

BẢNG THÍ NGHIỆM ĐIỀU KHIỂN BÙ CÔNG SUẤT ỨNG ĐỘNG 6 CẤP ĐIỀU KHIỂN TL-ĐCN22

A. MỤC ĐÍCH THỰC HÀNH

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:

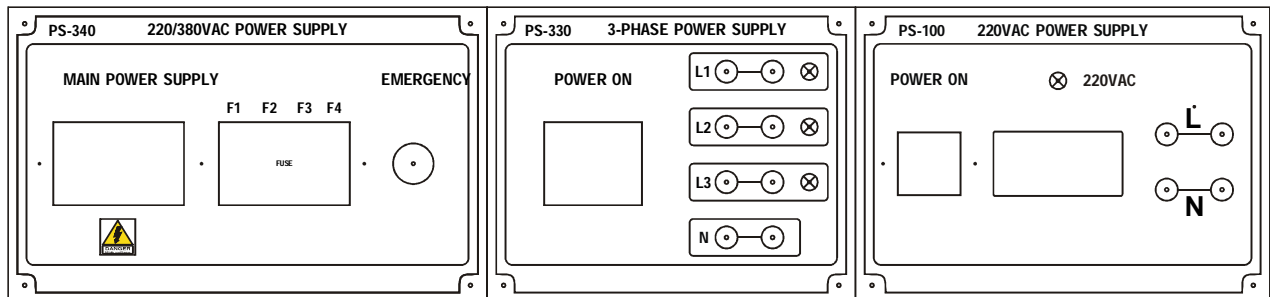
- Hiểu được vai trò của việc bù công suất phản kháng. Giải thích được ý nghĩa, lợi ích của việc bù công suất phản kháng.
- Nắm được cấu tạo, chức năng của thiết bị bù công suất phản kháng. Hiểu nguyên tắc hoạt động của các thiết bị trong mô hình: thiết bị đo, thiết bị đóng cắt bảo vệ, thiết bị tự động điều khiển đóng cắt hệ thống tụ bù (PFC).
- Lập được qui 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.

B. GIỚI THIỆU THIẾT BỊ

Thiết bị TL-ĐCN23 bao gồm:

1. Bàn thí nghiệm, khung gá, bộ nguồn:

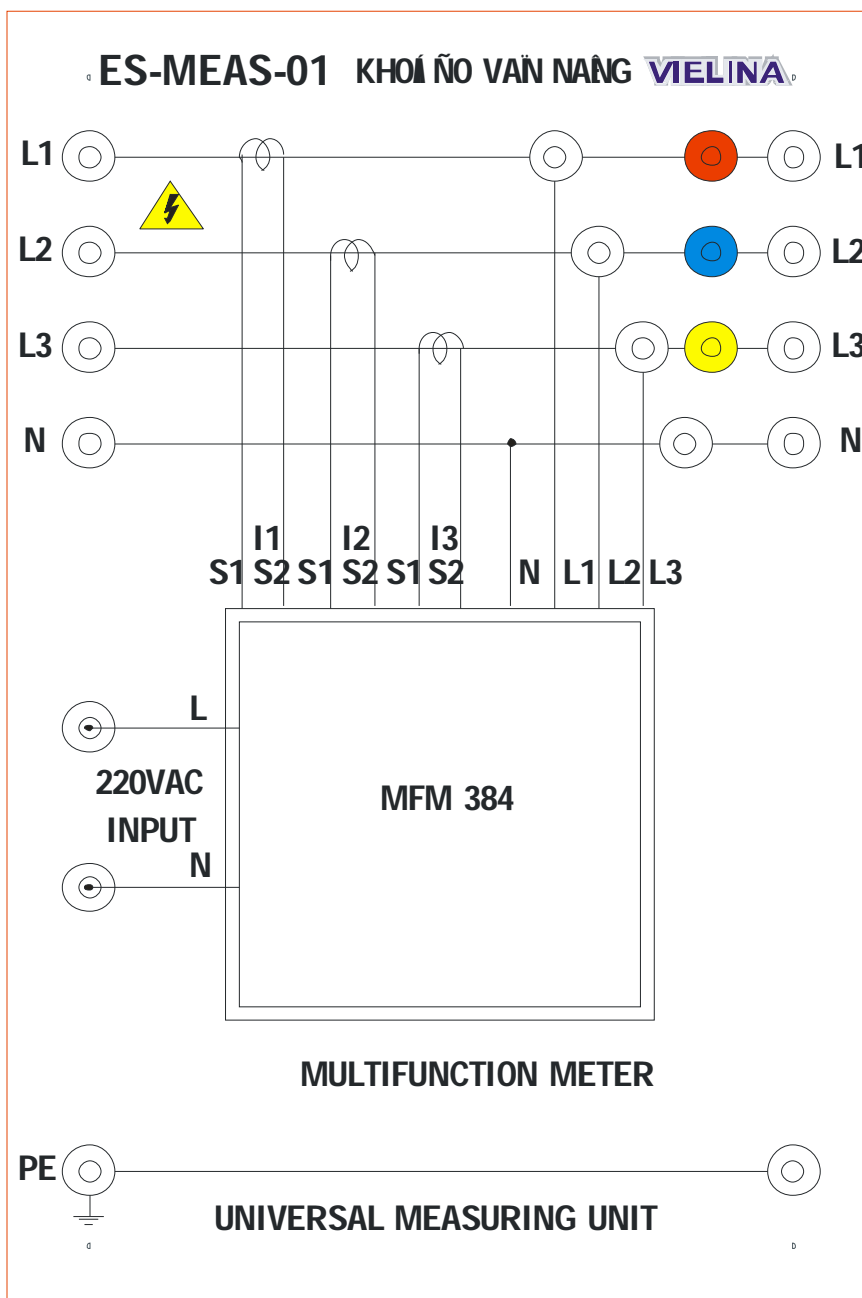
- Bàn thực tập kích thước (DxRxH): 1.200 x 800 x 700 (mm)
- Khung 2 tầng làm bằng sắt hộp, sơn tĩnh điện có rãnh dễ dàng tháo lắp các module thiết bị vào ra
- Bộ nguồn (hình 23.1), bao gồm các khối:

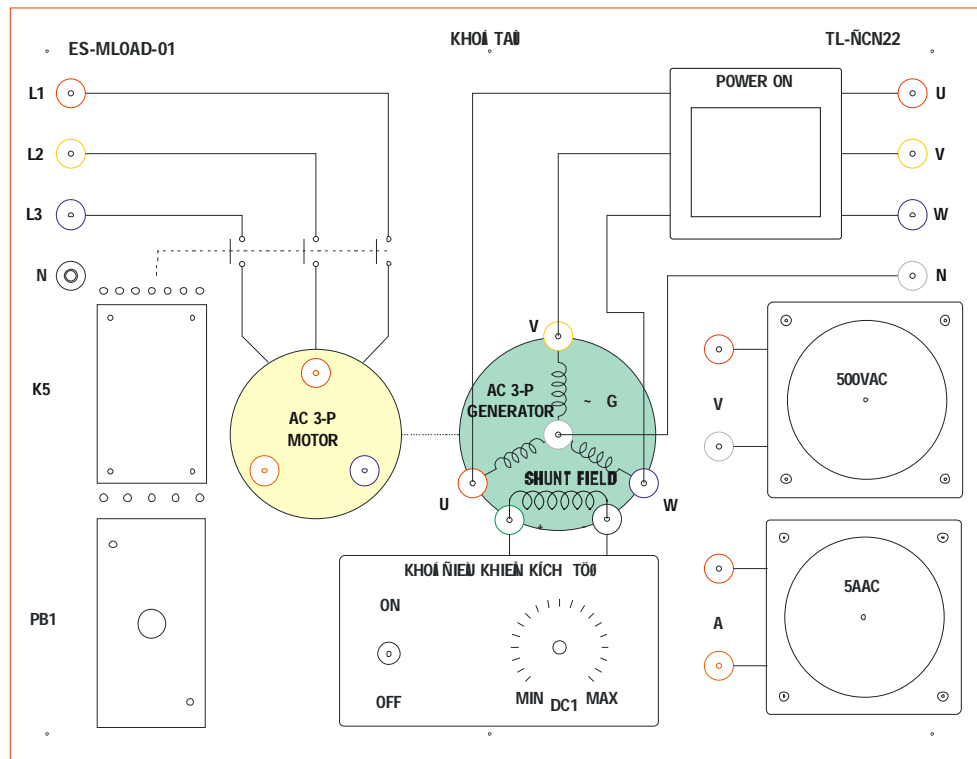


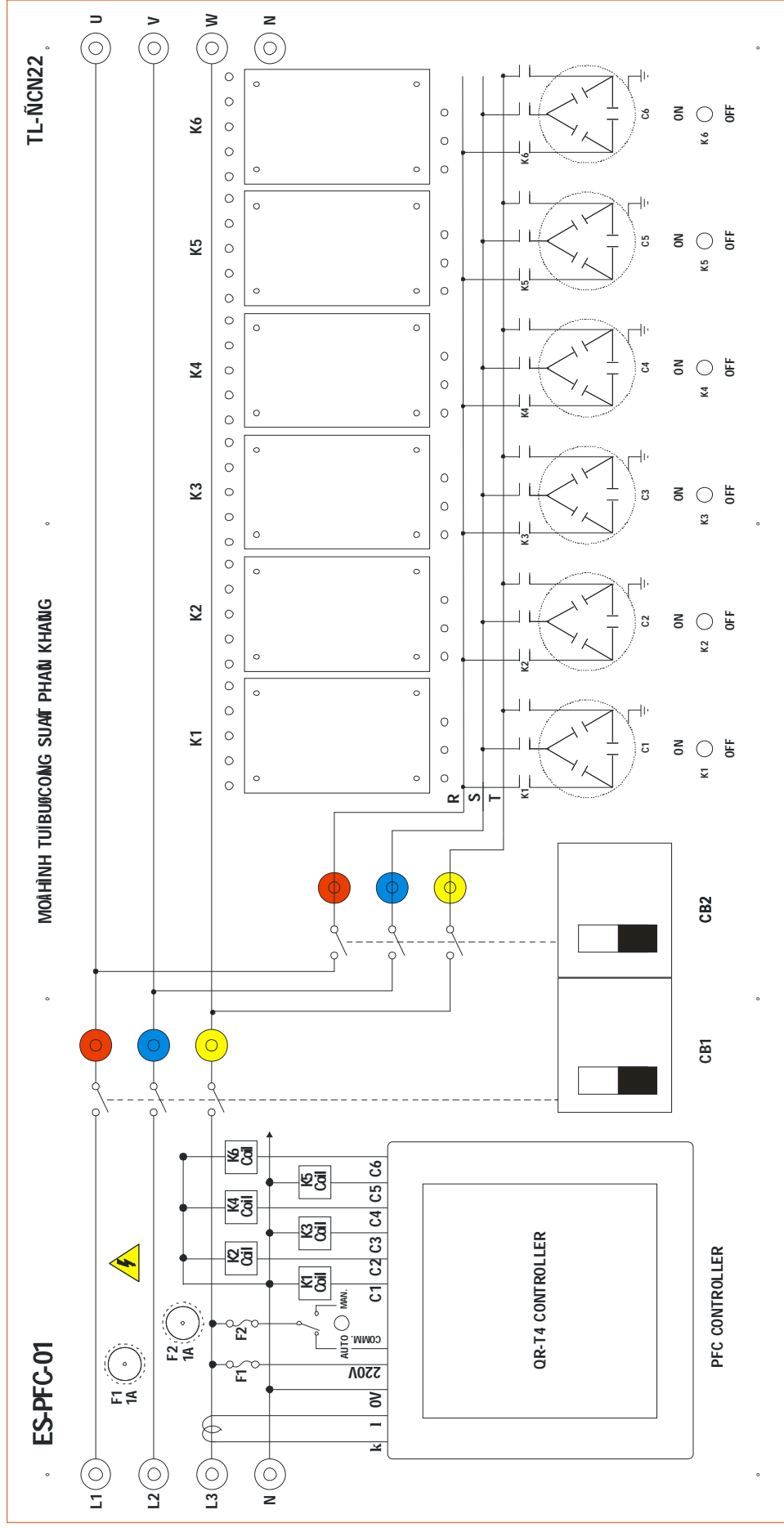
Hình 23.1: Bộ nguồn cho thực hành

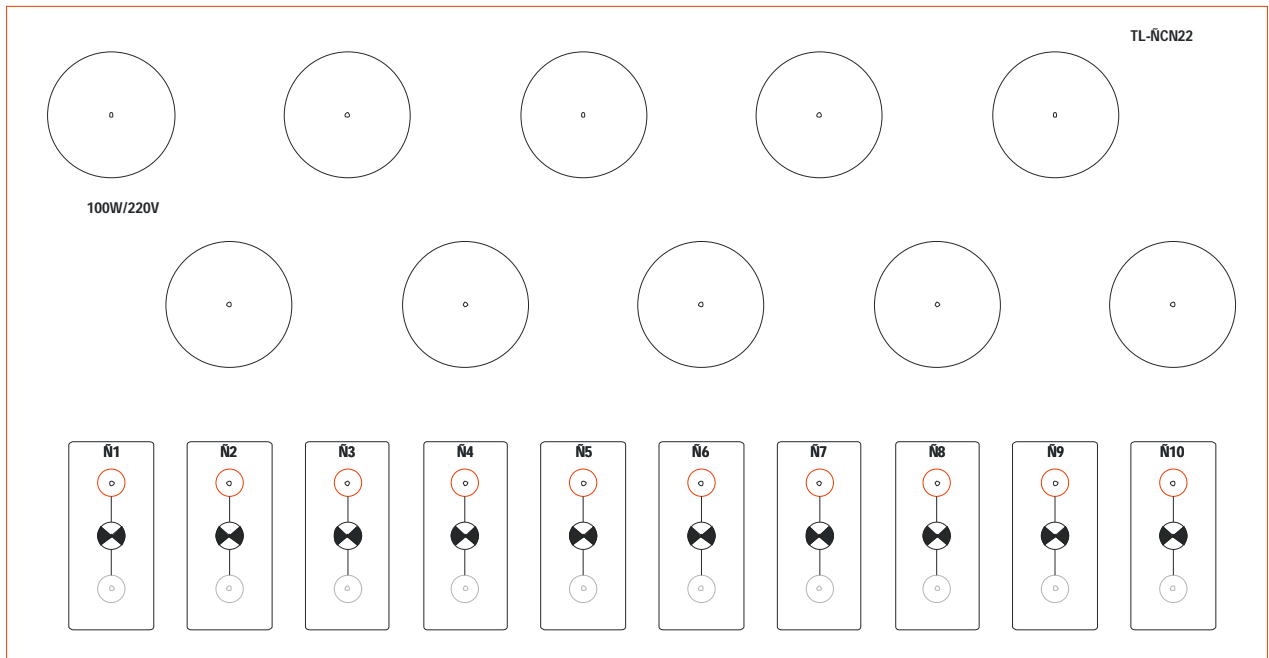
- Khối nguồn chính 3 pha PS-340:
 - Công tắc chống giật ELCB 3 pha (CB 3P-600V-10A). Cầu chì 3 pha.
 - Công tắc dừng khẩn cấp (Emergency).
- Khối nguồn 3 pha PS-330:
 - CB 3 pha (CB 3P-600V-10A).
 - Các chốt ra tiêu chuẩn cho 3 pha L1, L2, L3 và N.
- Khối nguồn 1 pha PS-100:
 - Ổ cắm 1 pha 3 cực 16A,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

2. Bảng thí nghiệm điều khiển bù công suất ứng động 6 cấp điều khiển (Power factor controller) :hình 23.2









Hình 23.2: Các khối chức năng của hệ thống TL-ĐCN22

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

Phụ kiện kèm theo:

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

C. ĐẦU NỐI THIẾT BỊ

- Các khí cụ điện trên khối đã được nối với các chốt vào/ra. Khi thực hành, học viên dùng dây kết nối sơ đồ theo từng bài thí nghiệm

Chú ý: Trong thí nghiệm thực hiện với thế AC 220V. Vì vậy học viên cần tuân thủ quy tắc an toàn điện, trước khi nối dây mắc sơ đồ thí nghiệm cần phải tắt nguồn điện. Trong quá trình đo đạc, chú ý không tiếp xúc vào các điểm hở điện.

D. THỰC HÀNH

D.1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1. 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 :

$$P = U.I \quad (23.1)$$

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

$$P = U.I. \cos\varphi < U.I \quad (23.2)$$

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 φ , các giá trị tính theo công thức lượng giác:

$$P = S.\cos\varphi$$

$$Q = S.\sin\varphi$$

$$S^2 = P^2 + Q^2 \quad (23.3)$$

2. Nâng cao hệ số công suất (Power Factor)

Từ công thức (23.2), 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:

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

- 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.

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 nối 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.

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.

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.

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 lối 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.

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

4. Khối đo điện vạn năng ES-MEAS-01

Kỹ thuật đo lường tiên tiến hiện nay cho phép một thiết bị kích thước nhỏ đo được nhiều thông số điện, tự động thay đổi giải đo, thay cho hàng chục đồng hồ chỉ kim.

Khối đo vạn năng sử dụng loại máy đo điện tử Model MFM384 (hình 23.2).



Hình 23.2: Máy đo điện vạn năng MFM384

4.1. Các tính năng cơ bản sau:

- Chỉ thị màn tinh thể lỏng (LCD), 4 hàng, 4 số hạng. Trên màn chỉ thị có chỉ thị dạng biểu đồ cột cho dòng đo.
- Kiểu nối vào: 3 pha – 4 dây, 2 pha – 3 dây, 1 pha – 3 dây, 1 pha – 2 dây.
- Điện áp vào:
 - 19 đến 519 V AC (pha với pha). 50/60Hz.
 - 11 đến 300 V AC (pha với trung hoà). 50/60Hz.
- Dòng vào:
 - 1A đến 5A max (pha với pha). 50/60Hz. (Biến dòng ngoài cần mắc cho dòng lớn hơn 5A)
- Độ phân giải:
 - Đo điện năng: - 0,01k; 0,1k; 1k; 0,01M; 0,1M; 1M; 10M (phụ thuộc tỷ số biến dòng CT x tỷ số PT)
 - Đo công suất, điện áp, dòng – phân giải tự động
 - Đo hệ số công suất – phân giải là 0,001
- Các thông số đo :
 - Điện áp (pha -pha P-P/ pha –trung hoà P-N) (giá trị riêng/ giá trị trung bình).
 - Dòng (I1; I2; I3) (giá trị riêng/giá trị trung bình).
 - Tần số .
 - Hệ số công suất (giá trị riêng/giá trị trung bình).
 - Công suất tác dụng (active), phản kháng (reactive), biểu kiến (apparent) (giá trị riêng/giá trị tổng).
 - Điện năng tác dụng (active), phản kháng (reactive), biểu kiến (apparent) (giá trị tổng).
- Độ chính xác :

Điện áp (L-N/L-L), dòng	0,5% toàn thang (F.S).
Hệ số công suất	±0,01 PF.
Tần số	±0,1%.

Công suất (kW,kVA,kVAr) $\pm 1\%$ toàn thang.

Điện năng tác dụng Hạng 1 (Class 1)

Điện năng phản kháng Hạng 1 (Class 1)

Điện năng biểu kiến Hạng 1 (Class 1)

- Biến dòng C.T thứ cấp có thể lập trình (khả trình) giữa 1A hoặc 5A.
- Biến dòng C.T sơ cấp khả trình từ 1A/5A tới 10.000 A (khả trình cho mọi giá trị).
- Biến thế P.T thứ cấp khả trình từ 100V tới 500kV (khả trình cho mọi giá trị).
- Biến thế P.T sơ cấp từ 100V tới 500V AC (pha - pha).
- Thế nuôi: 90 tới 270V AC/DC
- Lỗi ra xung : 1 (cách ly quang)
- Điện áp xung : 24V DC
- Dòng xung: 100mA (Max)
- Độ rộng xung : 100ms
- Truyền thông RS485 MODBUS
- Nhiệt độ làm việc: 0 tới $+50^{\circ}\text{C}$

4.2. Màn chỉ thị và bàn phím

Ký hiệu trên màn chỉ thị (hình 23.3) có ý nghĩa như sau:



Hình 23.3: Giải thích ký hiệu trên màn chỉ thị của MFM384

1. Chỉ thị dạng biểu đồ cột cho dòng đo.
2. 4 hàng chỉ thị giá trị đo điện áp, dòng, hệ số công suất, công suất và tần số
3. Đơn vị đo:

Điện áp: V, kV

Dòng: A

Công suất tác dụng: kW, MW

Công suất phản kháng: kVAr, MVar

Công suất biểu kiến: kVA, MVA

Tần số: Hz

Điện năng tác dụng: kWh, MWh

Điện năng phản kháng: kVarh, MVarh

Điện năng biểu kiến: kVAh, MVAh Yêu cầu: DMD

4. Điện năng tích lũy: hiển thị điện năng tích lũy.
5. Bàn phím: gồm 6 phím kép (HMI hoặc lập trình)
6. Điện năng: Chỉ thị 8 số hạng đo điện năng (tác dụng, phản kháng hoặc biểu kiến)
7. Đèn chiếu từ phía sau: cho LCD (thời gian ON/OFF khả trình, tự động sáng khi nhấn phím)
8. Pha (1-2-3; 1-2; 2-3; 3-1): Chỉ thị giá trị đo pha so với trung hoà hoặc pha với pha.
9. Một số ký hiệu khác:



Biểu thị giá trị điện năng tích lũy

PRG

Thiết bị đang ở Menu cấu hình



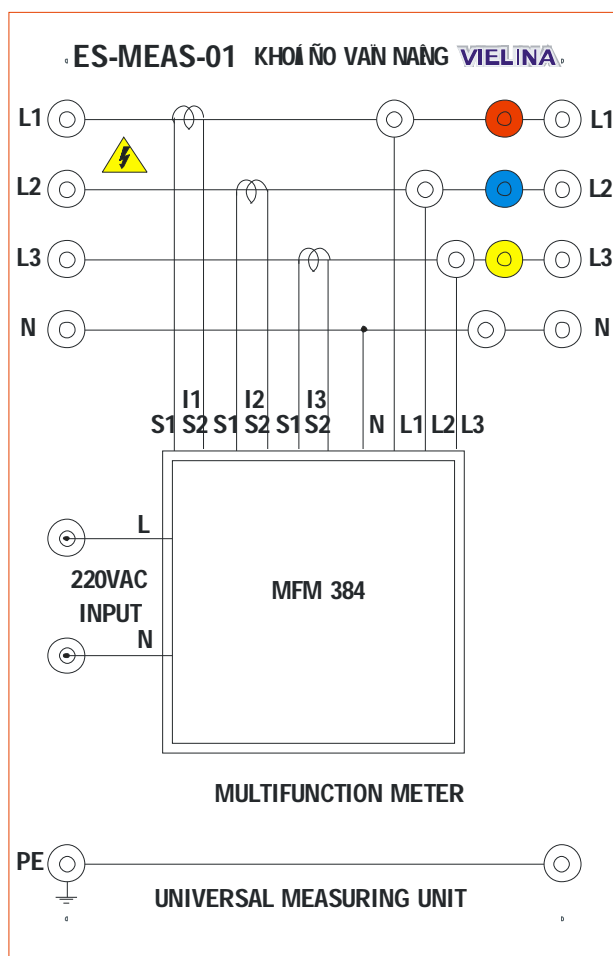
Biểu thị việc truyền thông đang diễn tiến

DMD

Đòi hỏi công suất cực đại

4.3. Hướng dẫn sử dụng khối đo MFM384

Trên hình 23.4 là sơ đồ lắp đặt và kết nối mạch điện cho khối đo MFM384.



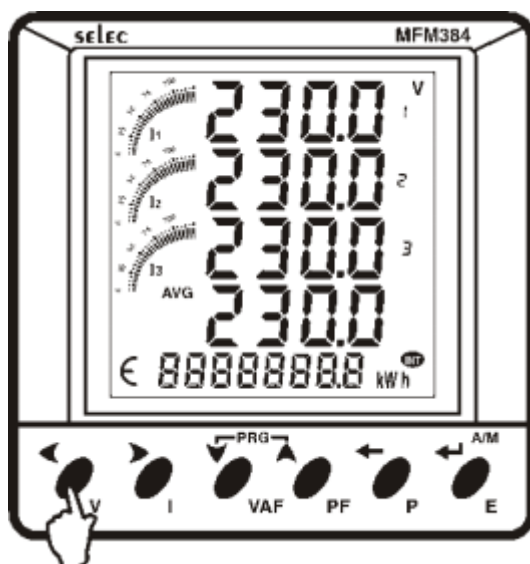
Hình 23.4: Sơ đồ lắp đặt và kết nối mạch điện cho khối đo MFM384

Trong bài thực hành, lối vào mạch đo dòng sử dụng biến dòng nội trong máy. Lối vào thế trực tiếp từ các pha đưa vào máy đo.

4.3.1. Sử dụng bàn phím đọc dữ liệu

01

X1



Nhấn phím V(\square), màn hình đầu tiên hiển thị:

- Điện áp dây (L-N) và điện áp trung bình (V_1 , V_2 , V_3 , V_{AVG})
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn)
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVArh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

02

X2



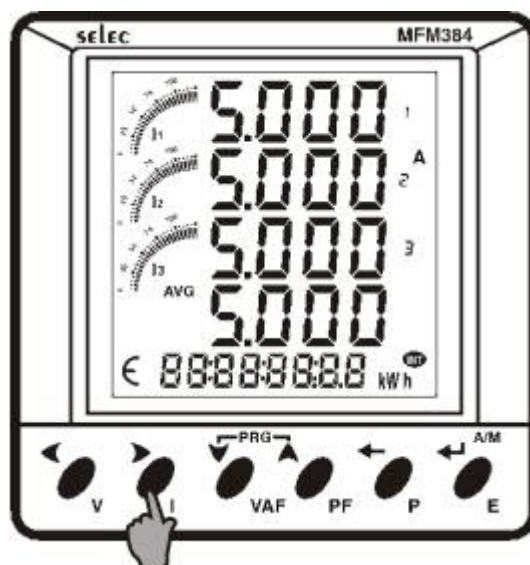
Nhấn phím V(\square), màn hình thứ 2 hiển thị:

- Điện áp pha (L-L) và điện áp trung bình (V_{1-2} , V_{2-3} , V_{3-1} , V_{AVG})
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn)
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVArh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây chỉ có điện áp pha và điện áp trung bình được hiển thị

03

X1



Nhấn phím I(>), màn hình thứ 2 hiển thị:

- Dòng (I_1 , I_2 , I_3) và dòng trung bình (I_{AVG})
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn)
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVArh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây chỉ hiển thị dòng pha (I_{1-2} , I_{2-3} , I_{3-1}) & dòng trung bình (I_{AVG})

04

X1

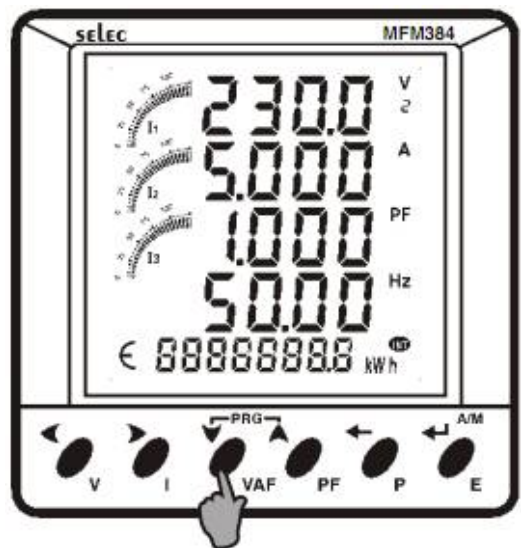


Nhấn phím VAF(<), màn hình đầu tiên hiển thị:

- Điện áp dây (L-N), dòng, hệ số công suất của pha thứ nhất (V1, I1, PF1) và tần số (Hz).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVARh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

05

X2

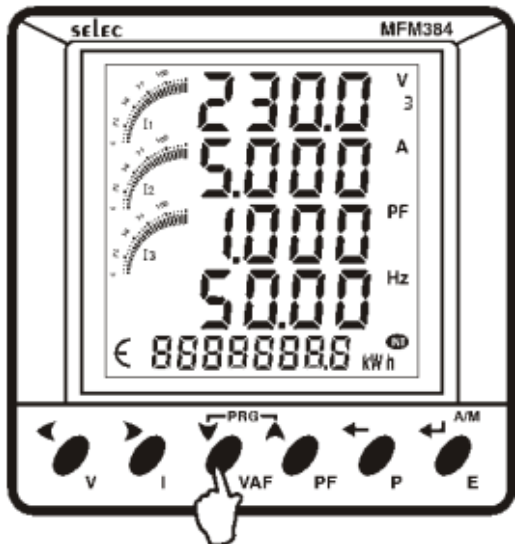


Nhấn phím VAF(<), màn hình thứ 2 hiển thị:

- Điện áp dây (L-N), dòng, hệ số công suất của pha thứ hai (V2, I2, PF2) và tần số (Hz).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVARh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

06

X3

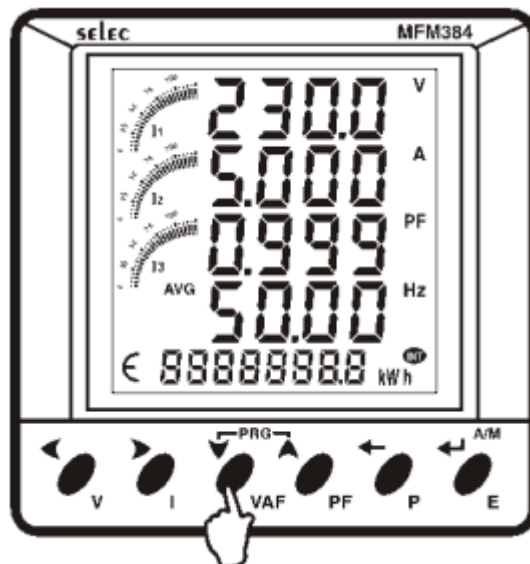


Nhấn phím VAF(<), màn hình thứ 3 hiển thị:

- Điện áp dây (L-N), dòng, hệ số công suất của pha thứ ba (V3, I3, PF3) và tần số (Hz).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVARh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

07

X4



Nhấn phím VAF(<), màn hình thứ 4 hiển thị:

- Điện áp dây (L-N), dòng, hệ số công suất trung bình của pha thứ ba (V_{AVG} , I_{AVG} , PF_{AVG}) và tần số (Hz).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVARh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây chỉ hiển thị điện áp, dòng pha, PF, trung bình, Hz.

08

X1



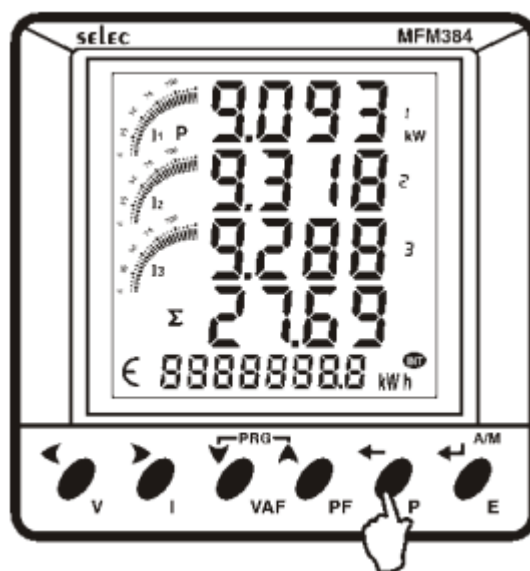
Nhấn phím PF(;), màn hình đầu tiên hiển thị:

- Hệ số công suất của từng pha (PF1, PF2, PF3) và hệ số công suất trung bình (PF_{AVG}).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVARh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây chỉ hiển thị PF trung bình.

09

X1



Nhấn phím P(←), màn hình đầu tiên hiển thị:

- Công suất tác dụng của từng pha (P1, P2, P3) và công suất tổng (P_{SUM}).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVARh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây trang này sẽ không có.

10

X2



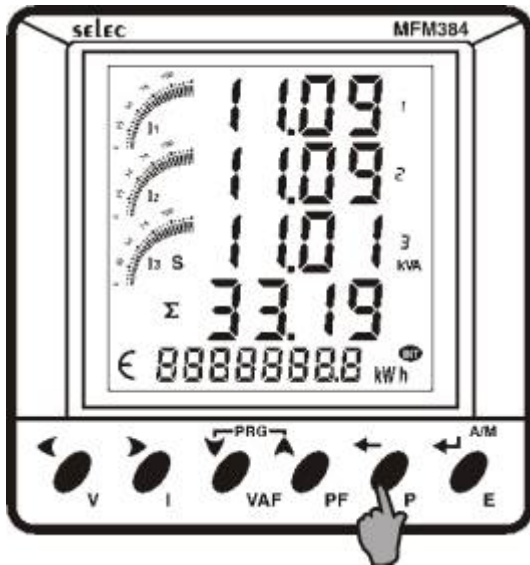
Nhấn phím P(←), màn hình thứ 2 hiển thị:

- Công suất phản kháng của từng pha (Q1, Q2, Q3) và công suất tổng (Q_{SUM}).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVA_{rh}, kVA_h), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây trang này sẽ không có.

11

X3



Nhấn phím P(←), màn hình thứ 3 hiển thị:

- Công suất biểu kiến của từng pha (S1, S2, S3) và công suất tổng (S_{SUM}).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVA_{rh}, kVA_h), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây trang này sẽ không có.

12

X4



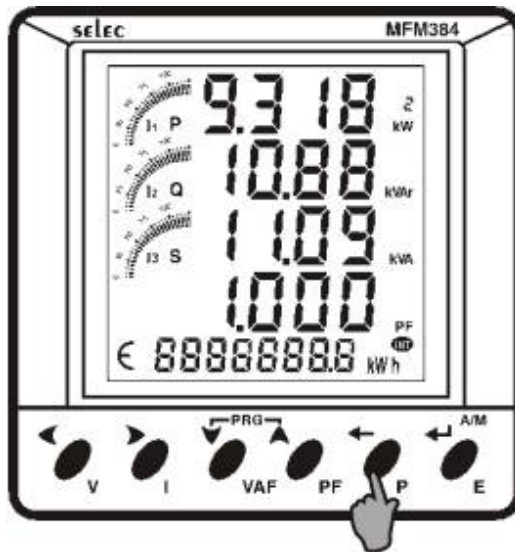
Nhấn phím P(←), màn hình thứ 4 hiển thị:

- Công suất tác dụng, phản kháng và biểu kiến của pha 1 (kW1, kVA_{r1}, kVA1) và hệ số công suất(PF1).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVA_{rh}, kVA_h), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây trang này sẽ không có.

13

X5



Nhấn phím P(←), màn hình thứ 5 hiển thị:

- Công suất tác dụng, phản kháng và biểu kiến của pha 2 (kW2, kVar2, kVA2) và hệ số công suất(PF2).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVarh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây trang này sẽ không có.

14

X6



Nhấn phím P(←), màn hình thứ 6 hiển thị:

- Công suất tác dụng, phản kháng và biểu kiến của pha 3 (kW3, kVar3, kVA3) và hệ số công suất(PF3).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVarh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây trang này sẽ không có.

15

X7



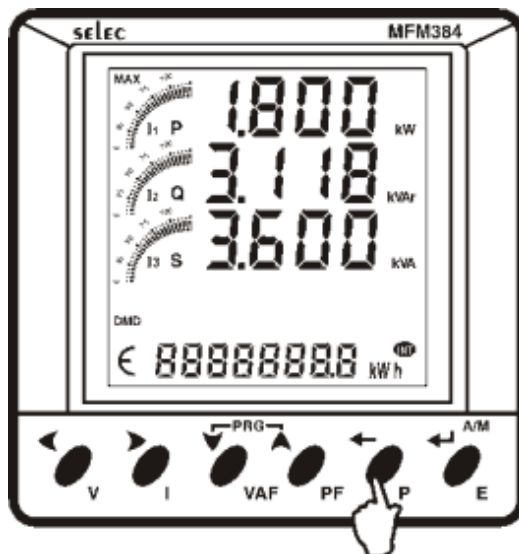
Nhấn phím P(←), màn hình thứ 7 hiển thị:

- Công suất tác dụng, phản kháng và biểu kiến tổng của 3 pha 3 (kW_{SUM}, kVar_{SUM}, kVA_{SUM}) và hệ số công suất.
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVarh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây công suất tổng L-L (kW, kW_r, kVA) được hiển thị.

16

X8



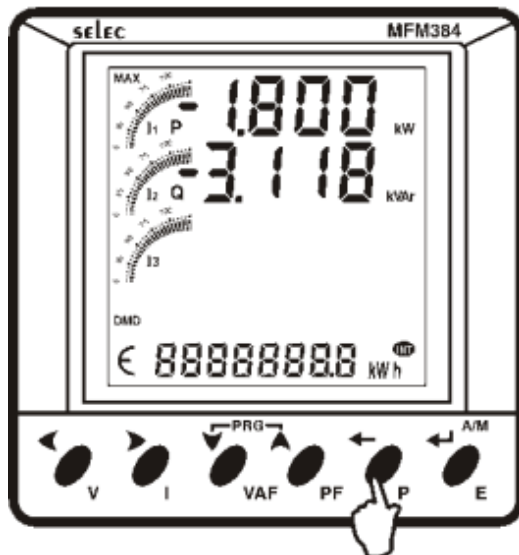
Nhấn phím P(←), màn hình thứ 8 hiển thị:

- Công suất tác dụng, phản kháng và biểu kiến cực đại đòi hỏi (kW, kVar, kVA).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVarh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây chỉ có công suất cực đại đòi hỏi kW, kW_r, kVA) được hiển thị

17

X9



Nhấn phím P(←), màn hình thứ 9 hiển thị:

- Công suất tác dụng, phản kháng cực tiểu đòi hỏi (kW, kVar).
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).
- Dòng dưới cùng chỉ thị điện năng tổng (kWh, kVarh, kVAh), tùy theo chọn lựa của người sử dụng.

Chú ý: Trong hệ 3 pha-3 dây chỉ có công suất cực tiểu đòi hỏi kW, kW_r, kVA) được hiển thị

X1

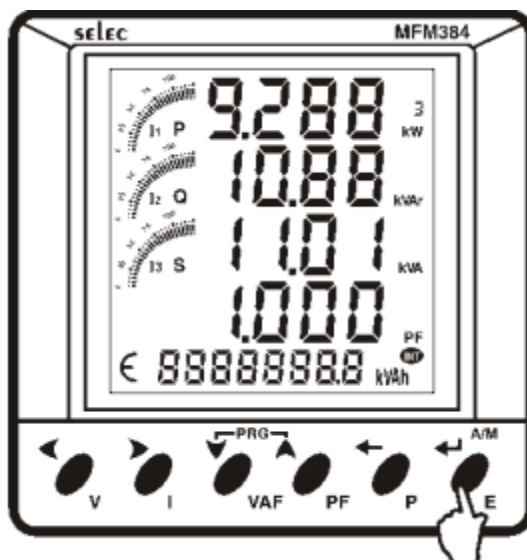



Nhấn phím E(↖), màn hình thứ 1 hiển thị:

- Điện năng tác dụng tổng hiện ở dòng dưới cùng, bất kể trang nào được hiển thị.
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).

Chú ý: Người sử dụng có thể chuyển giữa 3 loại điện năng (kWh, kVarh, KVAh), bất kể màn hình nào được chỉ thị, bằng cách nhấn nút E.

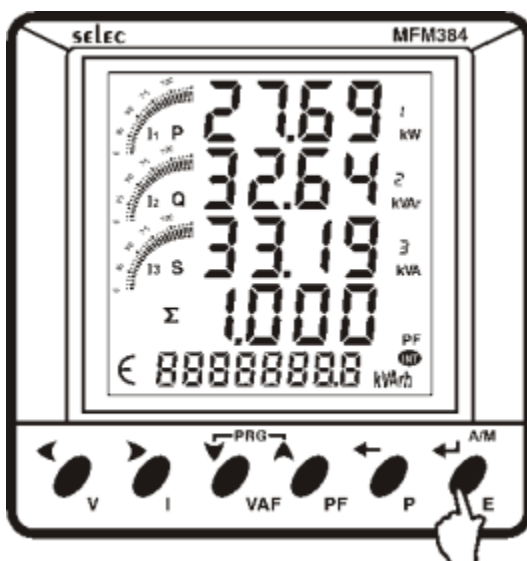
X2




Nhấn phím E(), màn hình thứ 2 hiển thị:

- Điện năng biểu kiến tổng hiện ở dòng dưới cùng, bất kể trang nào được hiển thị.
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).

X3



Nhấn phím E(), màn hình thứ 3 hiển thị:

- Điện năng phản kháng tổng hiện ở dòng dưới cùng, bất kể trang nào được hiển thị.
- Biểu đồ cột chỉ thị % dòng chảy trong hệ (phụ thuộc vào phím nhấn).

A/M



Nhấn giữ phím E trong 3 sec để chuyển giữa tự động Auto và bằng tay Manual.

Chú ý: Thiết bị mặc định hoạt động ở chế độ Auto. Trong chế độ tự động, các Trang hình sẽ chuyển tự động sau 5 sec.

Trong chế độ Auto, nếu có phím bất kỳ được nhấn, thiết bị sẽ chuyển sang chế độ Manual và trang hình tương ứng sẽ được hiển thị, và nếu không có phím nào được nhấn giữ trong 5 sec, thiết bị khôi phục lại chế độ Auto.

4.3.2. Sử dụng bàn phím xác lập cấu hình

- Nhấn giữ đồng thời các phím ; + < trong 3 sec để vào hoặc ra khỏi Menu cấu hình
- Sử dụng phím □ hoặc > để dịch chuyển con trỏ sang trái hoặc phải mỗi lần 1 số hạng.
- Sử dụng các phím ; hoặc < để tăng hoặc giảm giá trị thông số.
- Sử dụng phím ← để trở lại trang trước.
- Sử dụng phím ↵ để lưu giá trị xác lập và chuyển tới trang sau.

Học viên có thể tìm hiểu kỹ hơn về khối đo MFM384 qua tài liệu MFM384_Operating. Pdf để khai thác lập trình cho khối đo:

- Xác lập tỷ số biến dòng C.T.
- Xác lập tỷ số biến áp P.T.
- Xác lập chế độ truyền thông mạng dữ liệu.
- Xác lập các thông số khác.

5. Mô hình tụ bù công suất phản kháng ES-PFC-01

5.1. Giới thiệu chung

Mô hình bộ tụ bù công suất phản kháng bao gồm bộ điều khiển QR-T4, các contactor đóng ngắt các tụ bù và 6 bộ tụ bù.

Sơ đồ nối cho các phần thiết bị được trình bày trên hình 23.5.

Bộ điều khiển QR-T4 theo dõi giá trị $\cos\phi$ của mạng cấp điện qua biến dòng k & l , xử lý kết quả đo và tạo tín hiệu điều khiển tổ hợp contactor tương ứng, cho phép nối bộ tụ bù được chọn vào lưới điện. Bộ điều khiển QT-R4 có 6 lối ra, sử dụng để nối các cuộn dây cấp điện cho các contactor K1 : K6.

Bộ tụ bù từ C1 đến C4 được mắc kiểu tam giác, có các giá trị:

$$C1 = 2MF$$

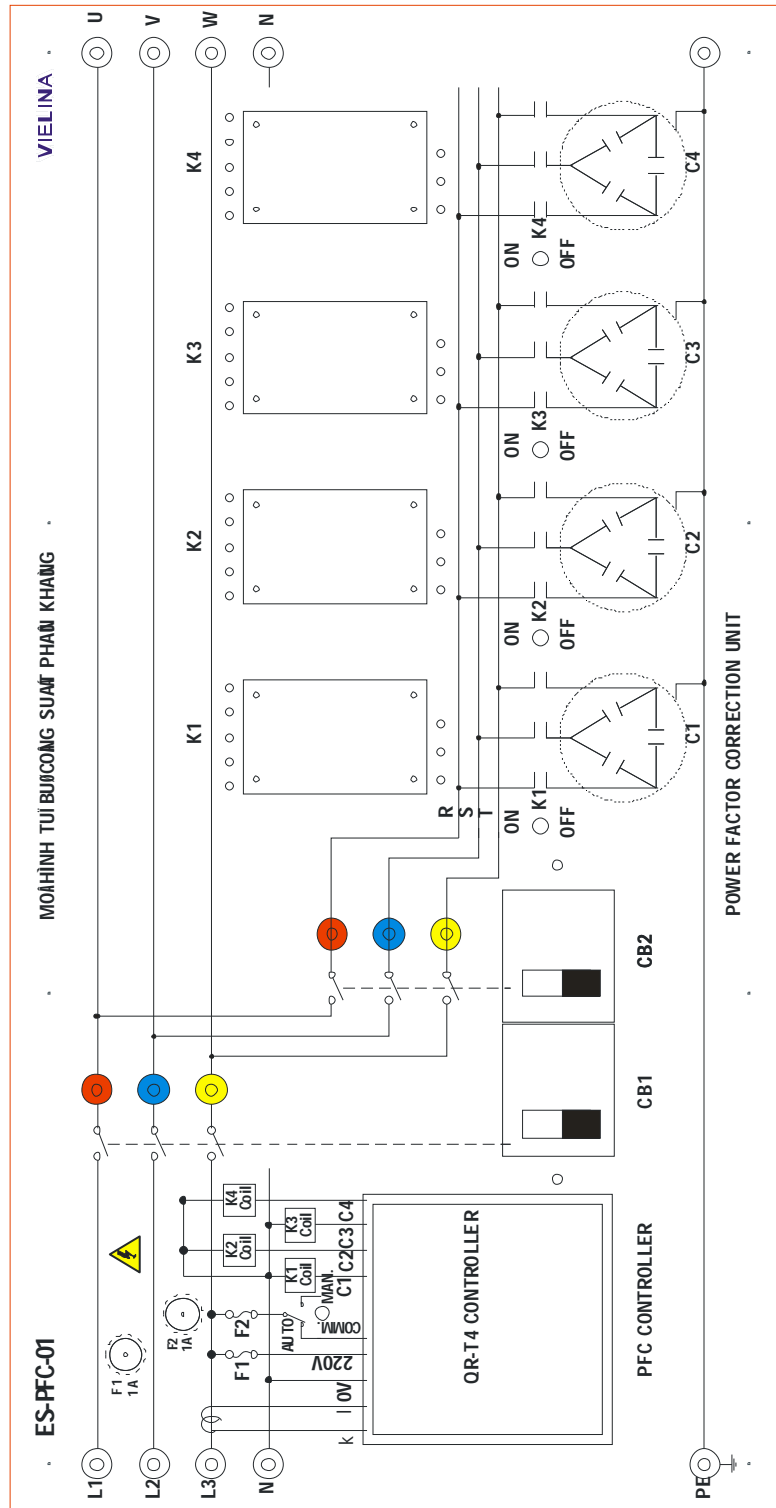
$$C2 = 2MF$$

$$C3 = 2MF$$

$$C4 = 2MF$$

Các công tắc CB1 và CB2 đảm bảo cắt nguồn ra tải và cắt đường nối tụ với lưới, cho phép thuận tiện khi thực hành và đo đạc thông số.

Bộ QT-R4 được cấp nguồn qua công tắc Auto-Man, cho phép thực hành bù công suất phản kháng ở chế độ bằng tay (Man) hoặc tự động (Auto). Ở chế độ bằng tay, khối QT-R4 không được cấp điện và bộ tụ bù được nối bằng tay nhờ các công tắc mắc song song với tiếp điểm của contactor điều khiển tụ bù.

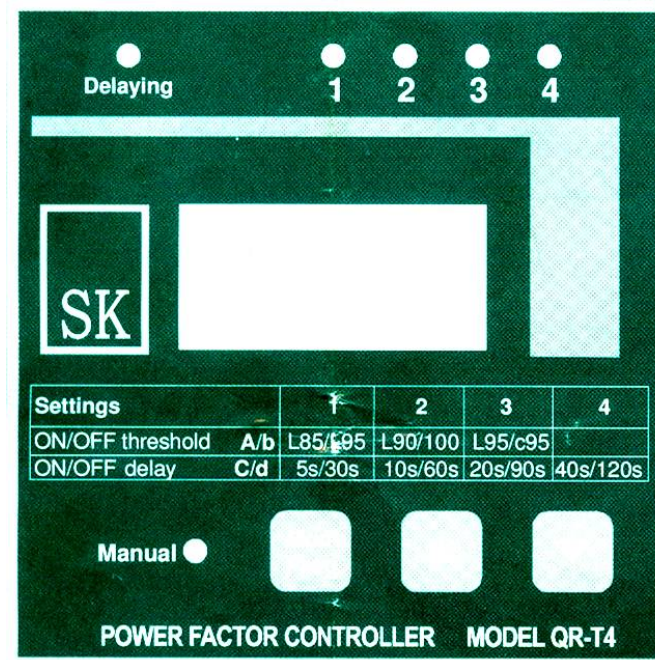


Hình 23.5: Mô hình tụ bù công suất phản kháng, sử dụng bộ điều khiển QR-T4

6.2. Bộ điều khiển QR-T4

Bộ điều khiển tụ bù QR-T4 (hình 23.6) 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.



Hình 23.6: Mặt khởi điều khiển hệ số công suất QR-T4

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 $\cos\varphi$ của phụ tải hoặc hiển thị **L o C** nếu đang không tải.

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

Đèn **Delaying** sẽ nhấp nháy khi bộ điều khiển đang tiến hành đóng/cắt tụ 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:

A-1	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = \mathbf{0.85}$ cảm
A-2	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = \mathbf{0.90}$ cảm
A-3	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = \mathbf{0.95}$ cảm

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

b-1	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = \mathbf{0.95}$ cảm
b-2	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = \mathbf{1.00}$
b-3	Ngưỡng đóng $\cos\varphi = \mathbf{0.95}$ dung

- 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:

C-1	Thời gian đóng = 5 giây
C-2	Thời gian đóng = 10 giây
C-3	Thời gian đóng = 20 giây
C-4	Thời gian đóng = 40 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:

d-1	Thời gian cắt = 30 giây
d-2	Thời gian cắt = 60 giây
d-3	Thời gian cắt = 90 giây
d-4	Thời gian cắt = 120 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

6. Khối phụ tải ES-MLOAD-01

Trên hình 23.2 trình bày khối phụ tải sử dụng cho thực hành. Tải của hệ thống bao gồm động cơ AC 3 pha (M) kết nối trực cơ với một máy phát DC (G). Bộ tải đèn sử dụng để với lỗi ra máy phát G1.

Động cơ AC (M) được điều khiển qua nút nhấn Start/Stop và khởi động từ để kết nối trực tiếp với lưới điện 3 pha. Khi vận hành, động cơ M sẽ làm quay máy phát G. Điện thế ra của máy phát G tùy thuộc vào điện áp kích từ DC1.

Khi DC1= 0, động cơ M xem như chạy không tải, và tải của hệ thống chỉ là động cơ M chạy không tải.

Khi **DC1= ...**, máy phát G cho điện áp ra cực đại, tạo dòng cực đại trên tải trở R_t , động cơ M sẽ chạy với tải cực đại, và tải của hệ thống là động cơ M chạy với tải cực đại.

Bằng cách thay đổi thế kích từ DC1 cho máy phát G, ta có một bộ tải động, sử dụng phù hợp cho thực hành.

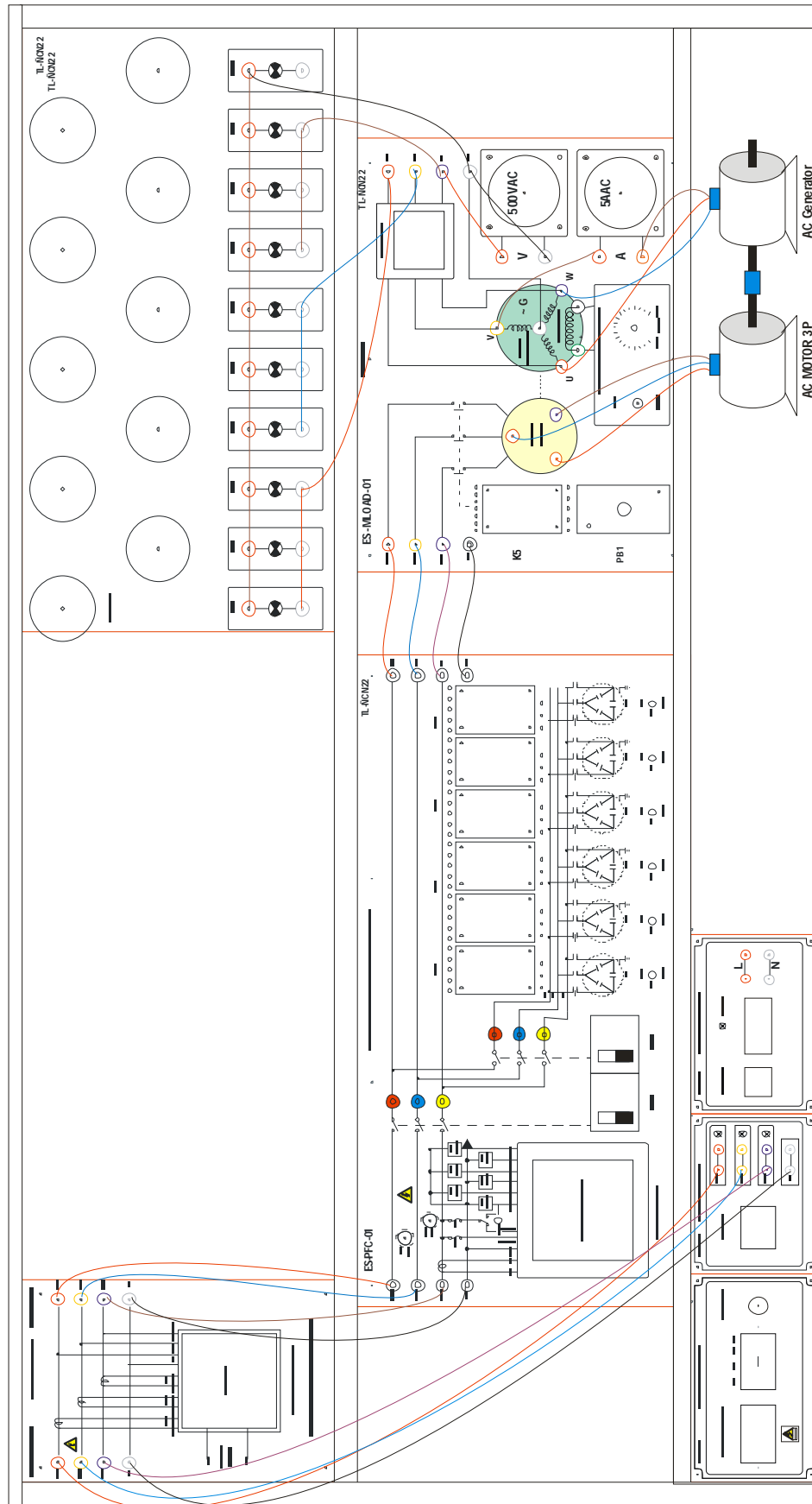
D.2. CÁC BÀI THỰC HÀNH

D.2.1. Tìm hiểu sơ đồ mô hình tự bù công suất phản kháng, xác định qui trình vận hành.

D.2.2. Lắp mạch theo sơ đồ đấu dây

Chú ý: Học viên cần phải tuân thủ các quy tắc về an toàn điện.

- Trước khi đấu dây, cần phải tắt tất cả các công tắc nguồn. Kiểm tra nhanh tình trạng hệ thống qua các đèn báo nguồn trên mỗi khối thí nghiệm.
 - Tuân thủ tiến trình thí nghiệm theo đúng hướng dẫn các bước thực hành.
 - Khi kết thúc thí nghiệm, cần tắt tất cả các công tắc nguồn.
1. Lắp đặt các khối thí nghiệm lên khung chuẩn như hình 23.7. Kiểm tra tất cả các công tắc điều khiển nguồn trên các khối đều ở trạng thái tắt (OFF)
 2. Nối các chốt vào đường nguồn L1, L2, L3 của khối đo vận năng ES-MEAS-01 với các lỗi ra đường nguồn L1, L2, L3 của khối nguồn 3 pha PS-330.
 3. Nối dây cấp nguồn điện qua các chốt L-N cho máy đo ES-MEAS-01



Hình 23.7: Sơ đồ đấu dây cho thực hành bù công suất phản kháng bằng tụ bù

4. Nối các chốt U, V, W của máy phát AC với các chốt tương ứng cho máy phát G trên khối tải ES-MLOAD-01.
5. Nối các chốt của động cơ AC (mắc kiểu Y) với các chốt tương ứng trên khối ES-MLOAD-01 cho động cơ AC 3 pha.
6. Nối các đồng hồ đo dòng và thế máy phát AC trên khối ES-MLOAD-01 như hình 23.7.
7. Nối 3 cặp tải đèn cho lỗi ra máy phát AC.

Chú ý cấm đúng màu dây pha và phân cực của nguồn và đồng hồ đo.

D.2.3. Thực hành khởi động hệ thống và đo thông số điện với khối đo vạn năng ES-MEAS-01

1. 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).
2. 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.
3. 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.
4. Bật công tắc trên nguồn 3 pha chính để cấp nguồn cho hệ thống.
5. Bật công tắc cấp nguồn cho hệ thống.
6. Nhấn nút Start khởi động động cơ, xác nhận động cơ đã quay ổn định.
7. Thực hành đo các thông số của lưới điện trên khối đo vạn năng ES-MEAS-01. Ghi các kết quả đo vào bảng 23.1

Bảng 23.1

Thông số	Giá trị đo	Thông số	Giá trị đo	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)			

8. Kết thúc thí nghiệm, ngắt điện cho hệ thống.

D.2.4. Thực hành vận hành bù từng cấp bằng tay với tải cố định

1. Đặt công tắc chế độ Auto/Man trên khối mô hình tủ bù ES-PFC-01 ở chế độ Man (bằng tay). Khi đó khối điều khiển tự động không được cấp nguồn và sẽ không tác dụng.
2. Khởi động hệ thống theo các bước như trong phần D.2.3 ở trên.
3. 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.
4. Vận biến trở nguồn DC1 cho dòng tải cố định là 2A.
5. Tiến hành đo các thông số của lưới điện và ghi kết quả vào bảng 23.2 - cột chưa bù.
6. Sử dụng 6 công tắc K1:K4 (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 23.2. Ghi kết quả vào bảng 23.2 - cột đã bù.

Bảng 23.2

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)							

7. Kết thúc thí nghiệm, ngắt điện cho hệ thống.
8. 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.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D.2.5. Thực hành bù với chế độ bằng tay với tải thay đổi

1. Đặt công tắc chế độ Auto/Man trên khối mô hình tụ bù ES-PFC-01 ở chế độ Man (bằng tay). Khi đó khối điều khiển tự động không được cấp nguồn và sẽ không tác dụng.
2. Khởi động hệ thống theo các bước như trong phần D.2.3 ở trên.
3. Khi động cơ M trên khối tải ES-MLOAD-01 đã chạy ổn định, đóng công tắc CB2 cho tải trở máy phát G. Đồng hồ chỉ dòng tải máy phát vẫn bằng 0 vì chưa có thể kích từ.
4. Vận biến trở nguồn DC1 cho dòng tải lần lượt là 1A, 2A, 3A, 4A.
5. Ở mỗi giá trị dòng tải, tiến hành đo các thông số của lưới điện và ghi kết quả vào bảng 23.3 - cột chưa bù và sử dụng 6 công tắc K1:K6 (mắc song song với tiếp điểm của khởi động từ) để tạo tổ hợp bù so cho hệ số công suất là tốt nhất (gần tới 1). Ghi kết quả vào bảng 23.3 - cột đã bù, ứng với dòng tải tương ứng.

Bảng 23.3

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
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)

6. Kết thúc thí nghiệm, ngắt điện cho hệ thống.
7. 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.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

D.2.6. Thực hành bù tự động với tải thay đổi

1. Đặt tất cả các công tắc tay điều khiển đóng tụ bù trên khối ES-PFC-01 (K1:K4) ở vị trí ngắt (OFF).
2. 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.
3. Khởi động hệ thống theo các bước như trong phần D.2.3 ở trên.
4. 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.
5. Vận biến trở nguồn DC1 cho dòng tải lần lượt là 1A, 2A, 3A, 4A.
6. Ở mỗi giá trị dòng tải, Bộ điều khiển sẽ tự động bù và điều khiển contactor được chọn ON. Ghi vào Bảng 1.4. xem với mỗi dòng tải, contactor nào đóng.

Tiến hành đo các thông số của lưới điện và ghi kết quả vào bảng 23.4 - cột đã bù.

Ghi kết quả chưa bù từ bảng 23.3 vào bảng 24.4 - cột chưa bù ứng với dòng tải tương ứng.

Bảng 23.4

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

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)

7. Kết thúc thí nghiệm, ngắt điện cho hệ thống.
8. 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.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....
.....

9. So sánh kết quả bù tự động và bù bằng tay

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