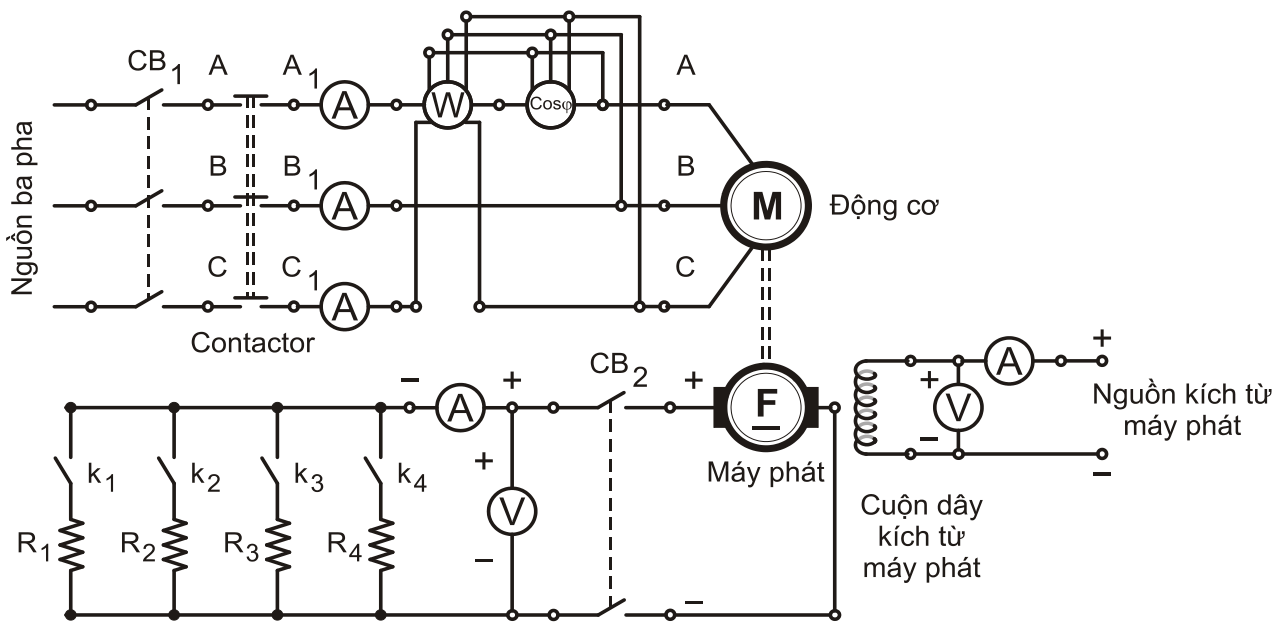
.....

.....

### 1.3.2 Thí nghiệm khi động cơ làm việc có tải

Ở thí nghiệm này, động cơ không đồng bộ nối đồng trục với máy phát một chiều, dùng bốn điện trở mắc song song làm tải cho máy phát một chiều.

- Tất cả các khóa đóng cho tải đều ở vị trí cắt (*vị trí OFF*).
- Nối dây theo sơ đồ hình 1.5.



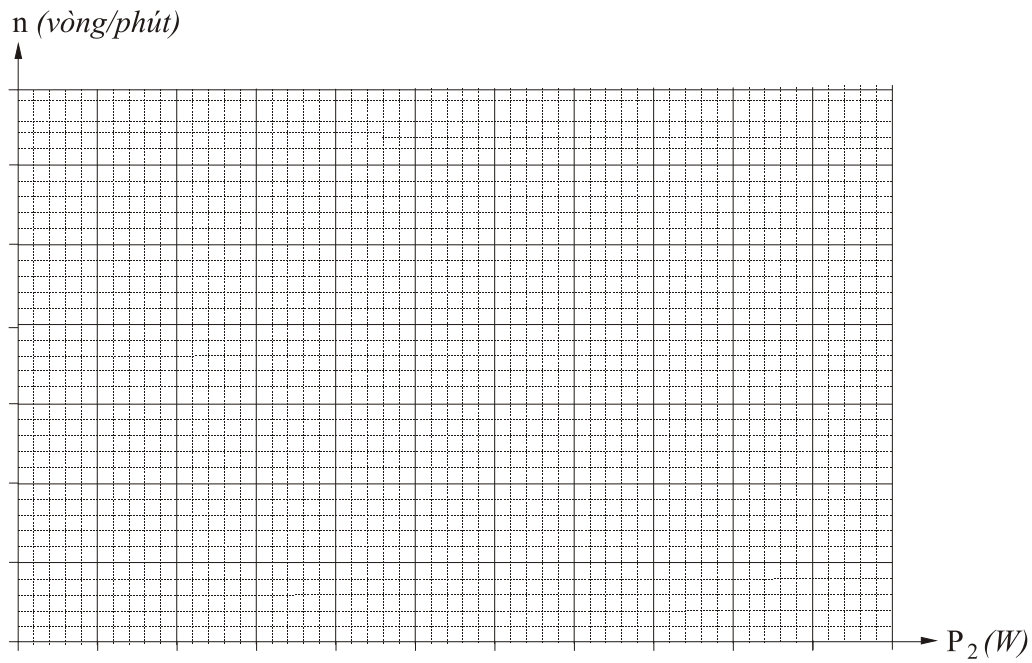
Hình 1.5: sơ đồ nối dây của động cơ không đồng bộ khi mang tải.

Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép, sinh viên thực hiện tiếp các bước sau:

- Đóng CB<sub>1</sub>.
- Đóng nguồn cung cấp cho động cơ bằng cách ấn nút ON của contactor, quan sát tốc độ quay của động cơ.
- Đóng CB<sub>2</sub> (đóng nguồn từ máy phát điện một chiều, cung cấp cho tải).
- Tăng dần tải của máy phát bằng cách đóng lần lượt các khóa k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub>, k<sub>3</sub>, k<sub>4</sub>, theo yêu cầu và ghi nhận các giá trị theo yêu cầu như trong bảng 1.3.
- Cắt tất cả các khóa tải theo thứ tự k<sub>4</sub>, k<sub>3</sub>, k<sub>2</sub>, k<sub>1</sub>.
- Cắt CB<sub>2</sub> của nguồn máy phát và dừng động cơ, kết thúc thí nghiệm.



- Đặc tuyến tốc độ theo công suất cơ  $n=f(P_2)$



Nhận xét: .....

.....

.....

.....

.....

.....

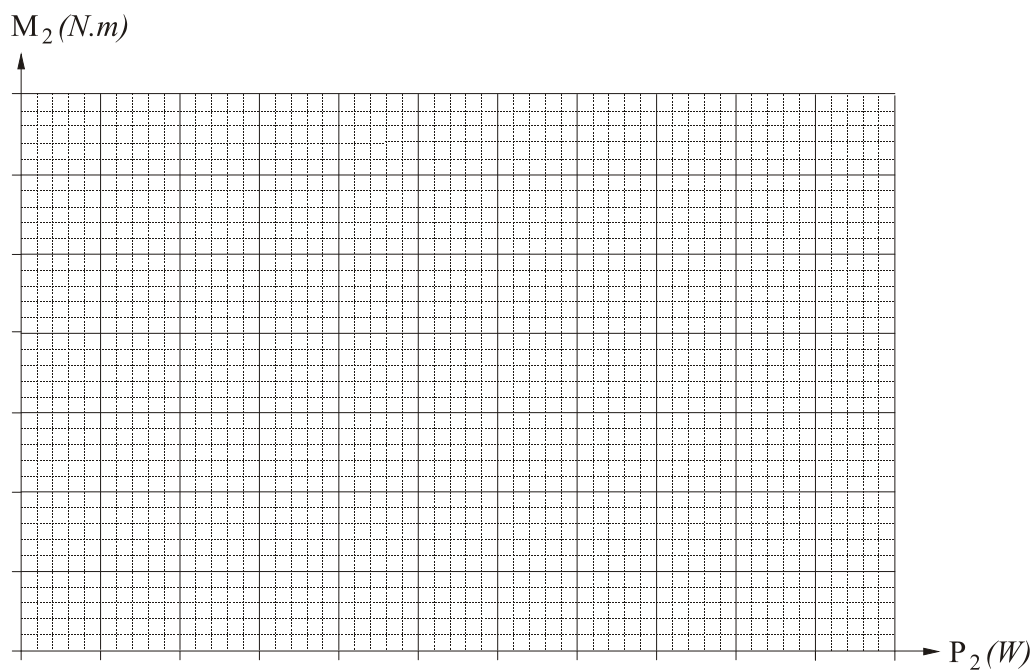
.....

.....

.....

.....

- Đặc tuyến moment cơ theo công suất cơ  $M_2=f(P_2)$



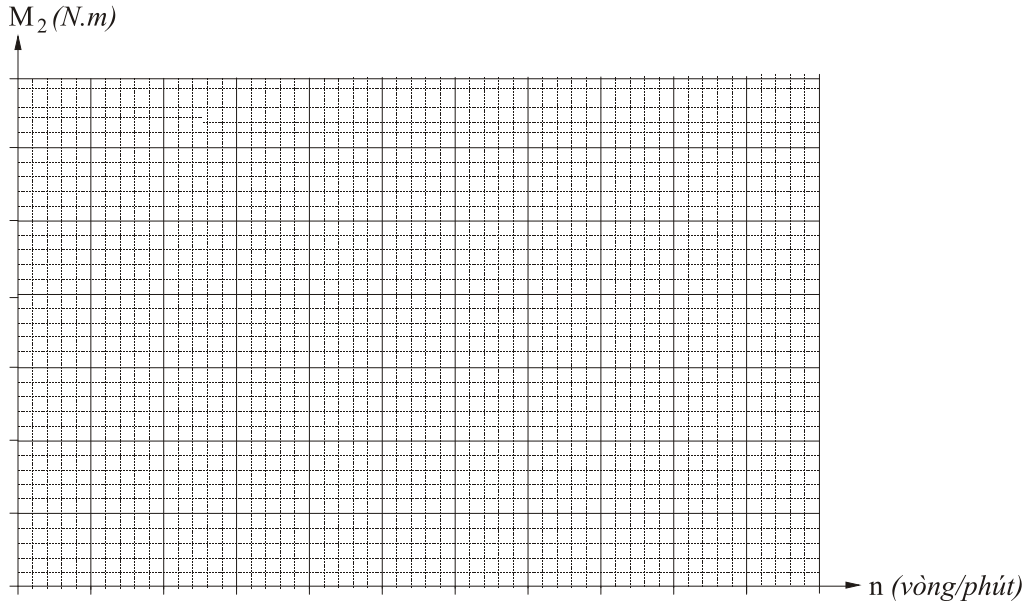


Nhận xét: .....

.....

.....

- **Đặc tuyến moment cơ theo công suất cơ  $M_2 = f(P_2)$**

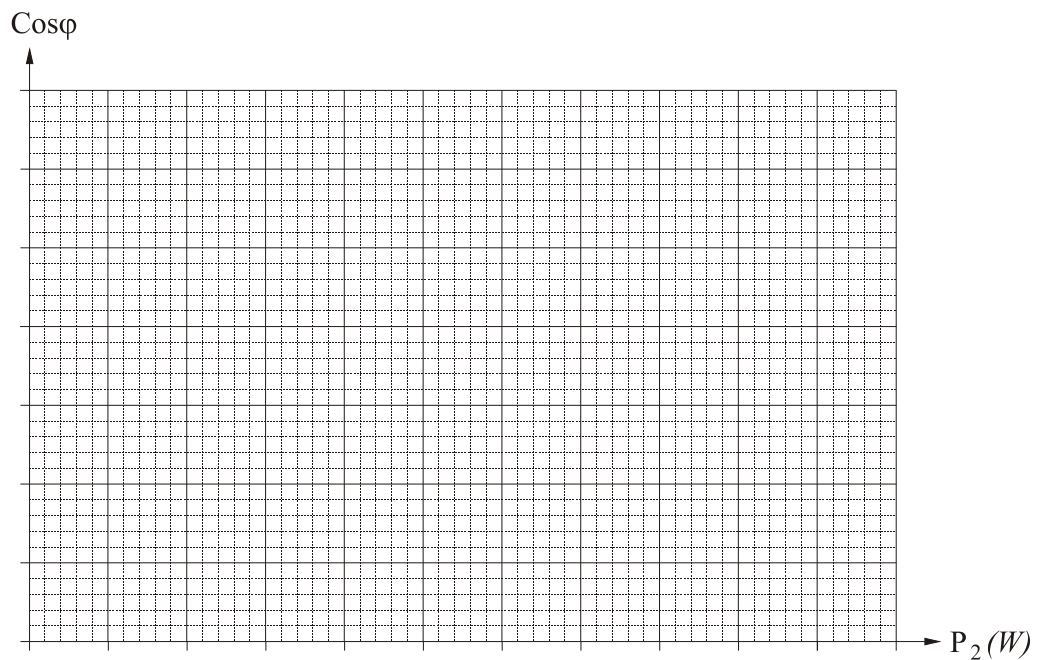


Nhận xét: .....

.....

.....

- **Đặc tuyến hệ số công suất theo công suất cơ  $M_2 = f(P_2)$**







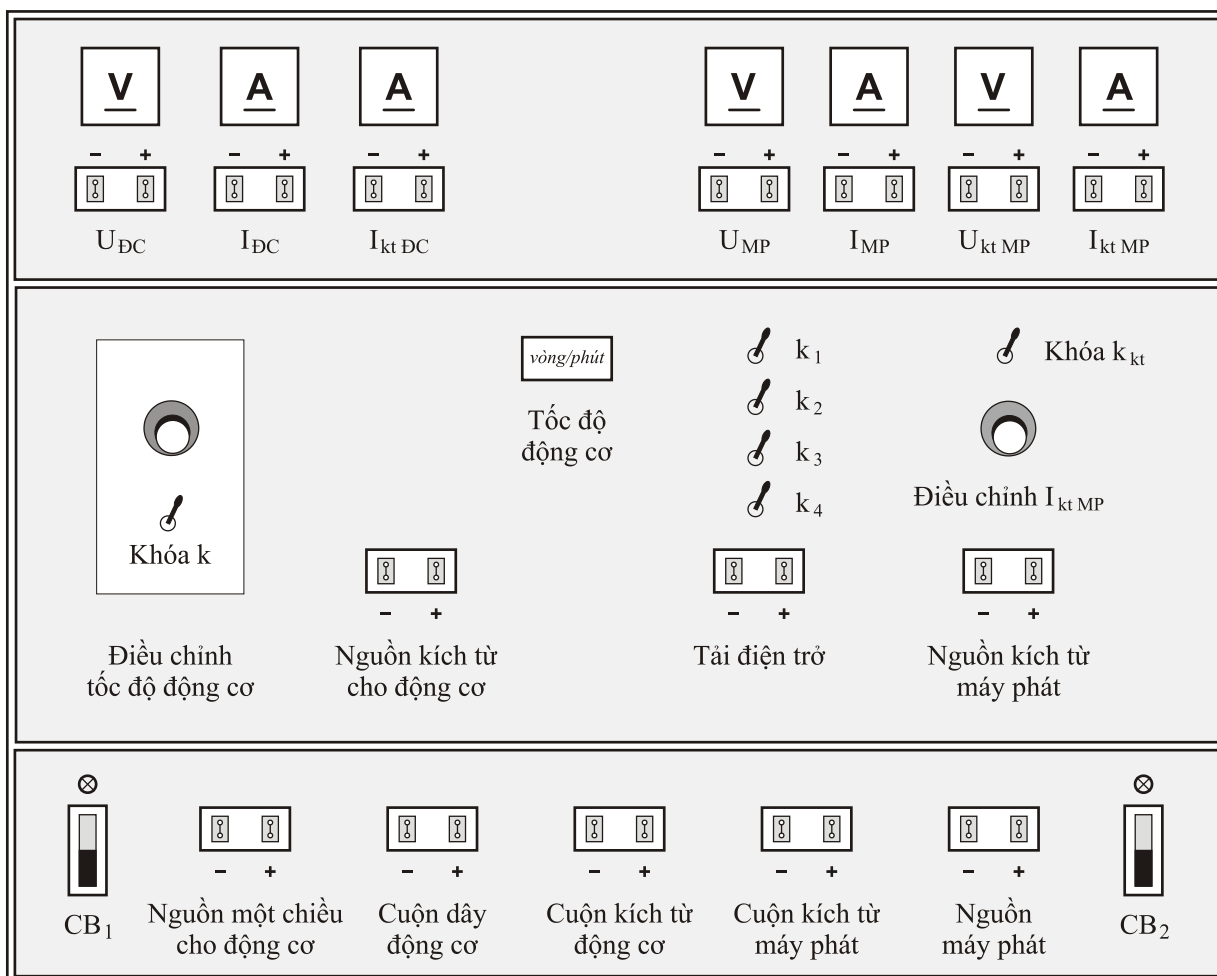








- Điện áp định mức  $U_{đm} = 150V$ .
- Dòng điện định mức  $I_{đm} = 11,6A$ .
- Tốc độ định mức  $n_{đm} = 1750$  vòng/phút.
- Điện áp kích từ định mức  $U_{ktđm} = 100V$  (kích từ độc lập).
- Dòng điện kích từ định mức  $I_{ktđm} = 1,5A$ .



Hình 2.1: panel thí nghiệm máy điện một chiều.

- Bộ nguồn một chiều thứ nhất có hai điện áp ngõ ra, cung cấp cho phần ứng và kích từ của động cơ điện một chiều. Bộ nguồn này được cung cấp qua  $CB_1$ 
  - Nguồn cố định có giá trị  $200V$ , cung cấp cho kích từ.
  - Nguồn thay đổi được có giá trị từ  $0 \div 220V$  cung cấp cho phần ứng.
- Bộ nguồn một chiều thứ hai có hai điện áp ngõ ra thay đổi được với giá trị từ  $0 \div 100V$ , cung cấp cho kích từ của máy phát điện một chiều.

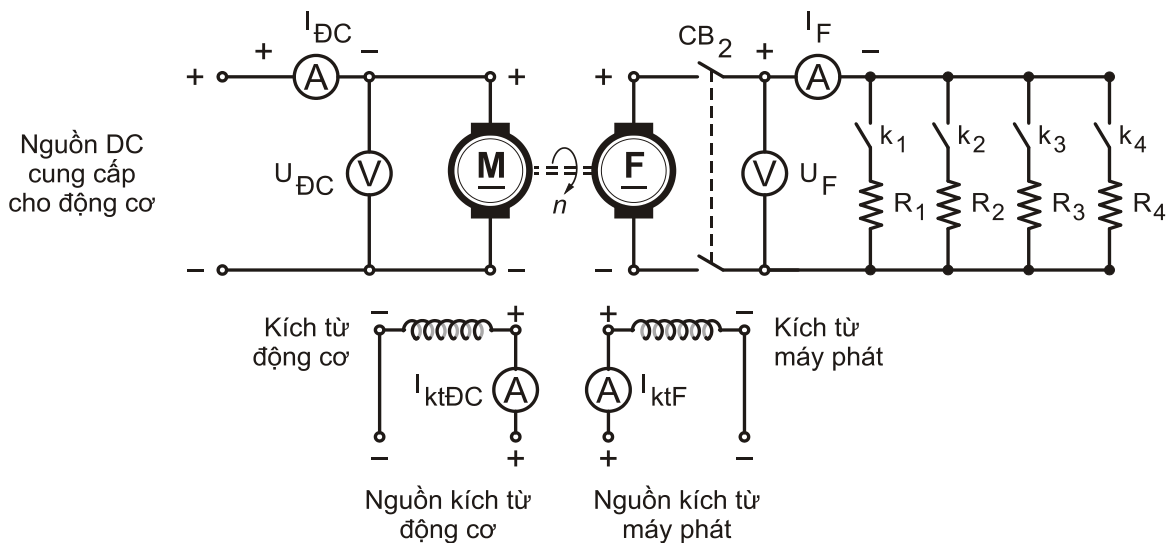


- Các đồng hồ đo lường.
  - Am-pe kế một chiều: đo dòng điện của động cơ và máy phát một chiều.
  - Vôn kế một chiều: đo điện áp của động cơ và máy phát một chiều.
  - Tốc độ kế: đo tốc độ quay của động cơ.
- Các điện trở  $R_1, R_2, R_3, R_4$  mắc song song, dùng làm tải cho máy phát một chiều.
- Thiết bị đóng cắt.
  - $CB_1$ : đóng, cắt điện vào bàn thí nghiệm.
  - $CB_2$ : đóng, cắt điện áp đầu cực của máy phát một chiều.
  - Khóa  $k$ : đóng, cắt bộ điều khiển nguồn một chiều cho động cơ điện.
  - Các khóa  $k_1, k_2, k_3, k_4$ : đóng, cắt tải cho máy phát điện một chiều.

## 2.3 NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

### 2.3.1 Động cơ điện một chiều làm việc không tải

Mắc động cơ vào mạng điện theo sơ đồ hình 2.2.



Hình 2.2: sơ đồ nối dây của máy điện một chiều.

Lưu ý: nối dây nguồn và các thiết bị theo đúng cực tính.

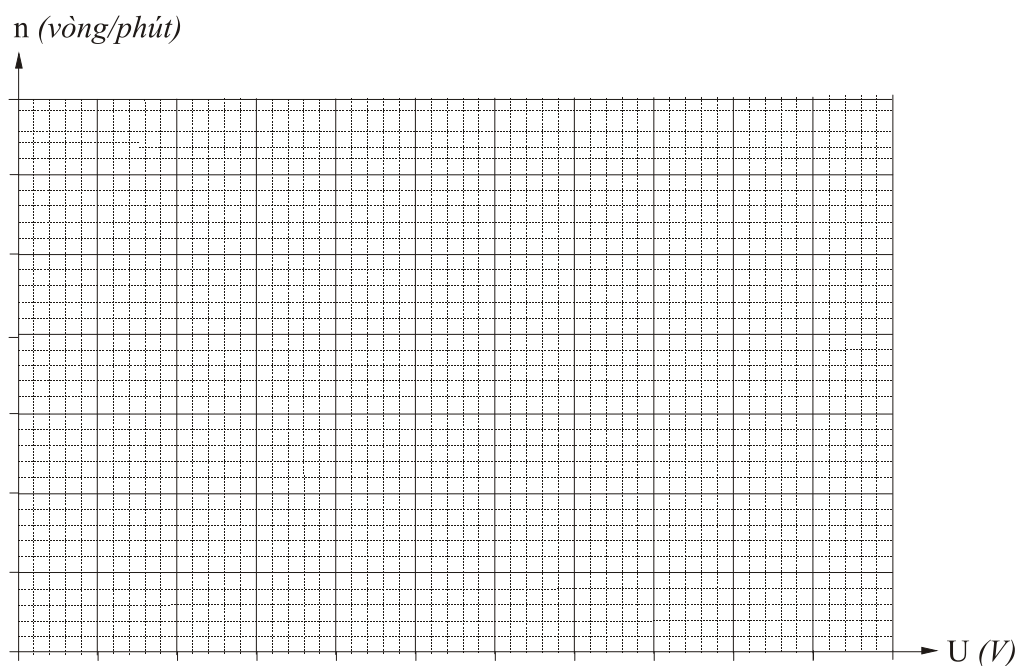
Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép, sinh viên thực hiện tiếp các thao tác sau:

- Đóng  $CB_1$ .
- Đóng khóa k.
- Tăng dần điện áp trên bộ điều khiển.
- Quan sát điện áp đặt vào động cơ trên volt kế tương ứng với các giá trị cho ở bảng 2.1.

Bảng 2.1: thông số của động cơ điện, khi thay đổi điện áp đặt vào

Stt	Điện áp động cơ (V)	Dòng điện động cơ (A)	Tốc độ động cơ (vòng/phút)
1	40		
2	60		
3	80		
4	100		
5	120		
6	140		
7	160		

Dựa vào các thông số ở bảng 2.1, vẽ đặc tuyến tốc độ động cơ theo điện áp  $n_{ĐC} = f(U)$  khi dòng điện kích từ động cơ không đổi.



Nhận xét: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**2.3.2 Động cơ điện một chiều làm việc có tải**

Dùng máy phát điện làm tải cho động cơ điện.

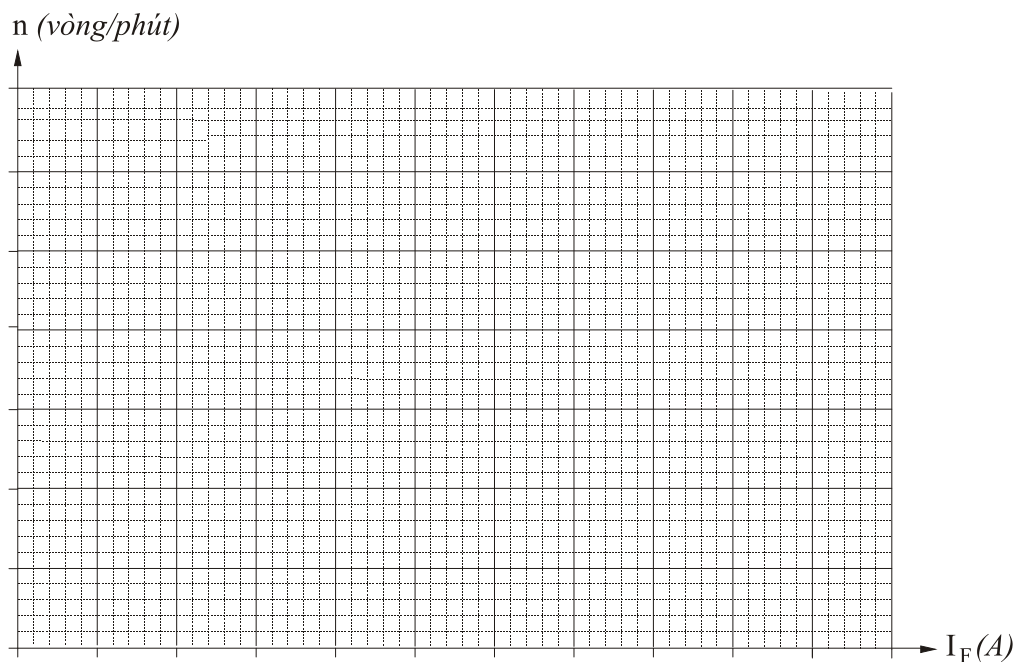
- Điều chỉnh giữ cho điện áp vào động cơ bằng hằng số;  $U_{DC}=150V$ .
- Điều chỉnh dòng kích từ máy phát để điện áp máy phát  $U_{MF} = 80V$ .
- Tăng dần tải của máy phát điện bằng cách đóng các khóa  $k_1, k_2, k_3, k_4$ , theo thứ tự và ghi kết quả vào bảng 2.2.

*Bảng 2.2: các thông số của động cơ, máy phát điện một chiều*

Stt	Trạng thái đóng của các khóa	ĐỘNG CƠ			MÁY PHÁT	
		Điện áp (V)	Dòng điện (A)	Tốc độ quay (vòng/phút)	Điện áp (V)	Dòng điện (A)
1	$k_1$	150			80	
2	$k_3$	150			80	
3	$k_1, k_2$	150			80	
4	$k_2, k_3$	150			80	
5	$k_1, k_4$	150			80	
6	$k_1, k_2, k_3$	150			80	
7	$k_1, k_2, k_4$	150			80	
8	$k_1, k_3, k_4$	150			80	
9	$k_1, k_2, k_3, k_4$	150			80	

- Cắt tất cả các khóa  $k_1, k_2, k_3, k_4$  và giảm dần dòng kích từ máy phát về không,  $I_{kt MF} = 0$ , sau đó cắt lần lượt các  $CB_2$  và  $CB_1$ .

Dựa vào các thông số ở bảng 2.2, vẽ đặc tuyến tốc độ động cơ theo dòng điện tải  $n_{DC}=f(I_F)$  khi điện áp đặt vào động cơ và dòng điện kích từ máy phát không đổi.



Nhận xét: .....

.....

.....

.....

.....

### 2.3.3 Máy phát điện một chiều làm việc không tải

Giữ nguyên sơ đồ mạch điện như hình 2.2.

- Điều chỉnh để cho tốc độ động cơ không đổi và bằng 1300 vòng/phút.
- Tăng dần dòng điện kích từ máy phát  $I_{ktF}$  và đo điện áp máy phát  $U_F$ . Ghi kết quả vào bảng 2.3.

*Bảng 2.3: điện áp máy phát khi tăng dần dòng kích từ*

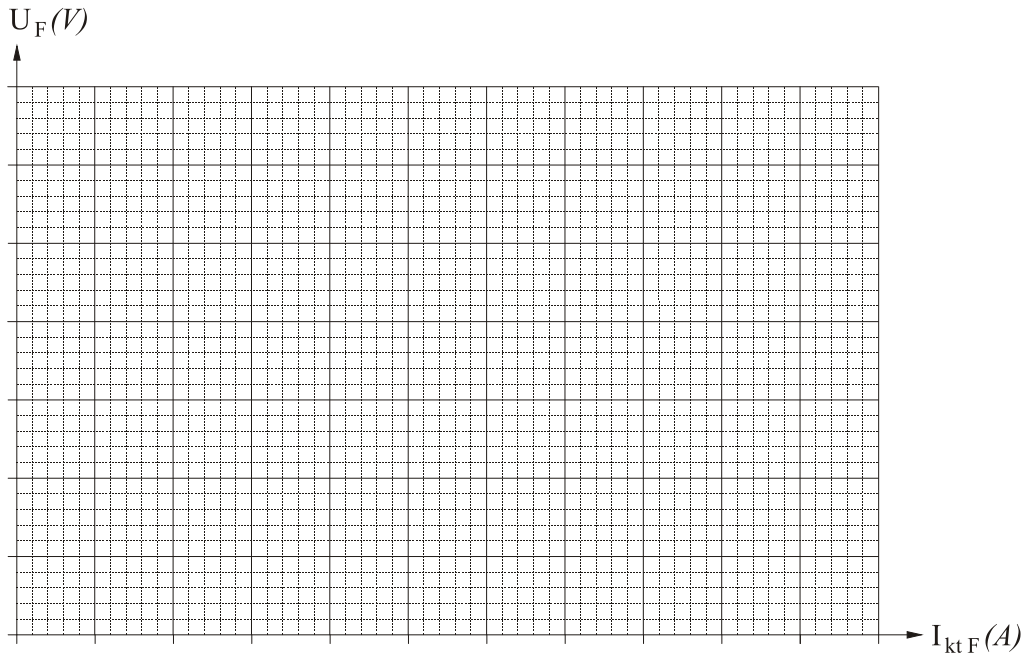
$I_{ktF}$ (A)	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
$U_F$ (V)							

- Giảm dần dòng điện kích từ máy phát ( $I_{ktF}$ ) và đo điện áp máy phát  $U_F$ . Ghi kết quả vào bảng 2.4.

*Bảng 2.4: điện áp máy phát khi giảm dần dòng kích từ*

$I_{ktF}$ (A)	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
$U_F$ (V)							

Dựa vào các thông số ở bảng 2.3; 2.4, vẽ đặc tuyến không tải của máy phát theo dòng điện kích từ  $U_F = f(I_{kt F})$  khi dòng điện máy phát và tốc độ không đổi.



Nhận xét: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**2.3.4 Máy phát điện một chiều làm việc có tải**

Giữ nguyên sơ đồ mạch điện như hình 2.2.

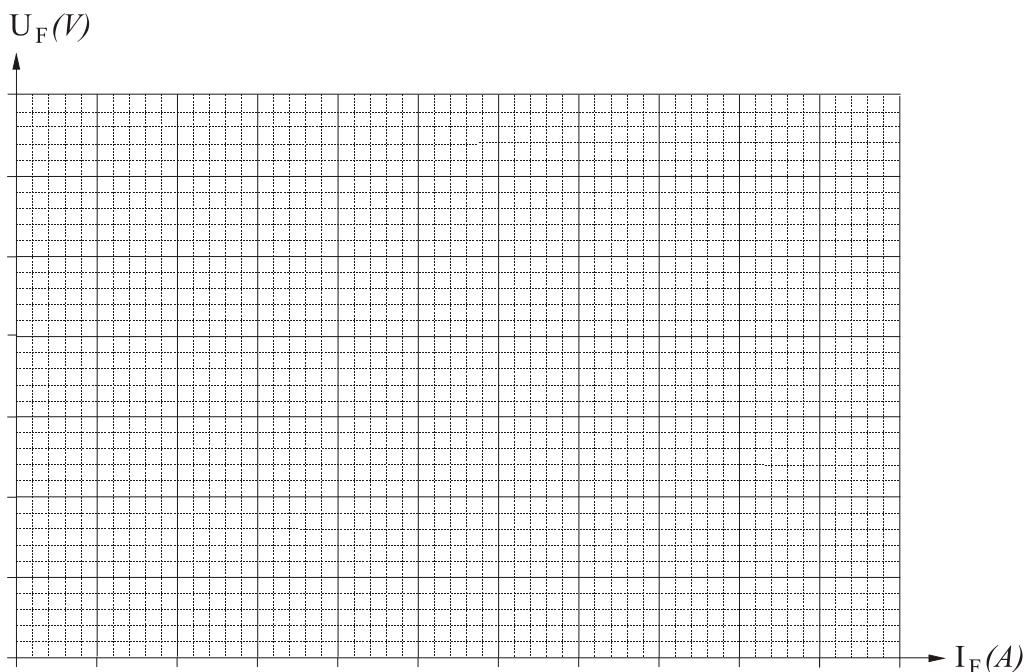
- Điều chỉnh để cho tốc độ động cơ không đổi và bằng 1350 vòng/phút.
- Tăng dần dòng điện kích từ máy phát đến giá trị  $I_{kt F} = \dots\dots\dots$  (A) và giữ không đổi.
- Tăng dần tải của máy phát điện bằng cách đóng các khóa  $k_1, k_2, k_3, k_4$ , theo thứ tự và ghi kết quả vào bảng 2.5.

Bảng 2.5: thông số của động cơ, máy phát điện một chiều làm việc có tải

Stt	Trạng thái đóng của các khóa	ĐỘNG CƠ		MÁY PHÁT		
		Điện áp (V)	Tốc độ quay (vòng/phút)	Dòng kích từ (A)	Điện áp (V)	Dòng điện (A)
1	$k_1$					
2	$k_3$					
3	$k_1, k_2$					
4	$k_2, k_3$					
5	$k_1, k_4$					
6	$k_1, k_2, k_3$					
7	$k_1, k_2, k_4$					
8	$k_1, k_3, k_4$					
9	$k_1, k_2, k_3, k_4$					

- Cắt tất cả các khóa  $k_1, k_2, k_3, k_4$ , giảm dần dòng kích từ máy phát về không ( $I_{kt MF} = 0$ ), sau đó cắt lần lượt các CB<sub>2</sub> và CB<sub>1</sub>.

Dựa vào các thông số ở bảng 2.5, vẽ đặc tuyến điện áp máy phát theo dòng điện tải  $U_F = f(I_F)$  khi tốc độ và dòng điện kích từ máy phát không đổi.



Nhận xét: .....

.....

.....

.....

.....







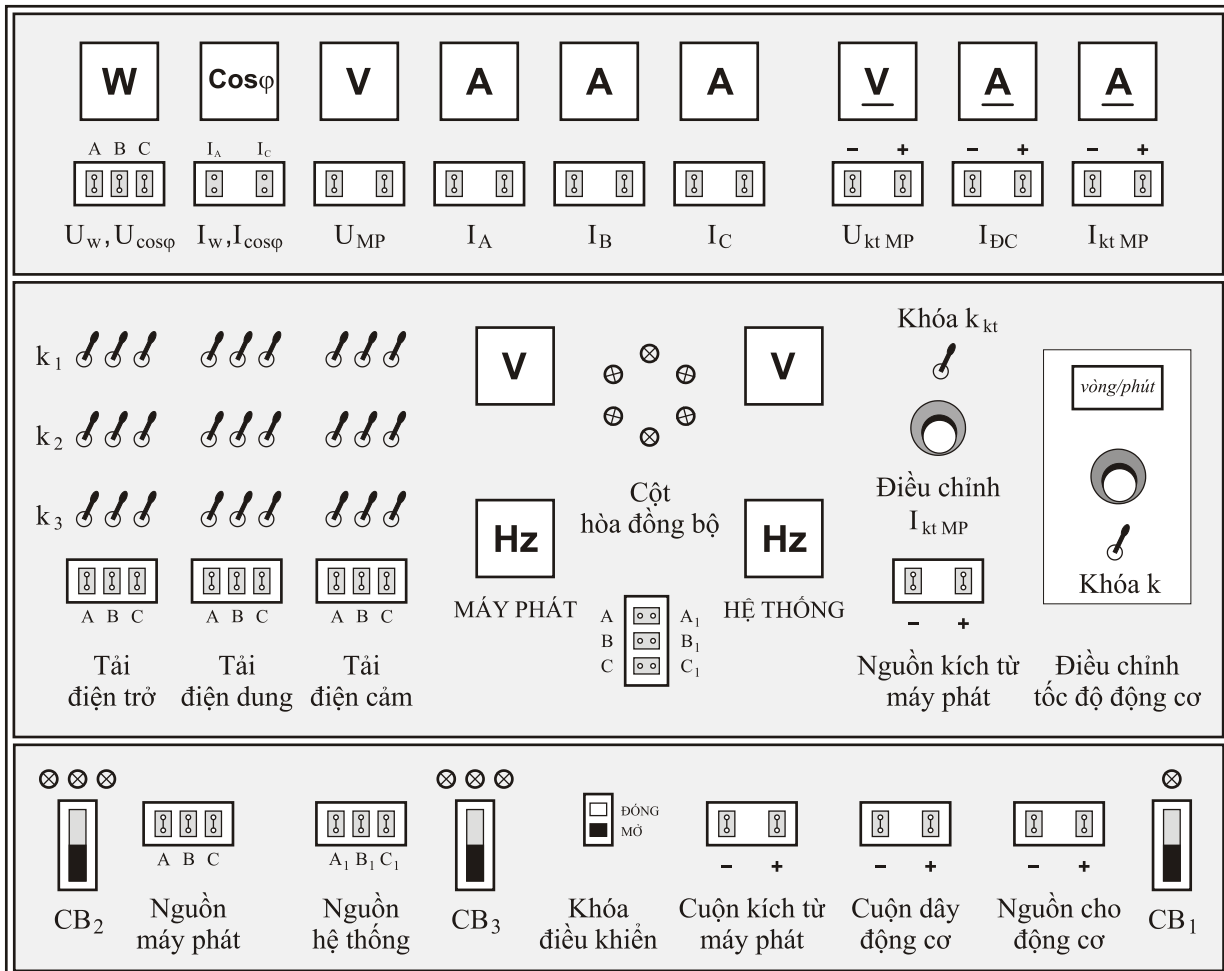






## 3.2 SƠ ĐỒ VÀ CÁC THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

Sơ đồ và các thiết bị thí nghiệm được trình bày trên hình 3.1.



Hình 3.1: panel thí nghiệm máy điện đồng bộ.

- Động cơ điện một chiều làm động cơ sơ cấp kéo máy phát, có các thông số:
  - Công suất định mức  $P_{đm} = 5\text{kW}$ .
  - Điện áp định mức  $U_{đm} = 200\text{V}$ .
  - Dòng điện kích từ định mức  $I_{kt\ đm} = 20,5\text{A}$ .
  - Điện áp kích từ định mức  $U_{kt\ đm} = 100\text{V}$ .
  - Tốc độ định mức  $n_{đm} = 1500$  vòng/phút.
- Máy phát điện đồng bộ ba pha có các thông số:
  - Công suất định mức  $P_{đm} = 5\text{kW}$ .

- Điện áp định mức  $U_{đm} = 380/220V$  (nối sao).
- Dòng điện kích từ định mức  $I_{kt\ đm} = 4A$ .
- Điện áp kích từ định mức  $U_{kt\ đm} = 100V$ .
- Tốc độ định mức  $n_{đm} = 1500$  vòng/phút.
- Bộ nguồn một chiều có điện áp thay đổi, cung cấp cho động cơ một chiều.
- Cột hòa đồng bộ gồm có hai vôn kế, hai tần số kế, bộ đèn quay (6 bóng đèn) để kiểm tra sự đồng bộ của máy phát và hệ thống điện phục vụ cho việc hòa máy phát vào hệ thống lưới điện.
- Tải của máy phát: gồm tải ba pha R, L, C.
  - Bộ tải điện trở: đóng, cắt tải vào mạch qua các khóa  $k_{1R}, k_{2R}, k_{3R}$ .
  - Bộ tải điện cảm: đóng, cắt tải vào mạch qua các khóa  $k_{1L}, k_{2L}, k_{3L}$ .
  - Bộ tải điện dung: đóng, cắt tải vào mạch qua các khóa  $k_{1C}, k_{2C}, k_{3C}$ .
- Khóa chuyển mạch để đo điện áp dây và điện áp các pha.
- Các đồng hồ đo lường.
  - Watt kế ba pha: đo công suất ba pha trong mạch.
  - $\cos\varphi$  kế ba pha: đo hệ số công suất ba pha trong mạch.
  - Vôn kế xoay chiều: đo điện áp trong mạch.
  - Am-pe kế xoay chiều: đo dòng điện trong mạch.
  - Tần số kế: đo tần số của máy phát và hệ thống.
  - Vôn kế một chiều: đo điện áp một chiều trong mạch.
  - Am-pe kế một chiều: đo dòng điện một chiều trong mạch.
  - Tốc độ kế: đo tốc độ quay của động cơ (máy phát).
- Các thiết bị đóng, cắt
  - $CB_1$ : đóng, cắt nguồn chính lưu, nguồn điều khiển cho thiết bị.
  - $CB_2$ : đóng, cắt nguồn ba pha của máy phát.
  - $CB_3$ : đóng, cắt nguồn ba pha của hệ thống lưới điện.
  - Khóa điều khiển contactor, hòa máy phát đồng bộ vào lưới điện.



## 3.3 NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

### 3.3.1 Máy phát điện đồng bộ làm việc không tải

Mắc mạch điện theo sơ đồ hình 3.2.

Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép mới thực hiện tiếp các thao tác sau:

- Đóng CB<sub>1</sub>, đưa nguồn kích từ và điều khiển vào thiết bị.
- Xoay núm điều chỉnh điện áp nguồn một chiều cung cấp cho động cơ một chiều về vị trí zero.
- Đóng khóa k của bộ điều khiển nguồn một chiều cho động cơ.
- Tăng dần điện áp một chiều cung cấp cho động cơ, quan sát tốc độ của động cơ đạt đến giá trị định mức ( $n_{ĐC} = 1500$  vòng/phút).
- Đóng khóa k<sub>kt</sub> (cung cấp nguồn kích từ cho máy phát điện đồng bộ).
- Đóng CB<sub>2</sub>, đưa điện máy phát vào bàn thí nghiệm.
- Tăng dần dòng kích từ máy phát theo các giá trị cho trong bảng 3.1 và ghi các giá trị điện áp máy phát U<sub>F</sub> tương ứng với mỗi giá trị của dòng kích từ.

Bảng 3.1: điện áp máy phát khi tăng dần dòng kích từ

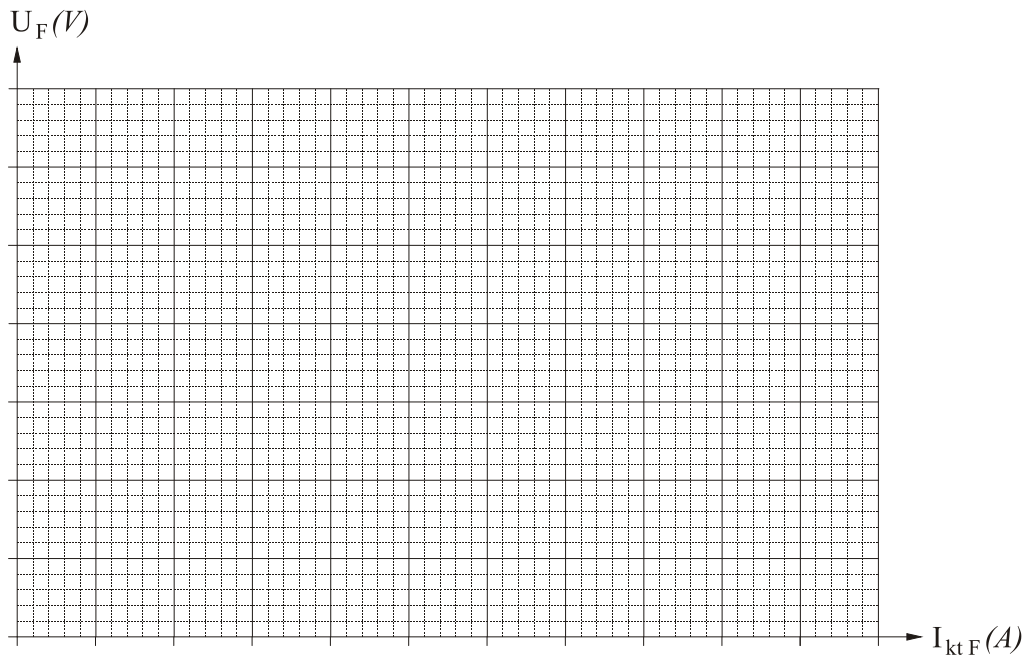
I <sub>ktF</sub> (A)	0,0	0,2	0,6	1,0	1,4	1,8	2,2
U <sub>F</sub> (V)							

- Sau đó giảm dần dòng kích từ máy phát theo các giá trị cho trong bảng 3.2 và ghi các giá trị điện áp máy phát U<sub>F</sub> tương ứng với mỗi giá trị của dòng kích từ.

Bảng 3.2: điện áp máy phát khi giảm dần dòng kích từ

I <sub>ktF</sub> (A)	2,2	1,8	1,4	1,0	0,6	0,2	0,0
U <sub>F</sub> (V)							

Dựa vào các thông số ở bảng 3.1; 3.2, vẽ đặc tuyến không tải của máy phát theo dòng điện kích từ  $U_F = f(I_{ktF})$  khi dòng điện máy phát và tốc độ không đổi.



Nhận xét: .....

.....

.....

.....

### 3.3.2 Máy phát điện đồng bộ mang tải

Giữ nguyên sơ đồ nối điện như hình 3.2.

Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép mới thực hiện tiếp các thao tác sau:

- Đóng  $CB_1$ , đưa nguồn kích từ và điều khiển vào thiết bị.
- Xoay núm điều chỉnh điện áp nguồn một chiều cung cấp cho động cơ một chiều về vị trí zero.
- Đóng khóa k của bộ điều khiển nguồn một chiều cho động cơ.
- Điều chỉnh nguồn một chiều cung cấp cho động cơ sơ cấp sao cho tần số máy phát không đổi và có giá trị  $f_F = 45\text{Hz}$ .
- Đóng khóa  $k_{kt}$  (cung cấp nguồn kích từ cho máy phát điện đồng bộ).
- Điều chỉnh dòng điện kích từ sao cho điện áp của máy phát có giá trị ban đầu là 160V (sau đó không thay đổi giá trị dòng kích từ).
- Lần lượt đóng các loại tải vào máy phát ứng với mỗi trường hợp tải và kết quả vào bảng 3.3; 3.4; 3.5.



• **Tải điện trở**

*Bảng 3.3: các thông số của máy phát khi mang tải điện trở.*

Vị trí các khóa tải	f (Hz)	$I_{kt}$ (A)	$U_F$ (V)	P (W)	Cosφ	$I_A$ (A)	$I_B$ (A)	$I_C$ (A)
1	45							
2	45							
3	45							
4	45							
5	45							
6	45							

• **Tải điện cảm.**

*Bảng 3.4: các thông số của máy phát khi mang tải điện cảm.*

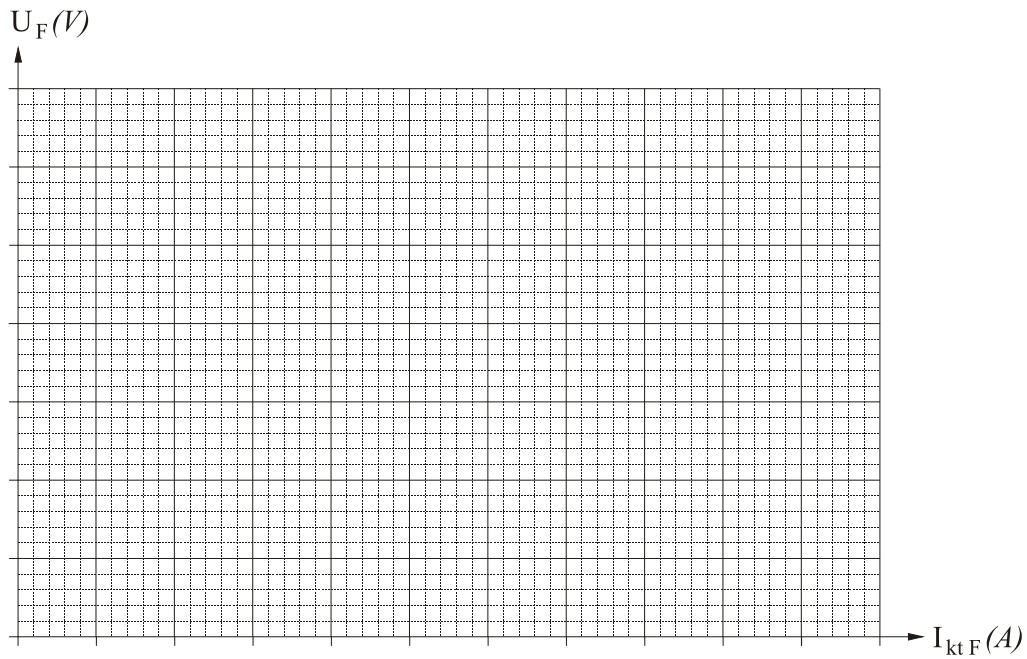
Vị trí các khóa tải	f (Hz)	$I_{kt}$ (A)	$U_F$ (V)	P (W)	Cosφ	$I_A$ (A)	$I_B$ (A)	$I_C$ (A)
1	45							
2	45							
3	45							
4	45							
5	45							
6	45							

• **Tải điện dung**

*Bảng 3.5: các thông số của máy phát khi mang tải điện dung.*

Vị trí các khóa tải	f (Hz)	$I_{kt}$ (A)	$U_F$ (V)	P (W)	Cosφ	$I_A$ (A)	$I_B$ (A)	$I_C$ (A)
1	45							
2	45							
3	45							
1+2	45							
1+3	45							
2+3	45							

Dựa vào các thông số ở bảng 3.3; 3.4; 3.5, vẽ đặc tuyến ngoài  $U_F = f(I_{ktF})$  ứng với các tải R,L,C khi dòng kích từ và tần số máy phát không đổi.

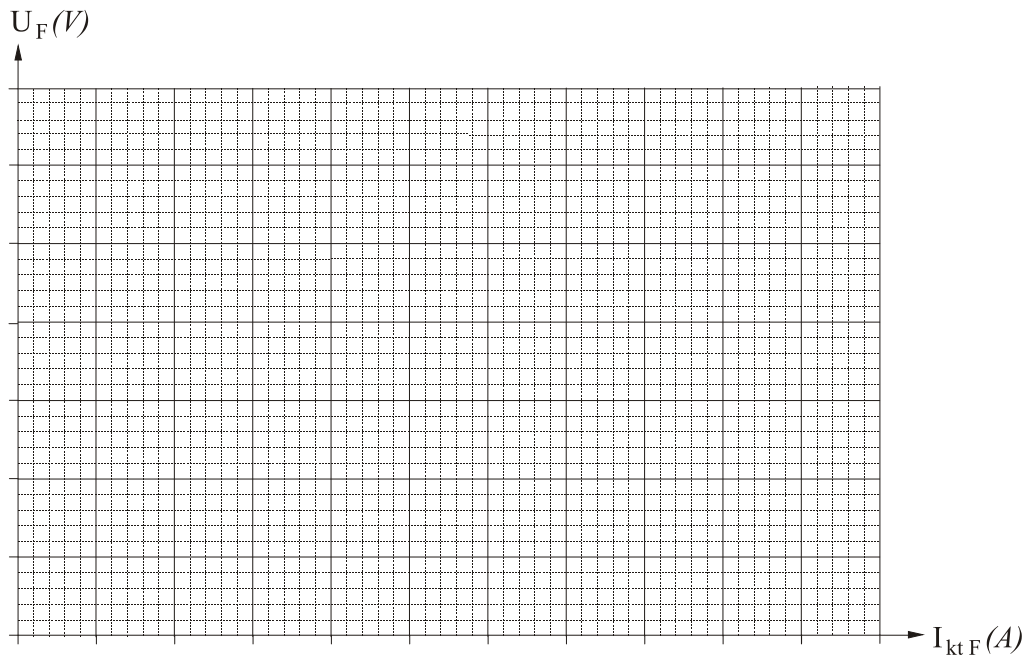
**- Máy phát mang tải điện trở**

Nhận xét: .....

.....

.....

.....

**- Máy phát mang tải điện cảm**

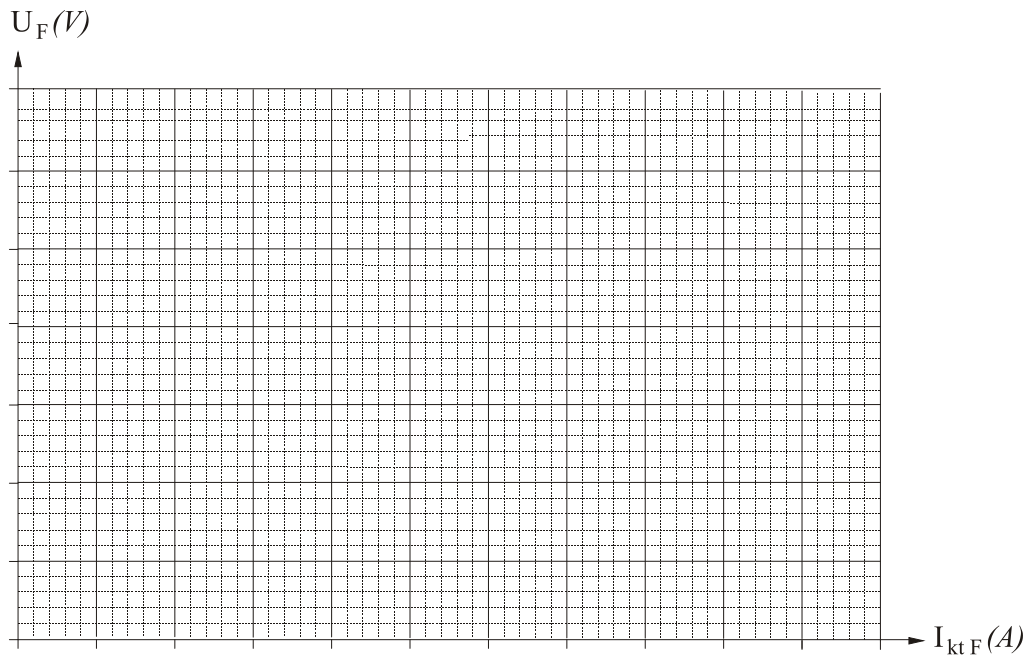
Nhận xét: .....

.....

.....

.....

- **Máy phát mang tải điện dung**



Nhận xét: .....

.....

.....

.....

### 3.3.3 Máy phát điện đồng bộ mang tải có điện áp không đổi

Giữ nguyên sơ đồ nối điện như hình 3.2.

Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép mới thực hiện tiếp các thao tác sau:

- Đóng  $CB_1$ , đưa nguồn kích từ và điều khiển vào thiết bị.
- Xoay núm điều chỉnh điện áp nguồn một chiều cung cấp cho động cơ một chiều về vị trí zero.
- Đóng khóa k của bộ điều khiển nguồn một chiều cho động cơ.
- Điều chỉnh nguồn một chiều cung cấp cho động cơ sơ cấp sao cho tần số máy phát không đổi và có giá trị  $f_F = 45\text{Hz}$ .
- Đóng khóa  $k_{kt}$  (cung cấp nguồn kích từ cho máy phát điện đồng bộ).
- Điều chỉnh dòng điện kích từ sao cho điện áp của máy phát luôn có giá trị không đổi là ( $U_F = 160\text{V}$ ).

- Lần lượt đóng các loại tải vào máy phát ứng với các trường hợp tải R, tải L, tải C; sau đó ghi các kết quả vào bảng 3.6; 3.7; 3.8.

### • Tải điện trở

Bảng 3.6: các thông số của máy phát khi mang tải điện trở.

Vị trí các khóa tải	f (Hz)	$U_F$ (V)	$I_{kt}$ (A)	P (W)	$\text{Cos}\varphi$	$I_A$ (A)	$I_B$ (A)	$I_C$ (A)
1	45	160						
2	45	160						
3	45	160						
4	45	160						
5	45	160						
6	45	160						

### • Tải điện cảm

Bảng 3.7: các thông số của máy phát khi mang tải điện cảm.

Vị trí các khóa tải	f (Hz)	$U_F$ (V)	$I_{kt}$ (A)	P (W)	$\text{Cos}\varphi$	$I_A$ (A)	$I_B$ (A)	$I_C$ (A)
1	45	160						
2	45	160						
3	45	160						
4	45	160						
5	45	160						
6	45	160						

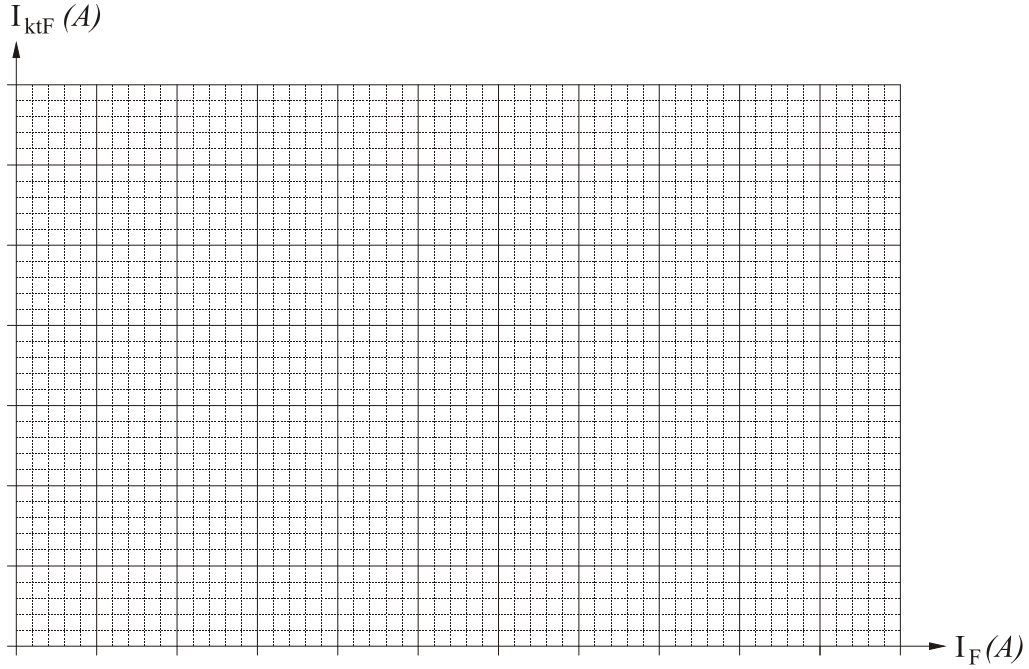
### • Tải điện dung

Bảng 3.8: các thông số của máy phát khi mang tải điện dung.

Vị trí các khóa tải	f (Hz)	$U_F$ (V)	$I_{kt}$ (A)	P (W)	$\text{Cos}\varphi$	$I_A$ (A)	$I_B$ (A)	$I_C$ (A)
1	45	160						
2	45	160						
3	45	160						
1+2	45	160						
1+3	45	160						
2+3	45	160						

Dựa vào thông số ở bảng 3.6; 3.7; 3.8, vẽ đặc tuyến điều chỉnh  $I_{ktF} = f(I_F)$  ứng với các tải R,L,C khi dòng kích từ và tần số máy phát không đổi.

**- Máy phát mang tải điện trở**



Nhận xét: .....

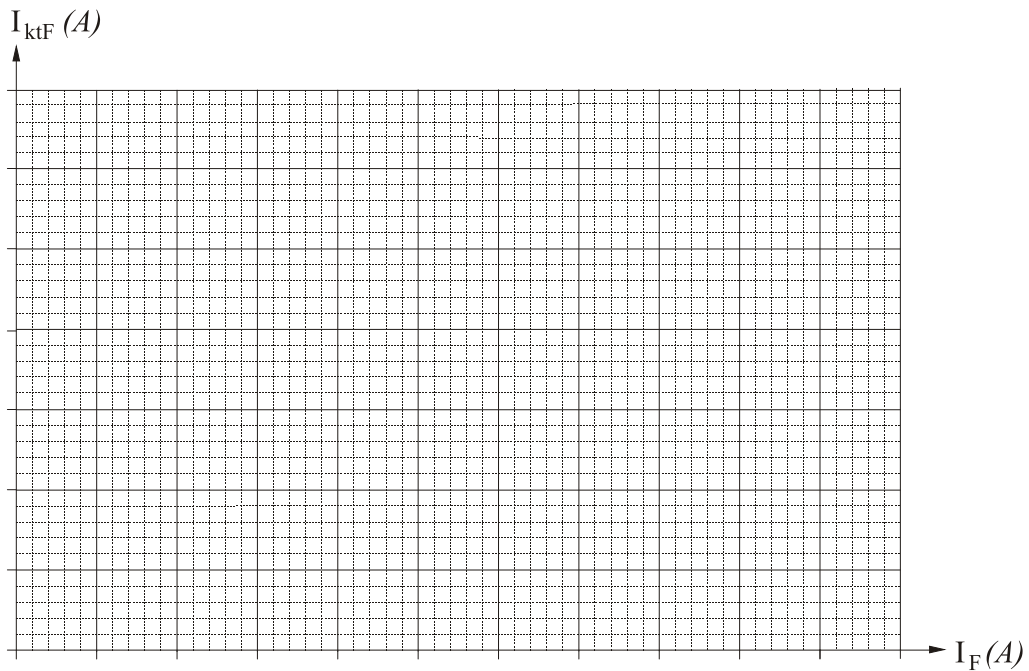
.....

.....

.....

.....

**- Máy phát mang tải điện cảm**











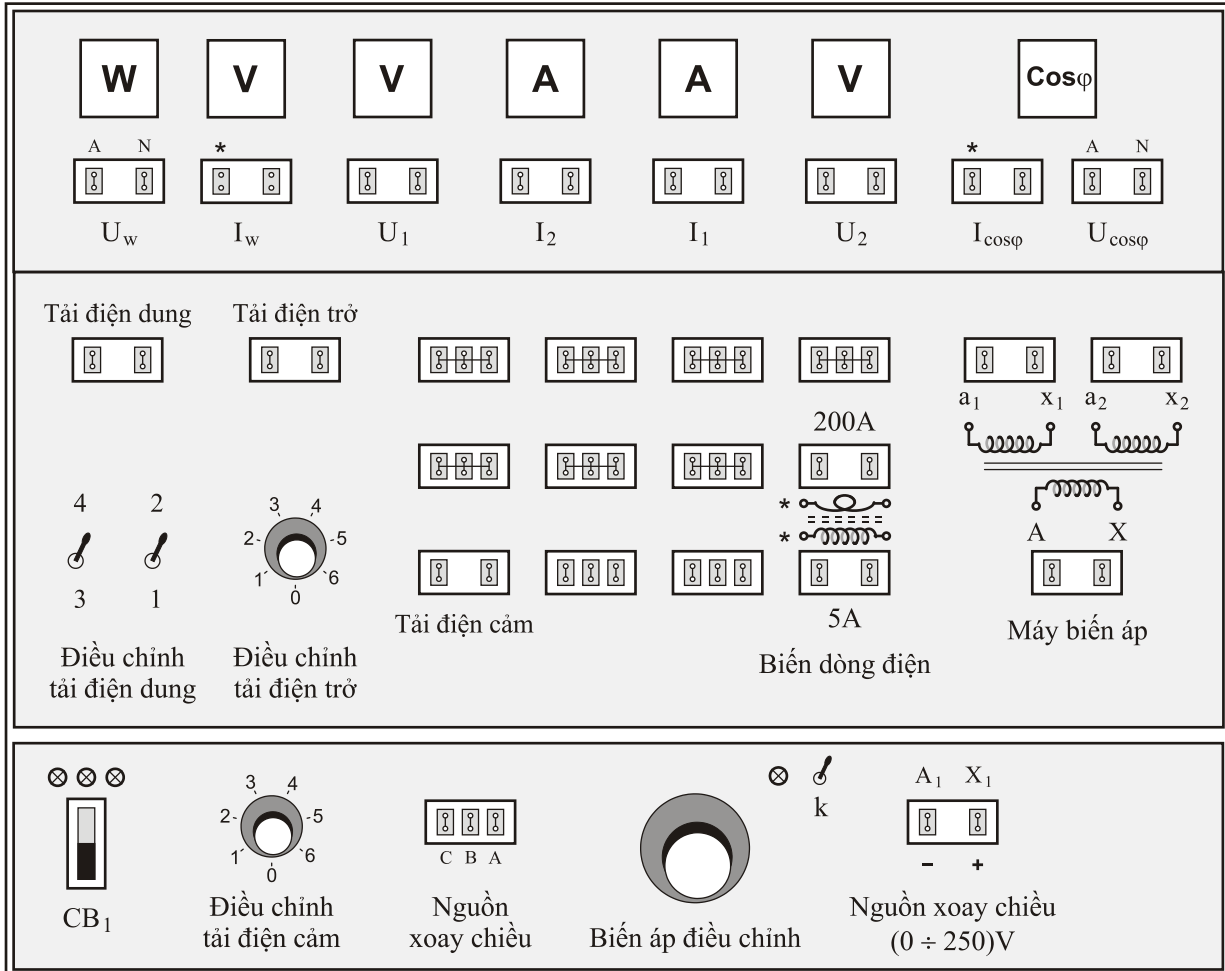
Câu 5: Trình bày độ thay đổi điện áp khi mang tải và cách điều chỉnh điện áp?

Câu 6: Tại sao khi tải tăng thì dòng điện bên sơ cấp tăng lên? Lúc đó từ thông trong máy biến áp có thay đổi không?



## 4.2 SƠ ĐỒ VÀ CÁC THIẾT BỊ THÍ NGHIỆM

Sơ đồ và các thiết bị thí nghiệm được trình bày trên hình 4.1.



Hình 4.1: panel thí nghiệm máy biến áp.

- Nguồn điện ba pha 380/220V qua  $CB_2$ .
- Máy biến áp một pha ba cuộn dây có các thông số:
  - $U_{1đm} = 220 \text{ V}$  ;  $U_{2đm} = 110\text{V}$  ;  $U_{3đm} = 110\text{V}$  ;  $S_{đm} = 1,1\text{kVA}$ .
- Biến áp điều chỉnh một pha có:
  - $U_1 = 220 \text{ V}$  ;  $U_2 = (0 \div 250)\text{V}$  ;  $S_{đm} = 1\text{kVA}$ .
- Các đồng hồ đo lường.
  - Vôn kế xoay chiều 500V.
  - Am-pe kế xoay chiều.
  - Watt kế một pha.

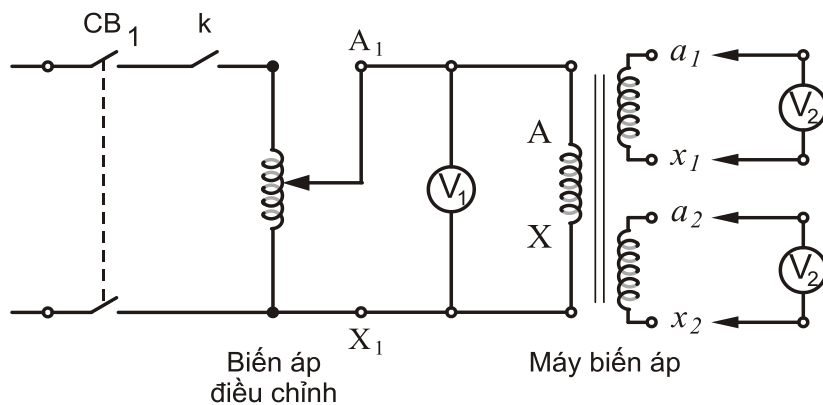
- $\cos\varphi$  kể một pha.
- Tải điện trở có giá trị thay đổi.
- Tải điện cảm có giá trị thay đổi.
- Tải điện dung có giá trị thay đổi tương ứng theo tổ hợp các khóa.

Tổ hợp khóa	1	2	3	4	1+3	1+4	2+3	2+4
Giá trị điện dung ( $\mu\text{F}$ )	8	18	22	44	30	52	40	62

## 4.3 NỘI DUNG VÀ TRÌNH TỰ THÍ NGHIỆM

### 4.3.1 Xác định tỉ số biến áp

Lắp mạch điện theo sơ đồ hình 4.2.



Hình 4.2: sơ đồ mạch điện xác định tỉ số biến áp.

Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép, sinh viên mới được thực hiện tiếp các thao tác sau:

- Đóng  $\text{CB}_1$ .
- Đóng khóa k.
- Tăng dần điện áp từ biến áp điều chỉnh đặt vào cuộn dây  $A_1-X_1$  ứng với các giá trị điện áp  $U_1$  được cho trên bảng 4.1.
- Dùng vôn kế  $V_2$  lần lượt đo điện áp  $U_2$  trên cuộn dây  $a_1-x_1$  và  $U_3$  trên cuộn dây  $a_2-x_2$  tương ứng với mỗi giá trị điện áp  $U_1$ .
- Xác định tỉ số biến áp tương ứng giữa cuộn sơ cấp với từng cuộn thứ

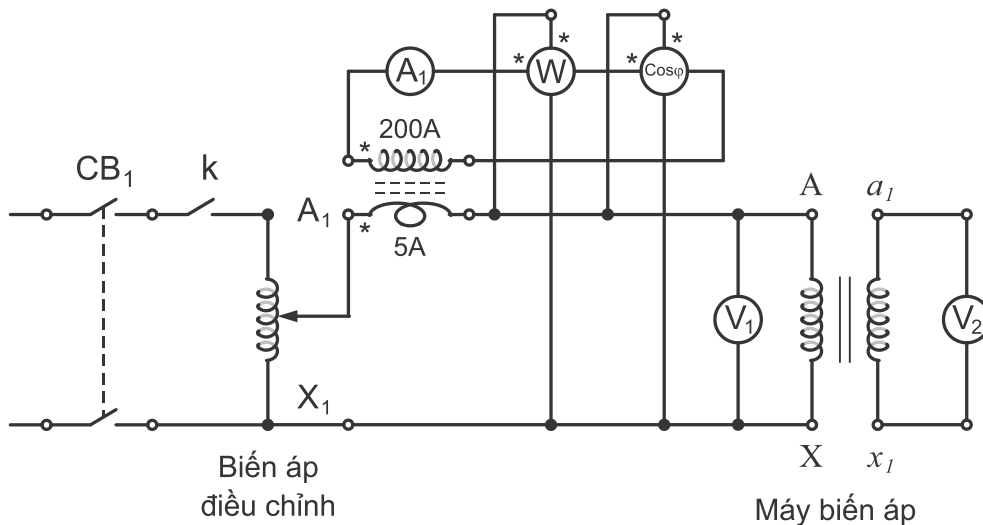
cấp  $k_1 = \frac{U_1}{U_2}$ ;  $k_2 = \frac{U_1}{U_3}$  và ghi các giá trị vào bảng 4.1.



- Giải thích kết quả đo được ở trên.

### 4.3.3 Thí nghiệm không tải máy biến áp

Lắp mạch điện theo sơ đồ hình 4.3.



Hình 4.3: sơ đồ mạch điện thí nghiệm không tải máy biến áp.

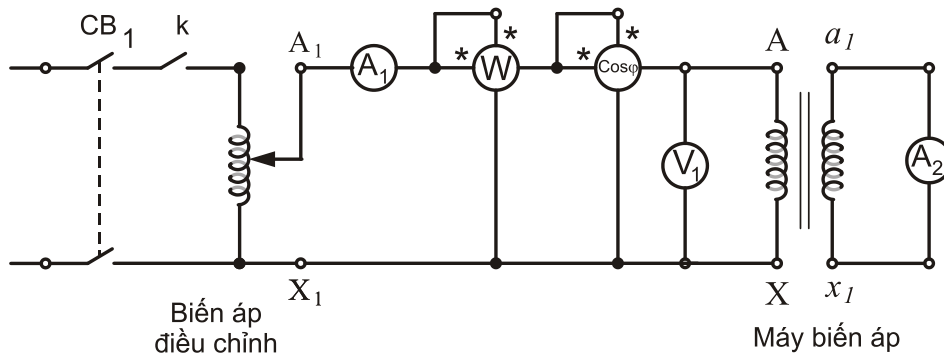
Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép, sinh viên mới được thực hiện tiếp các thao tác sau:

- Đưa biến áp điều chỉnh về vị trí có điện áp bằng không.
- Đóng CB<sub>1</sub>, đóng khóa k.
- Tăng dần điện áp từ biến áp điều chỉnh đặt vào cuộn dây A<sub>1</sub>-X<sub>1</sub> ứng với điện áp  $U_1 = 220V$ .
- Quan sát các đồng hồ đo, đọc các giá trị và ghi vào bảng 4.2.



### 4.3.4 Thí nghiệm ngắn mạch máy biến áp

Lắp mạch điện theo sơ đồ hình 4.4.



Hình 4.4: sơ đồ mạch điện thí nghiệm ngắn mạch máy biến áp.

Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép, sinh viên mới được thực hiện tiếp các thao tác sau:

- Đưa biến áp điều chỉnh về vị trí có điện áp bằng không.
- Đóng CB<sub>1</sub>, đóng khóa k.
- Tăng dần điện áp từ biến áp điều chỉnh đặt vào cuộn dây A<sub>1</sub>–X<sub>1</sub> sao cho dòng điện trên am-pe kế A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> có giá trị lần lượt là: I<sub>1</sub>=2,5A và I<sub>2</sub>=5A.
- Quan sát các đồng hồ đo, đọc các giá trị và ghi vào bảng 4.3.

Bảng 4.3: các thông số ngắn mạch của máy biến áp

Dòng điện phía sơ cấp I <sub>1</sub> (A)	Hệ số công suất ngắn mạch Cosφ <sub>N</sub>	Công suất ngắn mạch P <sub>N</sub> (kW)	Điện áp ngắn mạch U <sub>1N</sub> (V)	Dòng điện phía thứ cấp I <sub>2</sub> (A)
2,5				5,0

- Giảm dần điện áp từ biến áp điều chỉnh về không.
- Cắt khóa k và CB<sub>1</sub>.

Tính các đại lượng từ các giá trị đo được:

-  $Z_N = \frac{U_{1N}}{I_1} = \dots\dots\dots$

-  $R_N = 2R_1 = 2R_2' = \frac{P_N}{I_1^2} = \dots\dots\dots$









• **Tải điện dung.**

Giữ nguyên sơ đồ mạch điện như trên, thay tải điện cảm bằng tải điện dung.

Sau khi Giáo viên hướng dẫn kiểm tra và cho phép mới thực hiện tiếp các thao tác sau:

- Đưa biến áp điều chỉnh về vị trí có điện áp bằng không.
- Đóng CB<sub>1</sub>, đóng khóa k.
- Tăng dần điện áp từ biến áp điều chỉnh đặt vào cuộn dây A<sub>1</sub>–X<sub>1</sub> ứng với điện áp U<sub>1</sub> = 220V.
- Đặt khóa tải điện dung ở các vị trí theo yêu cầu trong bảng.
- Quan sát các đồng hồ đo, đọc các giá trị và ghi vào bảng 4.6.

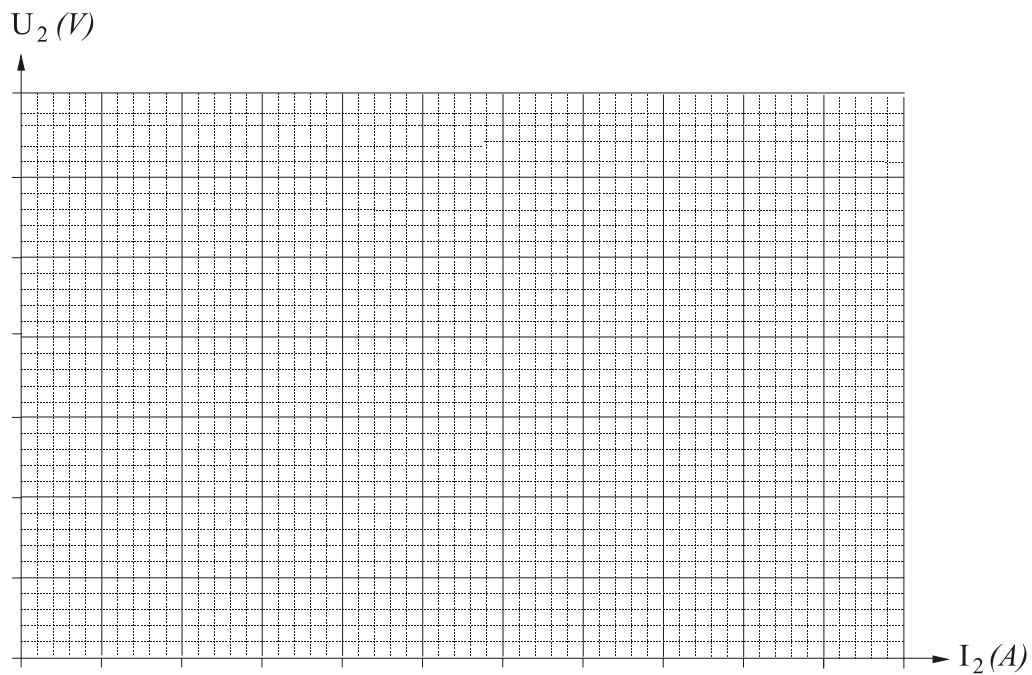
*Bảng 4.6: các thông số của máy biến áp khi mang tải điện dung.*

Vị trí khóa tải	Điện áp U <sub>1</sub> (V)	Dòng điện I <sub>1</sub> (A)	Công suất (W)	Điện áp U <sub>2</sub> (V)	Dòng điện I <sub>2</sub> (A)	Hệ số công suất
1	220					
2	220					
3	220					
4	220					
5	220					
6	220					
7	220					
8	220					

- Giảm dần điện áp từ biến áp điều chỉnh về không.
- Cắt khóa k và CB<sub>1</sub>.



- Đặc tuyến tải  $U_2 = f(I_2)$  khi máy biến áp mang tải điện trở



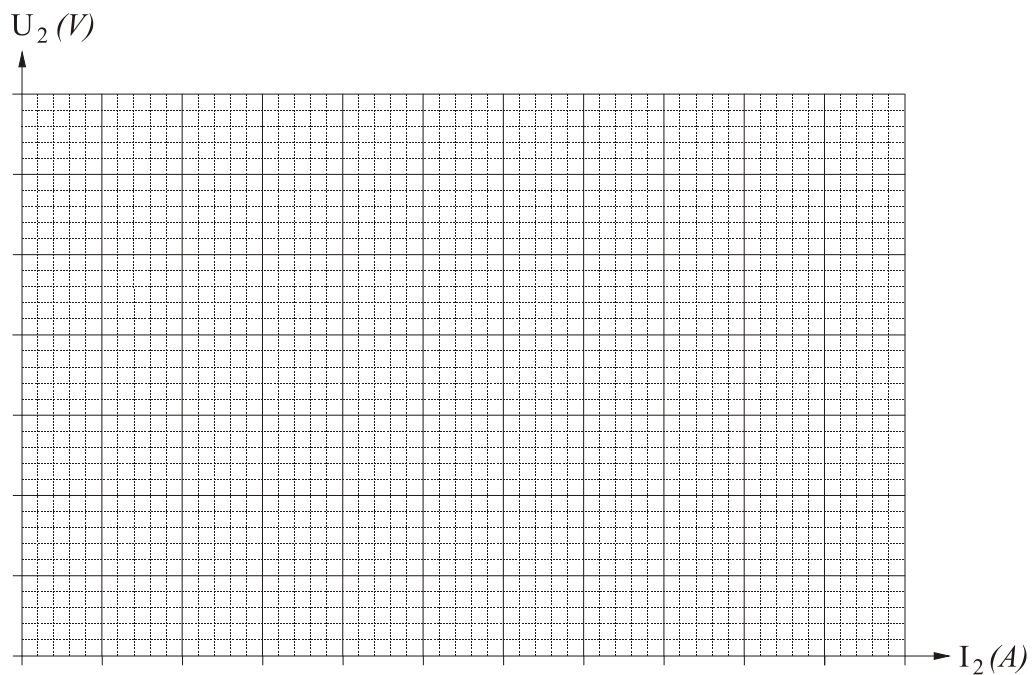
Nhận xét: .....

.....

.....

.....

- Đặc tuyến tải  $U_2 = f(I_2)$  khi máy biến áp mang tải điện cảm



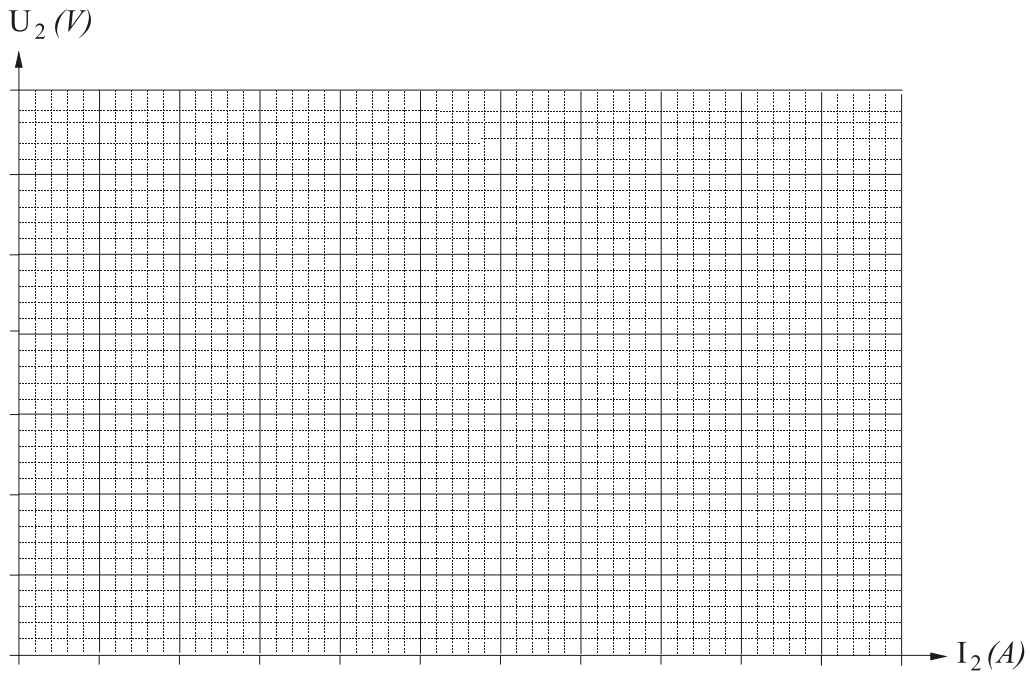
Nhận xét: .....

.....

.....

.....

- Đặc tuyến tải  $U_2 = f(I_2)$  khi máy biến áp mang tải điện dung



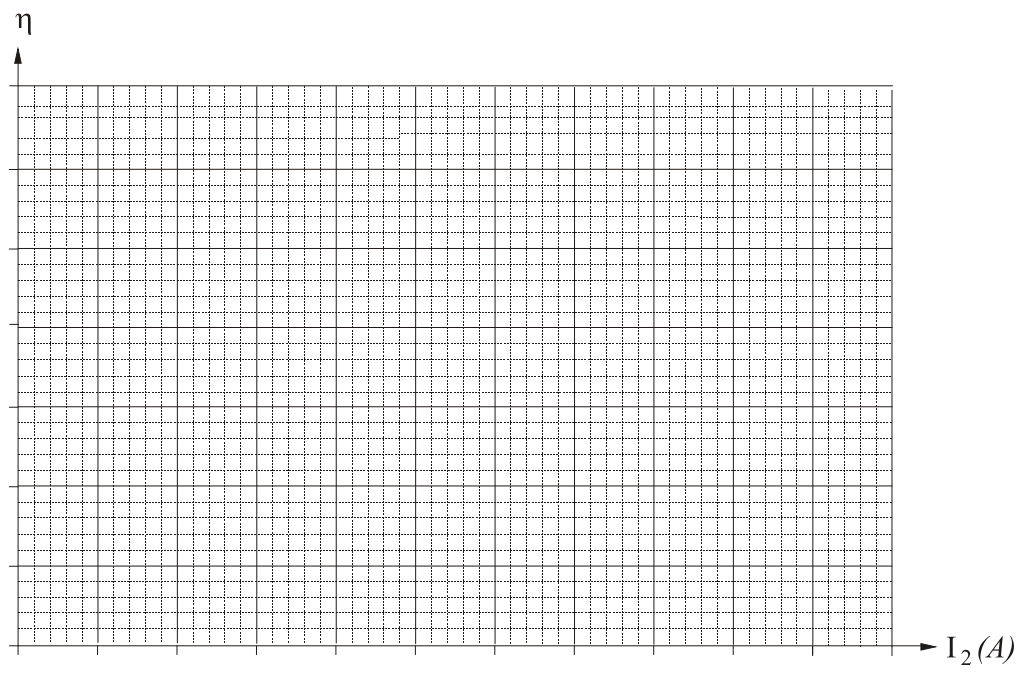
Nhận xét: .....

.....

.....

.....

- Đặc tuyến hiệu suất  $\eta = f(I_2)$  khi máy biến áp mang tải trở



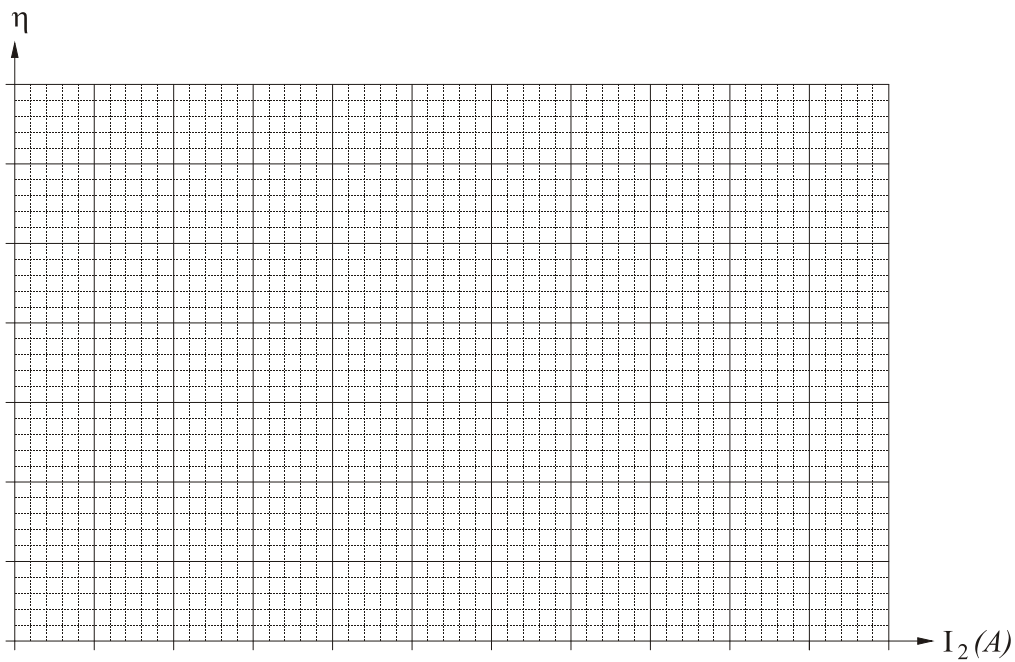
Nhận xét: .....

.....

.....

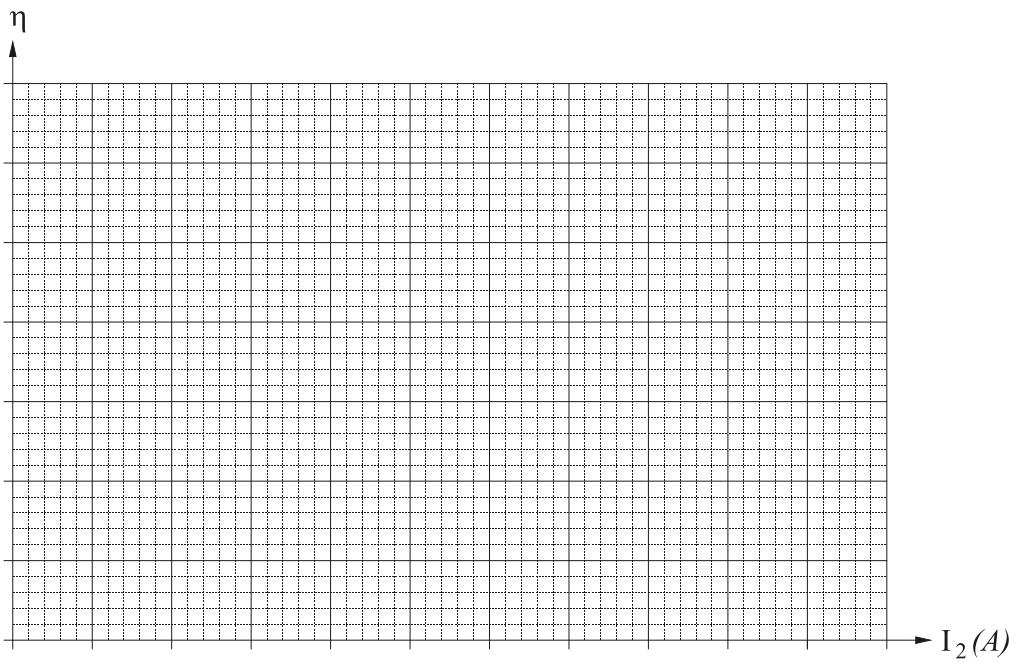
.....

- Đặc tuyến hiệu suất  $\eta = f(I_2)$  khi máy biến áp mang tải điện cảm



Nhận xét: .....

- Đặc tuyến hiệu suất  $\eta = f(I_2)$  khi máy biến áp mang tải điện dung



Nhận xét: .....



