

## Bài 08

# VẬN HÀNH ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG BÙ CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG ỨNG ĐỘNG 6 CẤP ĐIỀU KHIỂN

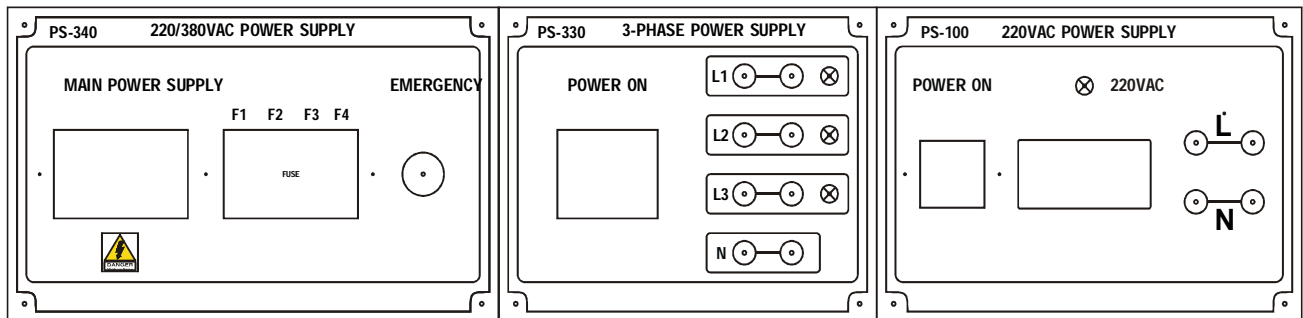
## I. Mục đích

Bài thực hành nhằm củng cố cho học viên những kiến thức và kỹ năng thực hành về bù công suất phản kháng bằng tụ điện, bao gồm:

- Hiểu được vai trò của việc bù công suất phản kháng. Giải thích được ý nghĩa, lợi ích của việc bù công suất phản kháng.
- Nắm được cấu tạo, chức năng của thiết bị bù công suất phản kháng. Hiểu nguyên tắc hoạt động của các thiết bị trong mô hình: thiết bị đo, thiết bị đóng cắt bảo vệ, thiết bị tự động điều khiển đóng cắt hệ thống tụ bù (PFC).
- Lập được quy trình vận hành hệ thống tụ bù, thiết lập được sơ đồ đấu nối hệ thống tụ bù.
- Vận hành hệ thống tụ bù, đọc thông số các thiết bị đo và nhận xét đánh giá kết quả vận hành.

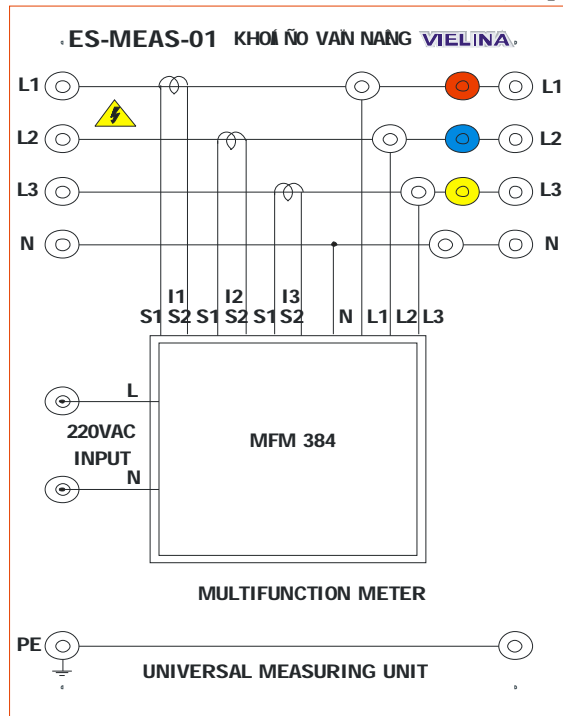
## II. Mô hình thiết bị.

### 2.1. Bộ nguồn.

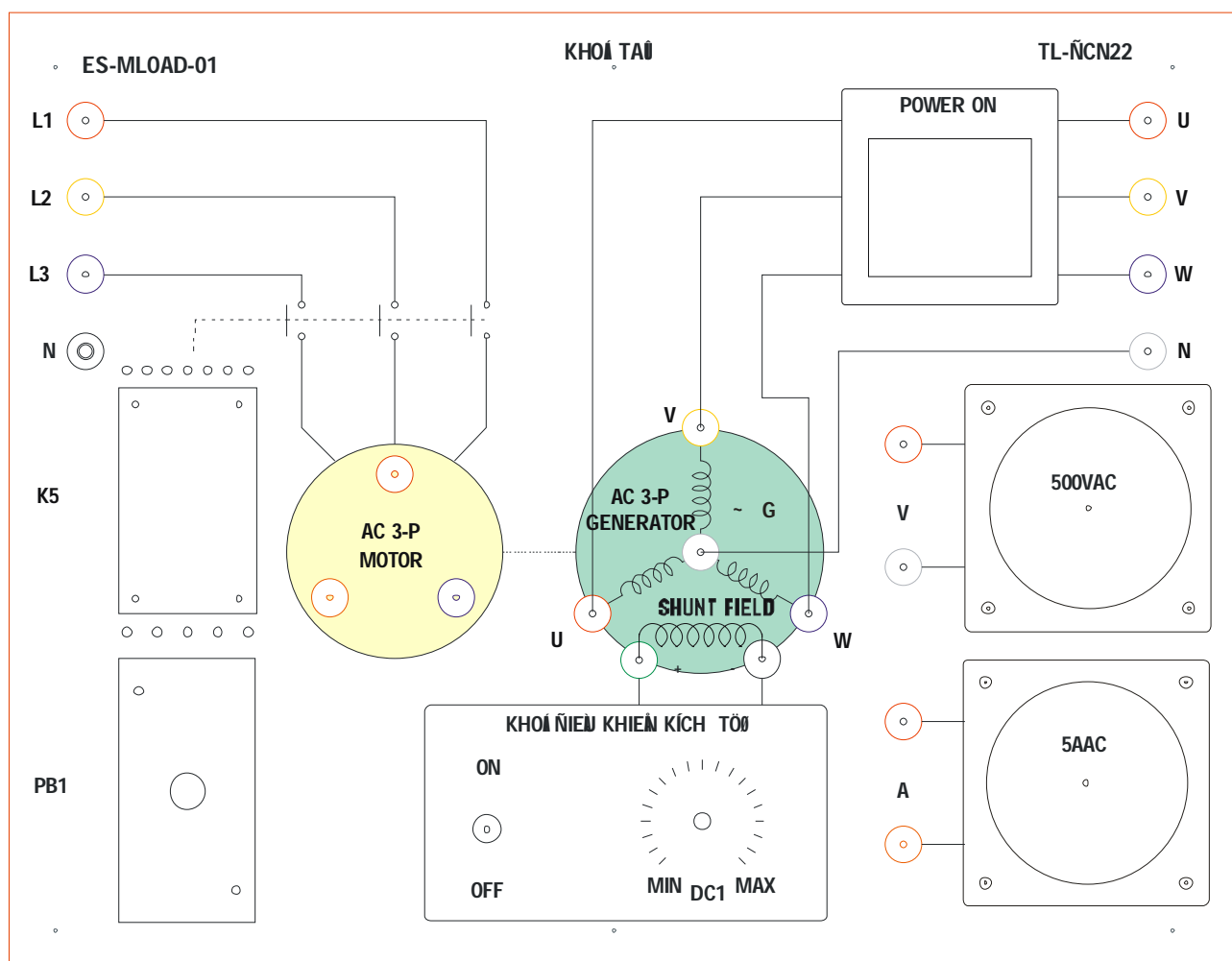


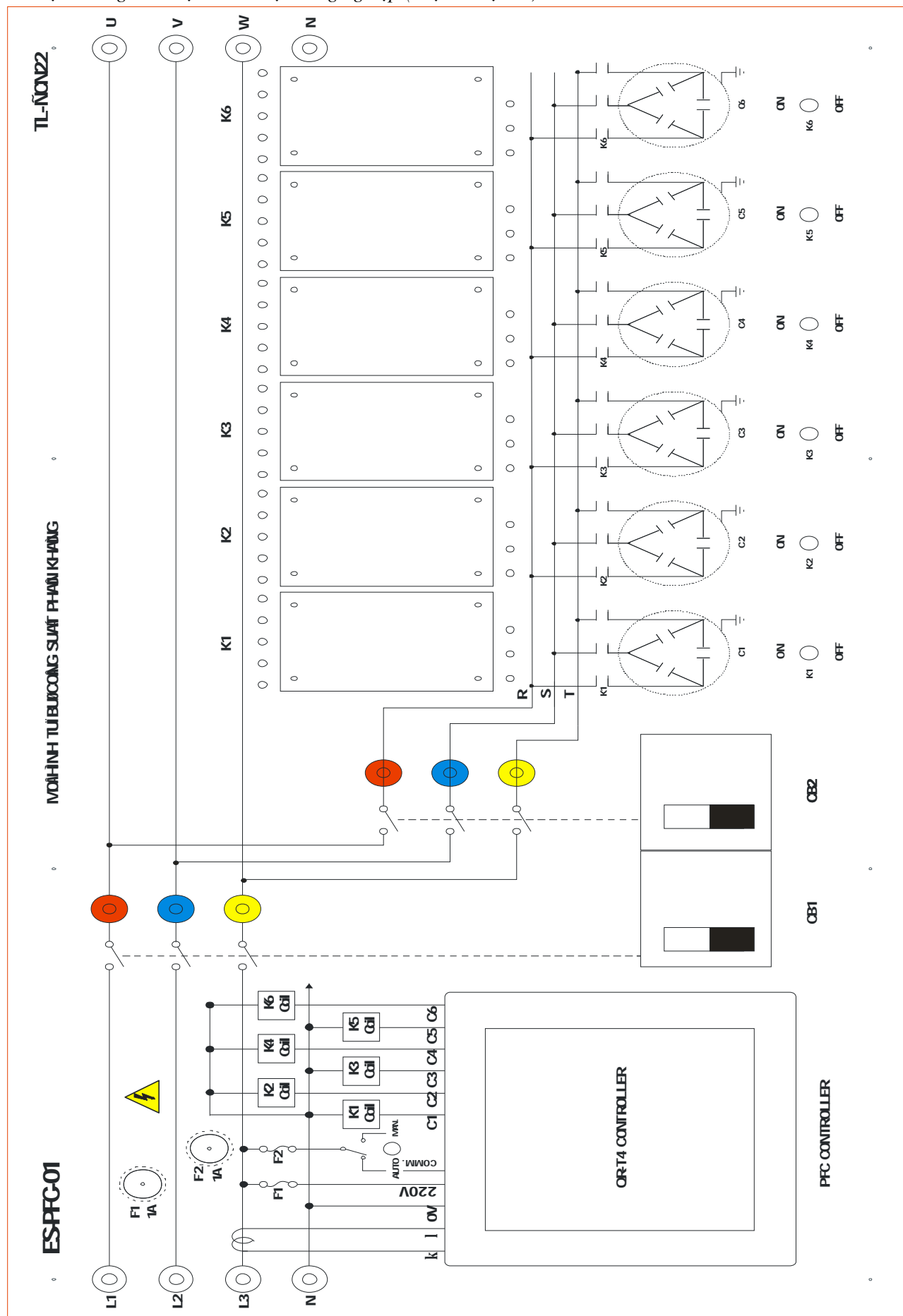
- Khối nguồn chính 3 pha PS-340:
  - Công tắc chống giật ELCB 3 pha (CB 3P-600V-10A). Cầu chì 3 pha.
  - Công tắc dừng khẩn cấp (Emergency).
- Khối nguồn 3 pha PS-330:
  - CB 3 pha (CB 3P-600V-10A).
  - Các chốt ra tiêu chuẩn cho 3 pha L1, L2, L3 và N.
- Khối nguồn 1 pha PS-100:
  - Ổ cắm 1 pha 3 cực 16A đèn báo pha bằng LED màu. Các chốt ra tiêu chuẩn cho 1 pha L và N.

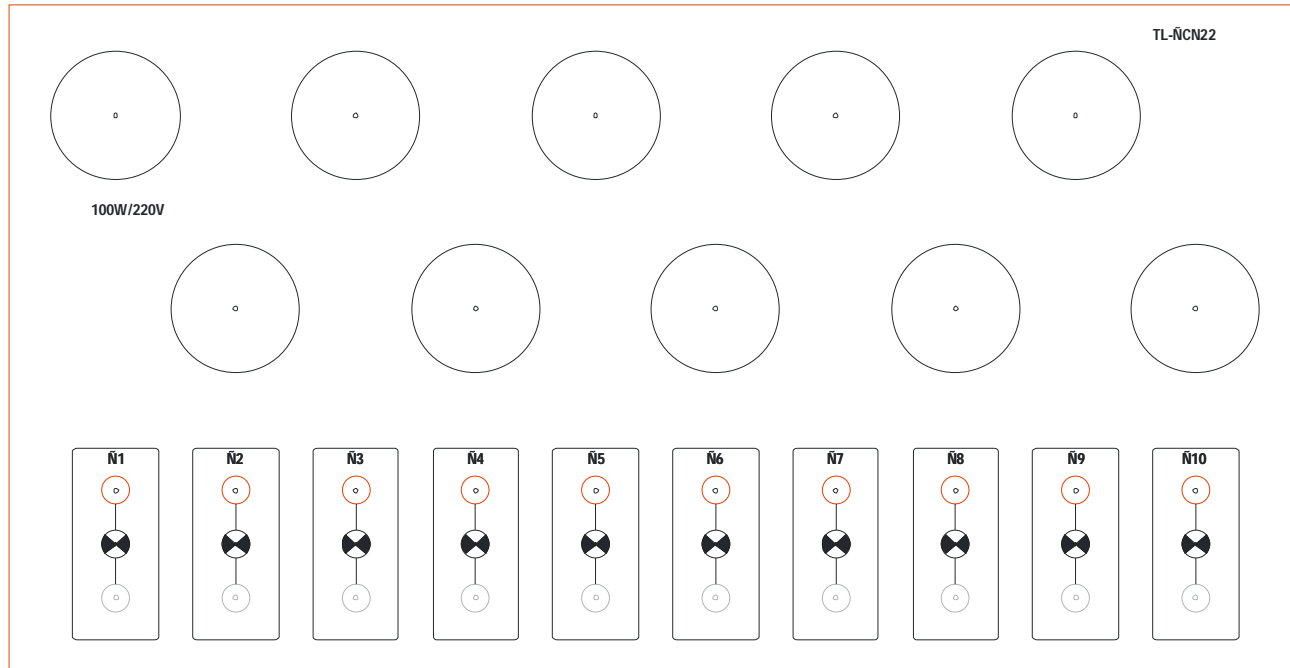
### 2.2. Bảng thí nghiệm điều khiển bù công suất ứng động 6 cấp điều khiển (Power factor controller)



Hình 5.1.  
Khối đo vạn năng và khối tải







Khởi tải gồm 10 bóng đèn dây tóc 100W-220V

- Khởi đo vạn năng ES-MEAS-01:
  - Đo các đại lượng điện 3 pha: dòng, điện áp, công suất, hệ số công suất...
- Khởi tải:
  - Cụm tải động cơ, máy phát đồng bộ 3 pha.
  - Các khí cụ điện điều khiển khởi tải.
- Khởi tải đèn:
  - 10 đèn 100W 220V.
- Khởi mô hình điều khiển và tự bù công suất phản kháng 6 cấp.
  - Bộ điều khiển bù công suất ứng động.
  - 6 cấp tụ bù

**Phụ kiện kèm theo:**

- 01 bộ Dây cắm nguồn AC
- 01 Dây thí nghiệm an toàn

### 2.3. Cơ sở lý thuyết.

#### a) Hệ số công suất PF (Power Factor), Công suất tác dụng và Công suất phản kháng

Công suất mạch điện xoay chiều với tải trở thuần có thể xác định bằng cách đo dòng điện và điện áp trong mạch, sau đó lấy tích số của 2 số đo:

$$P = U.I \quad (2.1)$$

Khi tải là cảm hoặc tụ điện, giá trị dòng và thế lệch nhau về pha một giá trị  $\varphi$ . Công suất khi đó được gọi là công suất tác dụng sẽ là:

$$P = U.I. \cos\varphi < U.I \quad (2.2)$$

Trong đó  $\cos\varphi$  là hệ số công suất của dòng điện. Do  $\cos\varphi < 1$  nên công suất tác dụng nhỏ hơn công suất nguồn cấp.

Công suất truyền từ nguồn điện đến tải gồm 2 thành phần: Công suất tác dụng và công suất phản kháng.

Công suất tác dụng được định nghĩa là công suất hữu công, đặc trưng cho khả năng sinh ra công hữu ích của thiết bị, ví dụ như công suất cơ của động cơ. Đơn vị đo là W hoặc kW.

Công suất phản kháng không sinh ra công hữu ích nhưng nó lại cần thiết cho quá trình biến đổi năng lượng. Nó thường được hiểu như là thành phần từ hóa, tạo từ trường trong quá trình biến đổi năng lượng điện thành các dạng năng lượng khác, hoặc từ năng lượng điện sang chính năng lượng điện. Đơn vị đo là VAr hoặc kVAr.

Công suất tổng hợp cho 2 loại công suất trên được gọi là công suất biểu kiến. Đơn vị đo là VA hoặc KVA. Ba loại công suất được trình bày ở trên lại có một mối quan hệ mật thiết với nhau thông qua tam giác vuông công suất với góc nhọn  $\varphi$ , các giá trị tính theo công thức lượng giác:

$$\begin{aligned}P &= S \cdot \cos\varphi \\Q &= S \cdot \sin\varphi \\S^2 &= P^2 + Q^2\end{aligned}\quad (2.3)$$

### b) Nâng cao hệ số công suất (Power Factor)

Từ công thức (2.3.2), ta thấy rằng hệ số công suất ( $\cos\varphi$ ) càng cao ( $\rightarrow 1$ ) thì thành phần công suất tác dụng càng cao và máy sẽ sinh ra được nhiều công hữu ích. Giá trị của hệ số công suất phụ thuộc vào tải sử dụng. Đối với tải trở,  $\cos\varphi = 1$ . Tuy nhiên, đa số tải thực tế sử dụng là tải cảm có sự lệch pha giữa dòng và thế nên  $\cos\varphi < 1$  (cuộn dây động cơ, biến thế... thường  $\cos\varphi < 0,7$ ). Tải mang tính cảm kháng có hệ số công suất thấp sẽ nhận thành phần dòng điện phản kháng từ máy phát đưa đến qua hệ thống truyền tải phân phối. Do đó kéo theo tổn thất công suất và hiện tượng sụt áp.

Để bù sự mất mát này, phương pháp đơn giản là dùng một tụ điện mắc song song với tải. Nhờ vậy, pha của dòng điện được kéo lên sớm pha hơn so với điện áp, bù với sự trễ pha của dòng điện gây bởi tải cảm. Khi mắc các tụ song song với tải, dòng điện có tính dung của tụ sẽ có cùng đường đi như thành phần cảm kháng của dòng tải. Vì vậy hai dòng điện này sẽ triệt tiêu lẫn nhau  $I_C = I_L$ . Như vậy không còn tồn tại dòng phản kháng qua phần lưới phía trước vị trí đặt tụ. Do đó hệ số công suất được nâng cao, và công suất tác dụng gần với công suất nguồn cấp.

Nhu cầu của tải về công suất tác dụng và công suất phản kháng cần được đáp ứng đủ thì tải mới hoạt động tốt. Giải pháp trung hòa hơn là nguồn sẽ chỉ cung cấp cho tải 1 phần công suất phản kháng, phần thiếu còn lại, người sử dụng thiết bị tải phải bổ sung thêm bằng cách gắn thêm tụ bù.

Các đường dây truyền tải điện dài sinh ra các điện kháng ký sinh nối tiếp dọc đường dây. Do đó, khi truyền tải công suất lớn sẽ gây ra tổn thất điện áp trên đường dây. Để bù các điện kháng ký sinh này, cũng cần sử dụng các tụ bù dọc trên đường dây. Ngoài ra, dòng điện truyền trên đường dây sẽ làm nóng dây và tạo ra một lượng sụt áp trên đường dây truyền tải. Vì vậy, nếu như cùng 1 tải, nếu ta trang bị tụ bù để phát công suất phản kháng ngay tại tải,

đường dây chỉ chuyển tải dòng điện của công suất tác dụng thì chắc chắn đường dây sẽ mát hơn.

Từ các phân tích trên, có thể kết luận như sau:

- Việc sử dụng thiết bị bù công suất phản kháng cho phép khai thác tối đa công suất tác dụng sinh công, làm giảm năng lượng điện vô công, góp phần giảm bớt công suất nguồn cấp. Khi đó các thiết bị điện không cần định mức dư thừa.

- Nếu năng lượng phản kháng tiêu thụ vượt quá 40% năng lượng tác dụng ( $\text{tg}\varphi > 0,4$ : theo giá trị thoả thuận với công ty cung cấp điện) thì người sử dụng năng lượng phản kháng phải trả tiền hàng tháng theo giá hiện hành, tính theo:

$$\text{kVAr (phải trả tiền)} = \text{kWh} (\text{tg}\varphi - 0,4)$$

- Cải thiện hệ số công suất cho phép người sử dụng máy biến áp, thiết bị đóng cắt và cáp... nhỏ hơn, đồng thời giảm tổn thất điện năng và sụt áp trong mạng điện.

Để nâng cao hệ số công suất cho một thiết bị hoặc hệ thống có 2 phương pháp:

- Sử dụng máy bù cho phép bù công suất phản kháng, có đặc trưng thay đổi mìn. Tuy nhiên thiết bị phức tạp, ít được sử dụng.

- Sử dụng tụ bù với bộ điều khiển ứng động, có đặc trưng bù thay đổi nhảy bậc. Thiết bị đơn giản, được sử dụng rộng rãi.

Trong mạng lưới hạ áp, bù công suất phản kháng được thực hiện theo 2 phương pháp:

- Sử dụng tụ điện với lượng bù cố định (bù nền).
- Thiết bị điều chỉnh bù tự động hoặc một bộ tụ cho phép điều chỉnh liên tục theo yêu cầu khi tải thay đổi.

### **c) Tụ bù nền**

Bố trí bù gồm một hoặc nhiều tụ tạo nên lượng bù không đổi. Việc điều khiển có thể thực hiện bằng tay (với CB hoặc LBS/ Load Break Switch), bán tự động (với contactor) hoặc mắc trực tiếp vào tải. Mạch bù được đóng vào mạch điện đồng thời khi đóng tải.

Các tụ điện thường được đặt tại vị trí đầu nổi của thiết bị tiêu thụ điện có tính cảm kháng (động cơ điện và máy biến áp) hoặc tại vị trí thanh góp cấp nguồn cho nhiều động cơ nhỏ và các phụ tải có tính cảm kháng, khi mà việc bù từng thiết bị trở nên tốn kém.

### **d) Bộ tụ bù điều khiển tự động (bù ứng động)**

Ở phương pháp này bộ tụ bù chia thành nhiều phần và mỗi phần được điều khiển bằng contactor. Khi cấp điện cho một contactor sẽ đóng một số tụ song song vào mạng điện. Vì vậy lượng công suất bù có thể tăng hay giảm theo từng cấp bằng cách thực hiện đóng hoặc cắt điện contactor điều khiển bộ tụ. Mạch đo hệ số công suất của mạng điện (thông qua biến dòng) sẽ cung cấp thông tin cho bộ điều khiển thực hiện đóng và mở các contactor để mắc bộ tụ bù tương ứng. Nhờ mạch điều khiển bù tự động, hệ số công suất được duy trì trong một giới hạn cho phép quanh giá trị hệ số công suất được chọn.

### **e) Phương pháp tính tụ bù:**

Để chọn tụ bù cho một tải nào đó thì ta cần biết công suất (P) của tải đó và hệ số công suất ( $\cos \varphi$ ) của tải đó:

Giả sử ta có công suất của tải là P

Hệ số công suất của tải trước khi bù là  $\cos \varphi_1 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi_1$

Hệ số công suất của tải sau khi bù là  $\cos \varphi_2 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi_2$ .

Công suất phản kháng cần bù là  $Q_C = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$ .

Từ công suất cần bù ta chọn tụ bù cho phù hợp trong bảng catalog của nhà cung cấp tụ bù.

Để dễ hiểu ta sẽ cho ví dụ minh họa như sau:

☞ Giả sử ta có công suất tải là  $P = 270 \text{ (kW)}$ .

Hệ số công suất trước khi bù là  $\cos \varphi_1 = 0.75 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi_1 = 0.88$

Hệ số công suất sau khi bù là  $\cos \varphi_2 = 0.95 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi_2 = 0.33$

Vậy công suất phản kháng cần bù là  $Q_{bù} = P (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2)$

$Q_{bù} = 270(0.88 - 0.33) = 148.5 \text{ (kVAr)}$

Từ số liệu này ta chọn tụ bù trong bảng catalog của nhà sản xuất giả sử là ta có tụ 25kVAr. Để bù đủ cho tải thì ta cần bù 6 tụ 25 kVAr tổng công suất phản kháng là  $6 \times 25 = 150 \text{ (kVAr)}$  với 6 tụ bù này ta chọn bộ điều khiển 6 cấp.

#### f) Vị trí lắp đặt tụ bù

Vị trí lắp đặt tụ bù trong mạng điện có thể theo các cách: bù tập trung, bù nhóm, bù riêng, hoặc bù kết hợp hai phương án sau cùng.

- Bù chung: bộ tụ được đấu vào thanh góp hạ áp của tủ phân phối chính và được đóng trong thời gian tải hoạt động. Phương pháp này có ưu điểm đơn giản, cho phép giảm tải cho máy biến áp và do đó nó có khả năng phát triển thêm các phụ tải cần thiết. Tuy nhiên cách mắc này chưa cho phép cải thiện kích cỡ dây dẫn, giảm công suất tổn hao, bởi vì dòng điện phản kháng đi tới tất cả các lõi ra tủ phân phối chính của mạng hạ thế.

Ngoài ra, giải pháp mắc tụ bù chung không giải quyết triệt để sự hao hụt điện năng vì lý do: hệ số sử dụng đồng thời thiết bị không thể xác định chính xác, tức là ở mỗi thời điểm khác nhau thì phụ tải khác nhau, nên xảy ra tình trạng bù nhưng không đủ (hoặc thừa). Ngoài ra, khi không có phụ tải hoặc phụ tải nhỏ thì dòng điện tổng trên mạch rất lớn nên vẫn xảy ra tổn thất. Vì vậy giải pháp bù tập trung thường áp dụng cho tải ổn định và liên tục.

- Bù riêng - phân tán: trong các nhà máy, với mạng điện kết nối nhiều thiết bị, việc đặt các tủ tụ bù dạng phân tán, ngay sát tại thiết bị sử dụng điện là hợp lý và hiệu quả nhất. Phương pháp này phù hợp cho những thiết bị công suất lớn. Bù riêng cho phép giảm kích thước dây dẫn và tổn hao đối với tất cả các dây dẫn.

### 2.4. Sơ đồ nguyên tắc bù công suất phản kháng

Trong mô hình thực hành này, chúng ta sẽ khảo sát một hệ thống bù công suất phản kháng sử dụng bộ tụ bù mắc trực tiếp ở đầu tải.

Nguồn điện 3 pha (220/380V) từ lõi ra khỏi cáp nguồn có bảo vệ quá dòng và chống giật được đưa tới khối đo vạn năng cho phép đo các thông số điện cơ bản. Điện 3 pha này được cung cấp cho hệ thống tải gồm 1 động cơ 3 pha nối với trục máy phát DC. Khi điều khiển kích từ máy phát DC, có thể thay đổi điện áp ra, và do đó thay đổi tải. Mô hình điều

*Tài liệu hướng dẫn thực hành điện công nghiệp (Điện - Điện tử)*

khíều dùng tụ bù được nối với hệ đường dây ba pha, thực hiện bù công suất phản kháng khi thay đổi tải. Khối đo vạ năng sẽ cho phép theo dõi sự thay đổi thông số điện khi có và không có bù công suất phản kháng.

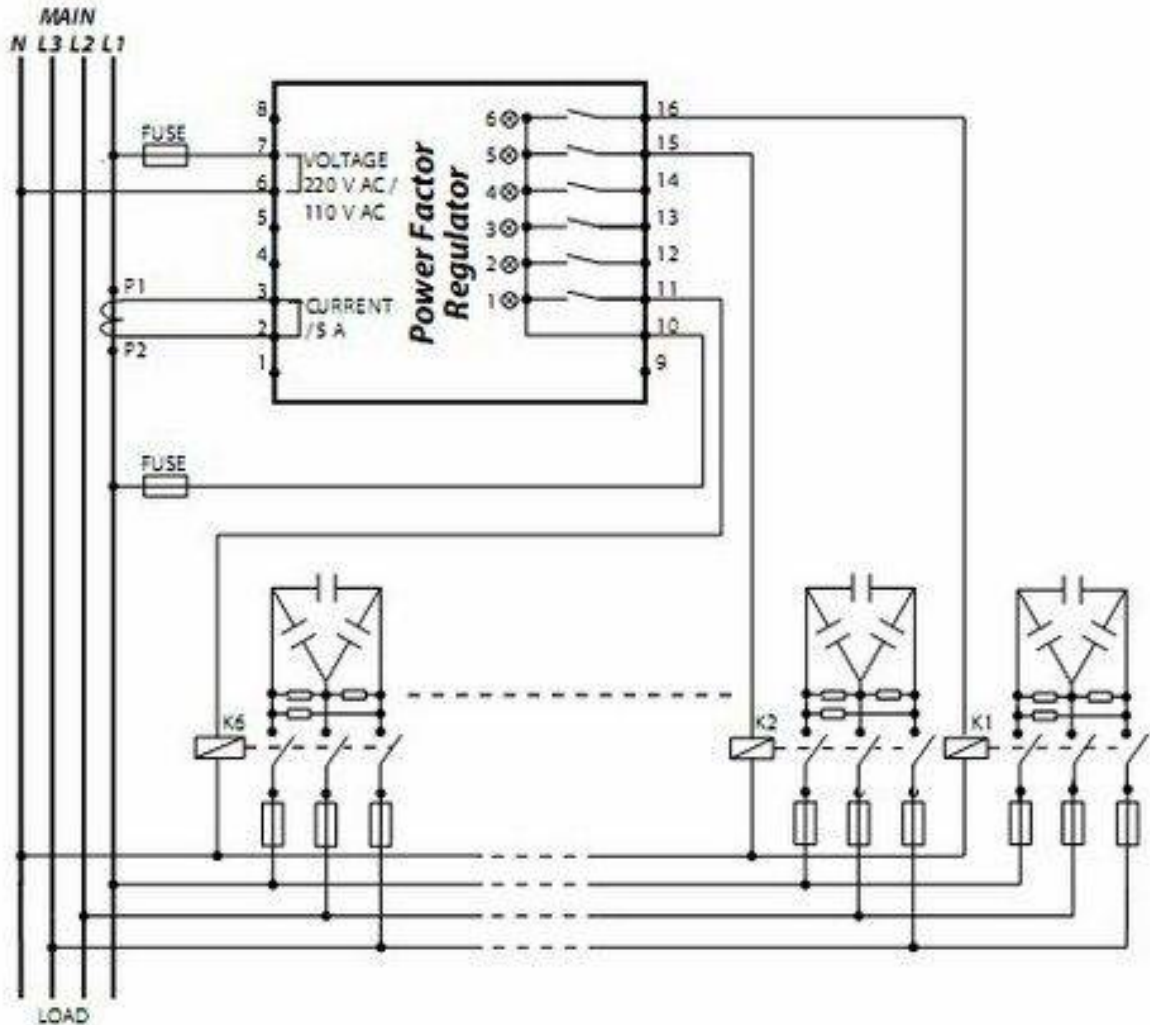
## 2.5. Khối đo điện vạ năng ES-MEAS-01



(Các tính năng theo cataloge đính kèm)







Bộ điều khiển tự bù QR-T6 (hình 3.6) có các đặc tính nổi bật:

- Tự động biến đổi cực tính máy biến dòng (C.T)
- Tự động tránh tình trạng đóng cắt lặp lại (nghĩa là không cần hệ số C/K)
- Cho phép cài đặt riêng thời gian trễ khi đóng và thời gian trễ khi cắt nên dễ dàng bù cho các phụ tải thay đổi liên tục.

#### 🔧 Mô tả hoạt động

Khi được cấp điện, bộ điều khiển sẽ hoạt động ở chế độ tự động. Màn hình sẽ hiển thị trị số  $\cos\phi$  của phụ tải hoặc hiển thị **L o C** nếu đang không tải.

Bộ điều khiển sẽ so sánh trị số  $\cos\phi$  của phụ tải với các giá trị ngưỡng đóng và ngưỡng cắt được lập trình sẵn để tiến hành đóng/cắt tự bù.

Đèn **Delaying** sẽ nhấp nháy khi bộ điều khiển đang tiến hành đóng/cắt tự bù theo thời gian trễ đóng/cắt đã được lập trình.

Các cấp tụ bù được đóng/cắt theo thứ tự xoay vòng.

Thiết bị mặc định hoạt động ở chế độ tự động. Máy có thể chuyển sang chế độ đóng cắt bằng tay (để ngắt contactor, tụ bù ...) bằng cách nhấn nút [ **Mode/Prog.** ] khoảng 0,5

giây. Đèn Manual sẽ sáng. Lúc này có thể đóng/cắt tụ bù bằng cách nhấn nút [ ▲ ] / [ ▼ ]. Để trở về chế độ tự động ta cần nhấn nút [ **Mode/Prog.** ] khoảng 0,5 giây.

### 🔧 **Lập trình thông số**

Nhấn nút [ Mode/Prog. ] trong khoảng 2 giây, bộ điều khiển sẽ chuyển vào chế độ lập trình.

Màn hình sẽ hiển thị các thông số A, b, C, d, và các giá trị cài đặt 1, 2, 3, 4 ứng với các thông số đó.

Nhấn nút [ Mode/Prog. ] để chọn thông số A, b, C, d. Nhấn nút [ ▲ ] hoặc [ ▼ ] để chọn giá trị 1 hoặc 2 ... cho từng thông số.

- Ngưỡng đóng **A**: Thông số **A** xác định ngưỡng đóng của bộ điều khiển. Chọn 1 trong 3 giá trị theo bảng sau:

<b>A-1</b>	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = 0.85$ <b>cảm</b>
<b>A-2</b>	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = 0.90$ <b>cảm</b>
<b>A-3</b>	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = 0.95$ <b>cảm</b>

- Ngưỡng cắt **b**: Thông số **b** xác định ngưỡng cắt của bộ điều khiển. Chọn 1 trong 3 giá trị theo bảng sau:

<b>b-1</b>	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = 0.95$ <b>cảm</b>
<b>b-2</b>	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = 1.00$
<b>b-3</b>	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = 0.95$ <b>dung</b>

- Thời gian đóng **C**: Thông số **C** xác định thời gian trễ khi đóng của bộ điều khiển. Chọn 1 trong 4 giá trị theo bảng sau:

<b>C-1</b>	Thời gian đóng = <b>5</b> giây
<b>C-2</b>	Thời gian đóng = <b>10</b> giây
<b>C-3</b>	Thời gian đóng = <b>20</b> giây
<b>C-4</b>	Thời gian đóng = <b>40</b> giây

- Thời gian cắt **d**: Thông số **d** xác định thời gian trễ khi cắt của bộ điều khiển. Chọn 1 trong 4 giá trị theo bảng sau:

<b>d-1</b>	Thời gian cắt = <b>30</b> giây
<b>d-2</b>	Thời gian cắt = <b>60</b> giây
<b>d-3</b>	Thời gian cắt = <b>90</b> giây
<b>d-4</b>	Thời gian cắt = <b>120</b> giây

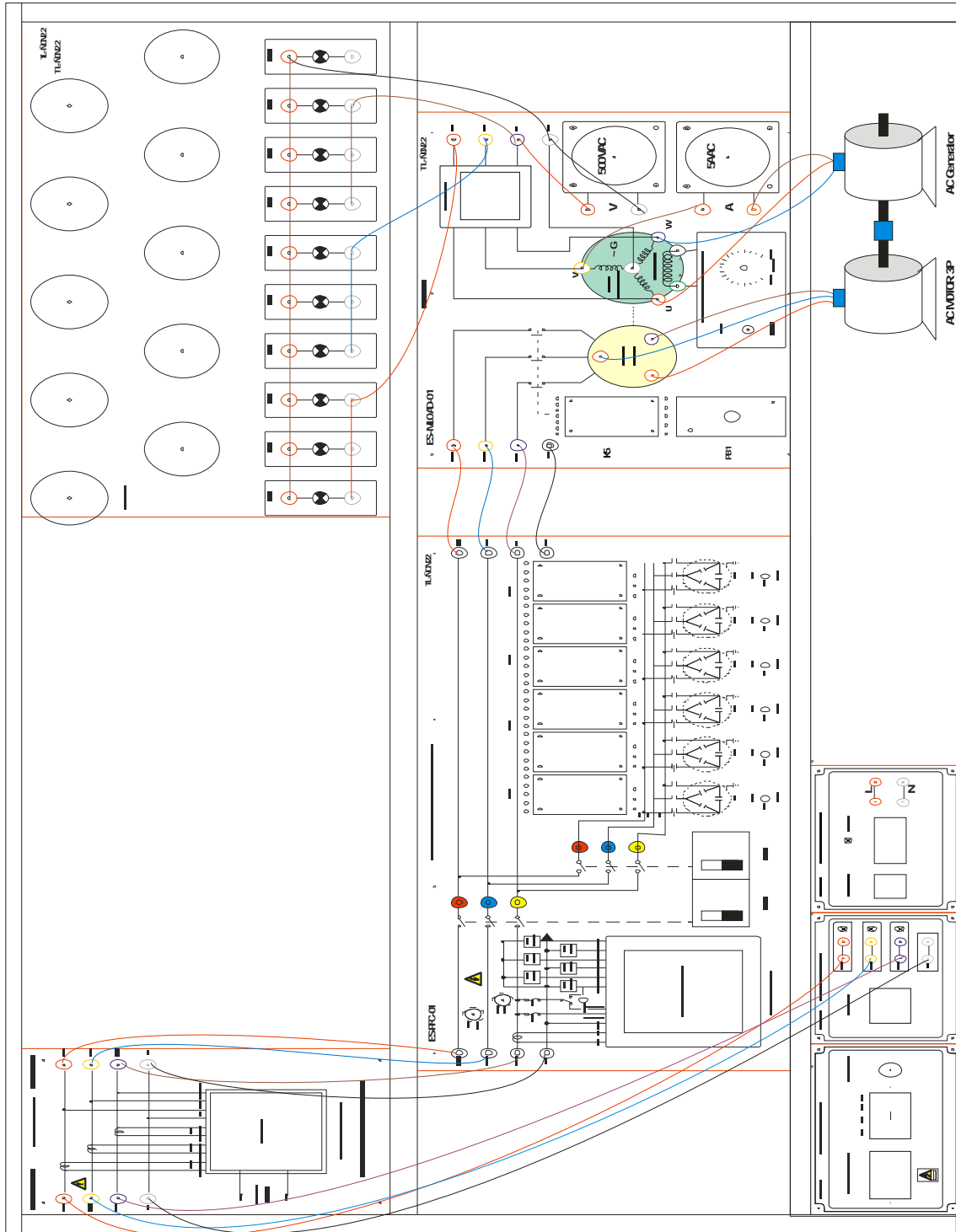
Sau khi đã chọn các giá trị cài đặt, nhấn nút **[Mode/Prog.]** trong khoảng 2 giây, bộ điều khiển sẽ ra khỏi chế độ lập trình và lưu các giá trị cài đặt mới vào bộ nhớ. Máy sử dụng bộ nhớ (non-volatile-memory) không bị mất nội dung cho dù nguồn điện bị cắt.

#### 🔧 Các đặc trưng kỹ thuật chính của QR-T4

Điện áp hoạt động	AC 220V $\pm$ 15%, 50/60Hz
Công suất tiêu thụ	5VA
Quy cách cầu chì đề nghị	250V, 2A, có thời gian trễ, lắp ngoài
Quy cách máy biến dòng	Dòng thứ cấp định mức 5A
Khả năng đóng cắt của tiếp điểm Relay	AC0V/DC120V, 2A tải trở. 120.000 lần tác động.
Thứ tự đóng cắt	Xoay vòng 1.1.1.1
Độ chính xác	1.0%
Kích thước tủ điện	92 x 92 cm
Dải nhiệt độ/độ ẩm vận hành	-10°C ~ 35°C, 10% ~ 85% RH
Cấp bảo vệ	IP 66

### III. Nội dung thực hành

#### 3.1. Lắp mạch theo sơ đồ sau:



### 3.2. Thực hành khởi động hệ thống và đo thông số điện với khối đo vạn năng ES-MEAS-01

- **Bước 01:** Kiểm tra tất cả các công tắc – CB trên bus nguồn CB1, CB2 của khối tụ bù ES-PFC-01, CB của khối tải ES-MLOAD-01 đều ở vị trí tắt (OFF).

- **Bước 02:** Bật công tắc chế độ Auto/Man trên khối mô hình tụ bù ES-PFC-01 sang chế độ Man (bằng tay). Khi đó khối điều khiển tự động không được cấp nguồn và sẽ không tác dụng.

- **Bước 03:** Vận biến trở cấp nguồn DC1 kích từ cho máy phát AC trên khối tải ES-MLOAD-01 về 0 (vận ngược chiều kim đồng hồ về rìa trái), công tắc nối tải CB-2 trên khối này ở vị trí ngắt.

- **Bước 04:** Bật công tắc trên nguồn 3 pha chính để cấp nguồn cho hệ thống.

- **Bước 05:** Bật công tắc cấp nguồn cho hệ thống.

- **Bước 06:** Nhấn nút Start khởi động động cơ, xác nhận động cơ đã quay ổn định.

- **Bước 07:** Thực hành đo các thông số của lưới điện trên khối đo vận năng ES-MEAS-01. Ghi các kết quả đo vào bảng sau:

Thông số	Giá trị đo	ĐV	Thông số	Giá trị đo	ĐV	Thông số	Giá trị đo
U1			PF1			kWh(1)	
U2			PF2			kWh(2)	
U3			PF3			kWh(3)	
U1-2			P1(kW)			kVArh(1)	
U2-3			P2(kW)			kVArh(2)	
U3-1			P3(kW)			kVArh(3)	
I1			Q1(kVAr)			kVAh(1)	
I2			Q2(kVAr)			kVAh(2)	
I3			Q3(kVAr)			kVAh(3)	
Hz			S1(kVA)				
			S2(kVA)				
			S3(kVA)				

- **Bước 08:** Kết thúc thí nghiệm, ngắt điện cho hệ thống.

### 3.3. Thực hành vận hành bù từng cấp bằng tay với tải cố định

- **Bước 01:** Giữ nguyên hiện trạng sơ đồ mạch như trên, kiểm tra tất cả các công tắc – CB trên bục nguồn CB1, CB2 của khối tụ bù ES-PFC-01, CB của khối tải ES-MLOAD-01 đều ở vị trí tắt (OFF).

- **Bước 02:** Bật công tắc chế độ Auto/Man trên khối mô hình tụ bù ES-PFC-01 sang chế độ Man (bằng tay). Khi đó khối điều khiển tự động không được cấp nguồn và sẽ không tác dụng.

- **Bước 03:** Khởi động hệ thống theo các bước như trong phần 3.2 ở trên.

- **Bước 04:** Khi động cơ M trên khối tải ES-MLOAD-01 đã chạy ổn định, đóng công tắc CB cho nối tải đèn của máy phát AC. Đồng hồ chỉ dòng tải máy phát vẫn bằng 0 vì chưa có thể kích từ.

- **Bước 05:** Vận biến trở nguồn DC1 cho dòng tải cố định là 2A.

- **Bước 06:** Tiến hành đo các thông số của lưới điện và ghi kết quả vào bảng bên dưới - cột chưa bù.

**- Bước 07:** Sử dụng 6 công tắc K1: K6 (mắc song song với tiếp điểm của khởi động từ) để tạo các bậc bù (mắc bộ tụ song song). Thực hiện đóng các tổ hợp công tắc như trong bảng bên dưới. Ghi kết quả vào cột đã bù.

Thông số	Chưa bù	Đã bù: K1 ON	Đã bù: K1+K2 ON	Đã bù: K1+K2+K3 ON	Đã bù: K1+K2+K3 +K4 ON	Đã bù: K1+K2+K3 +K4 +K5 ON	Đã bù: K1+K2+K3 +K4 + K5+K6 ON
I1							
I2							
I3							
PF1							
PF2							
PF3							
P1(kW)							
P2(kW)							
P3(kW)							
Q1(kVAr)							
Q2(kVAr)							
Q3(kVAr)							
S1(kVA)							
S2(kVA)							
S3(kVA)							
kWh(1)							
kWh(2)							
kWh(3)							
kVArh(1)							
kVArh(2)							
kVArh(3)							
kVAh(1)							
kVAh(2)							
kVAh(3)							

**- Bước 08:** Kết thúc thí nghiệm, ngắt điện cho hệ thống.

☞ **Chú ý:** Nhận xét kết quả - so sánh các giá trị đo khi chưa bù và đã bù theo các bậc tụ bù.  
Đánh giá hiệu quả bù.

.....  
 .....  
 .....

### 3.4. Thực hành bù tự động với tải thay đổi

- **Bước 01:** Đặt tất cả các công tắc tay điều khiển đóng tụ bù trên khối ES-PFC-01 (K1:K4) ở vị trí ngắt (OFF).

- **Bước 02:** Đặt công tắc chế độ Auto/Man trên khối mô hình tụ bù ES-PFC-01 ở chế độ Auto (tự động). Khi đó khối điều khiển tự động được cấp nguồn và sẽ thực hiện điều khiển tự động quá trình chọn và đóng tụ bù vào lưới điện.

- **Bước 03:** Khởi động hệ thống theo các bước như trong phần D.2.3 ở trên.

- **Bước 04:** Khi động cơ M trên khối tải ES-MLOAD-01 đã chạy ổn định, đóng công tắc CB cho tải đèn của máy phát AC. Đồng hồ chỉ dòng tải máy phát vẫn bằng 0 vì chưa có thể kích từ.

- **Bước 05:** Vận biến trở nguồn DC1 cho dòng tải lần lượt là 1A, 2A, 3A, 4A.

- **Bước 06:** Ở mỗi giá trị dòng tải, Bộ điều khiển sẽ tự động bù và điều khiển contactor được chọn ON. Ghi vào bảng bên dưới. xem với mỗi dòng tải, contactor nào đóng.

Tiến hành đo các thông số của lưới điện và ghi kết quả vào bảng cột đã bù.

Ghi kết quả chưa bù từ bảng ở mục 3.3 vào bảng dưới - cột chưa bù ứng với dòng tải tương ứng

Thông số	Dòng tải 1A		Dòng tải 2A		Dòng tải 3A		Dòng tải 4A	
	Chưa bù	Đã bù	Chưa bù	Đã bù	Chưa bù	Đã bù	Chưa bù	Đã bù
Contactors ON								
I1								
I2								
I3								
PF1								
PF2								
PF3								
P1(kW)								
P2(kW)								
P3(kW)								
Q1(kVAr)								
Q2(kVAr)								
Q3(kVAr)								

Thông số	Dòng tải 1A		Dòng tải 2A		Dòng tải 3A		Dòng tải 4A	
	Chưa bù	Đã bù	Chưa bù	Đã bù	Chưa bù	Đã bù	Chưa bù	Đã bù
S1(kVA)								
S2(kVA)								
S3(kVA)								
kWh(1)								
kWh(2)								
kWh(3)								
kVArh(1)								
kVArh(2)								
kVArh(3)								
kVAh(1)								
kVAh(2)								
kVAh(3)								

**- Bước 07:** Kết thúc thí nghiệm, ngắt điện cho hệ thống. Tháo dây kết nối trên mô hình, sắp xếp gọn gàng, vệ sinh nơi thực hành. Bàn giao thiết bị cho giáo viên hướng dẫn

☞ **Nhận xét kết quả - so sánh các giá trị đo khi chưa bù và đã bù theo các bậc tự bù.**

Đánh giá hiệu quả bù.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

☞ **So sánh kết quả bù tự động và bù bằng tay**

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

.....

#### **IV. Câu hỏi ôn tập**

- 4.1. Trình bày nguyên lý làm việc của hệ thống bù ứng động 6 cấp trên mô hình?
- 4.2. Mục đích của việc sử dụng hệ thống bù nêu trên?
- 4.3. Ngoài việc ứng dụng bù ứng động, trong thực tế hiện nay còn có các loại phương pháp bù nào?

#### **V. Tài liệu tham khảo**

- 5.1. Tài liệu hướng dẫn thực hành điện công nghiệp
- 5.2. Tài liệu hướng dẫn thí nghiệm điều khiển bù công suất phản kháng TL-ĐCN22