



SỬ DỤNG HIỆU QUẢ & TIẾT KIỆM ĐIỆN TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN

Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

MỤC TIÊU

- **Nắm chắc các vấn đề về quản lý hệ thống điện**
- **Xác định các nguyên nhân gây tổn thất điện năng và làm giảm chất lượng điện năng**
- **Đề xuất và thực hiện các giải pháp sử dụng năng lượng điện hiệu quả và tiết kiệm điện trong HTĐ**



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

NỘI DUNG

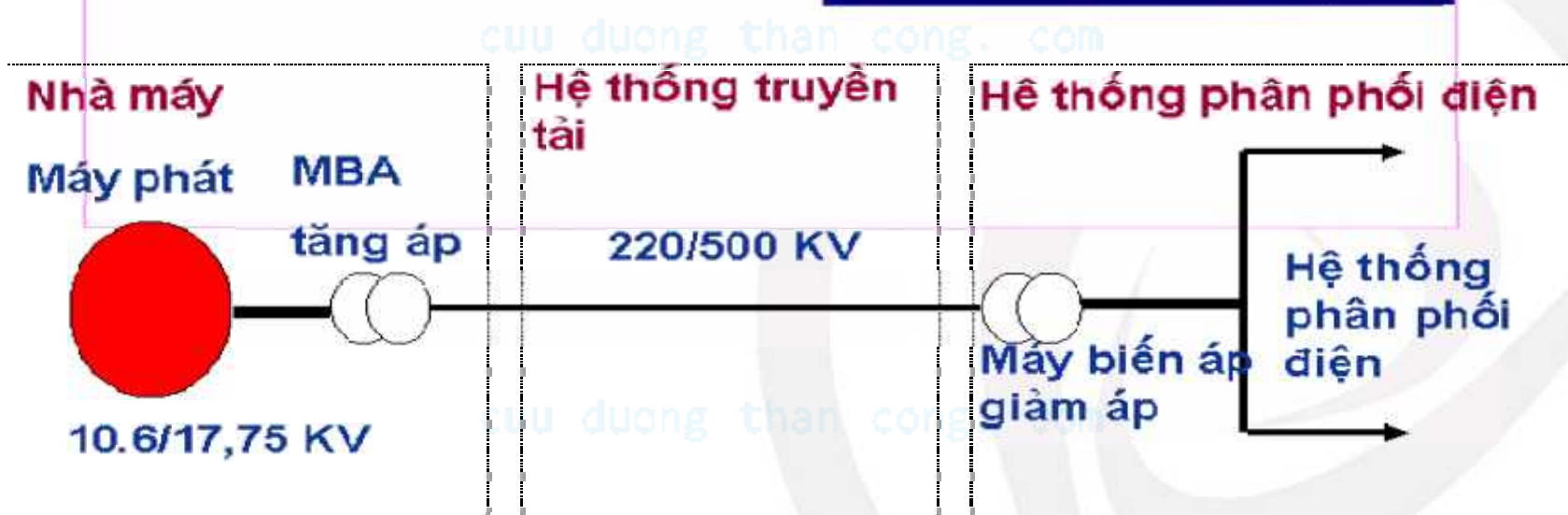
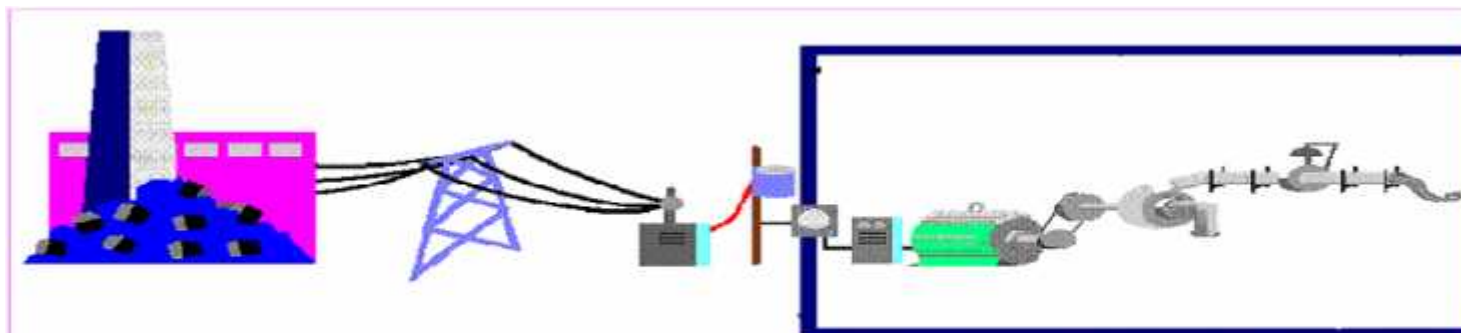
- Giới thiệu chung
- Hệ thống điện & Quản lý nhu cầu phụ tải điện
- Sử dụng hiệu quả & tiết kiệm đối với các thiết bị điện



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

I. GIỚI THIỆU CHUNG

Hệ thống phát-truyền tải-phân phối điện



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

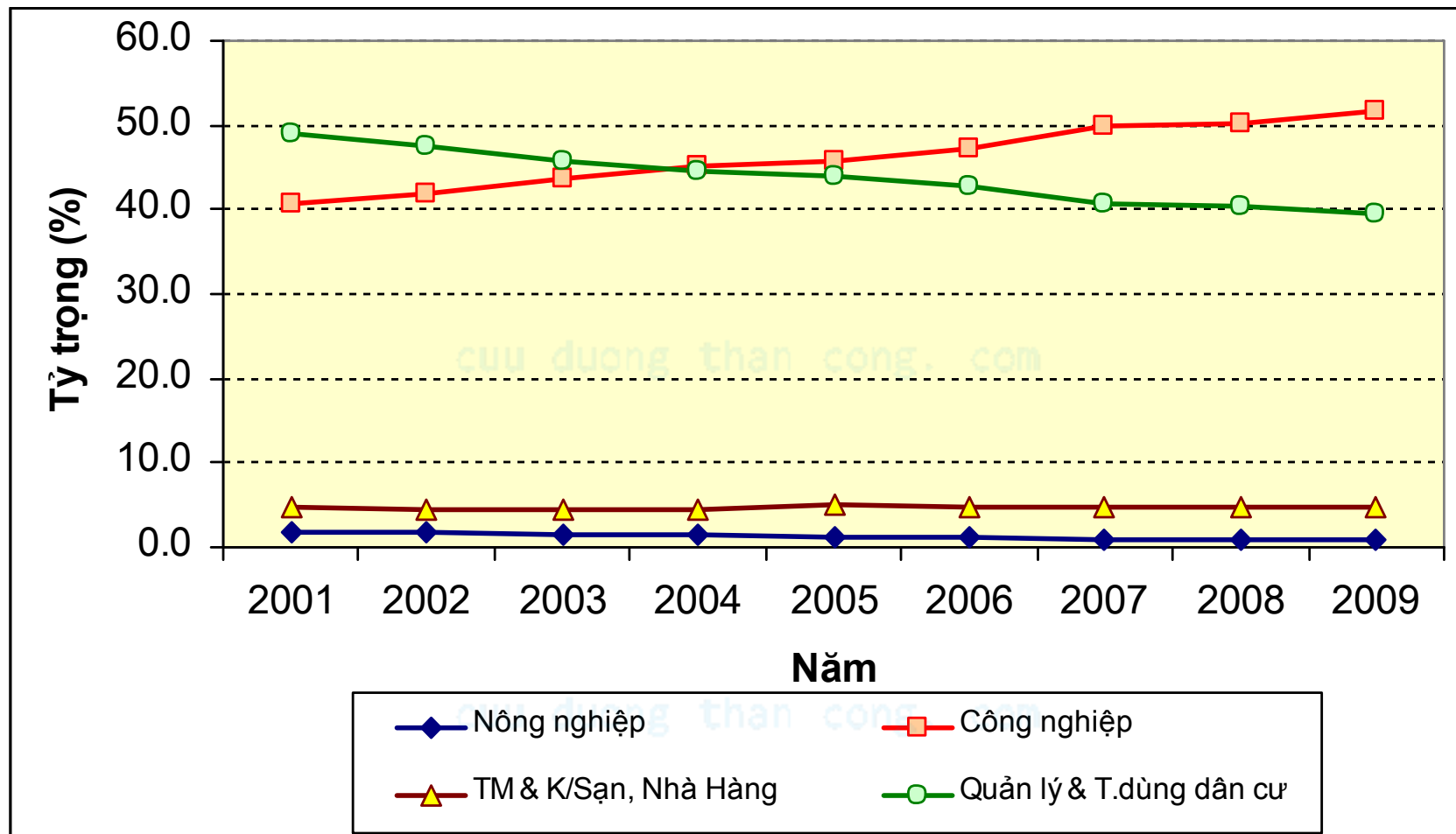
Phân bố tổn thất công suất trong một mạng điện (từ lưới trung áp tới hộ tiêu thụ)

Các phần tử của mạng điện	Tổn thất, %
Lưới điện cao áp (110,220,500 kV)	2 ÷ 5 %
Lưới phân phối trung áp	8 ÷ 12 %
Máy biến áp phân phối	4 ÷ 6 %
Lưới hạ áp	12 ÷ 15%



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Cơ cấu tiêu thụ điện 2001-2009



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

II. HỆ THỐNG ĐIỆN & QUẢN LÝ NHU CẦU PHỤ TẢI ĐIỆN

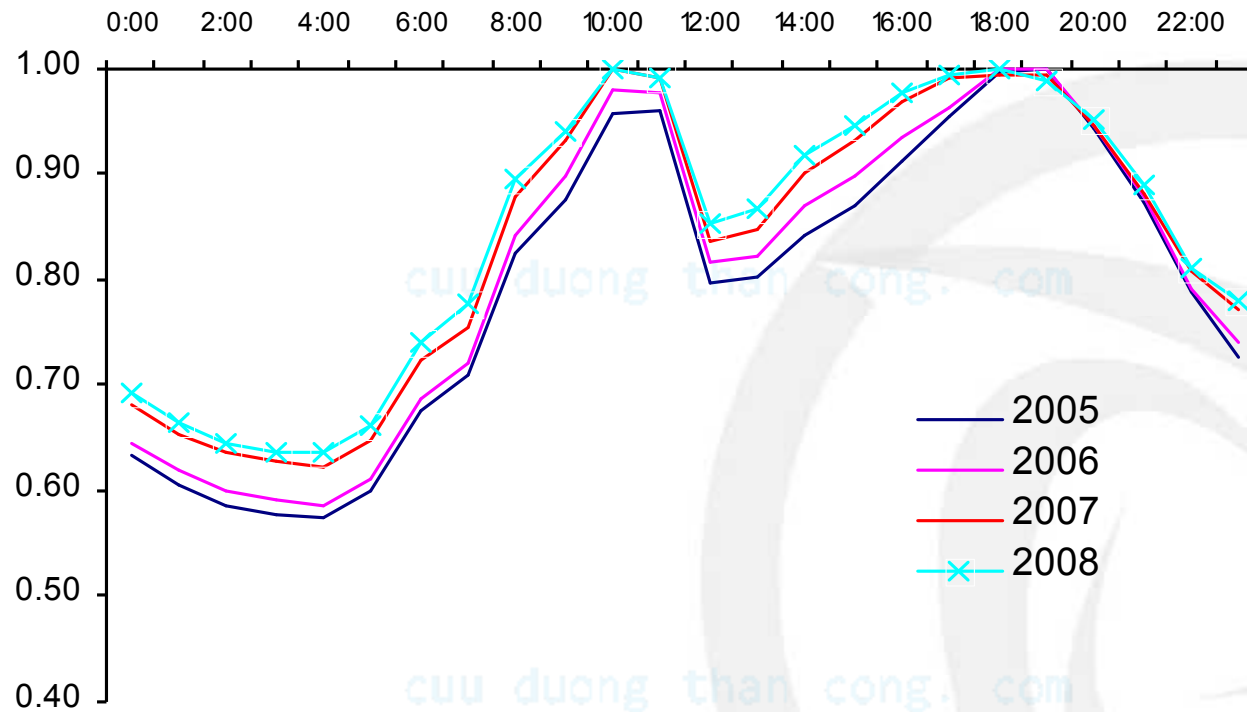
1. Đồ thị phụ tải
2. Quản lý nhu cầu phụ tải
3. Hệ số công suất
4. Sóng hài
5. Chế độ làm việc không đối xứng



**Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office**

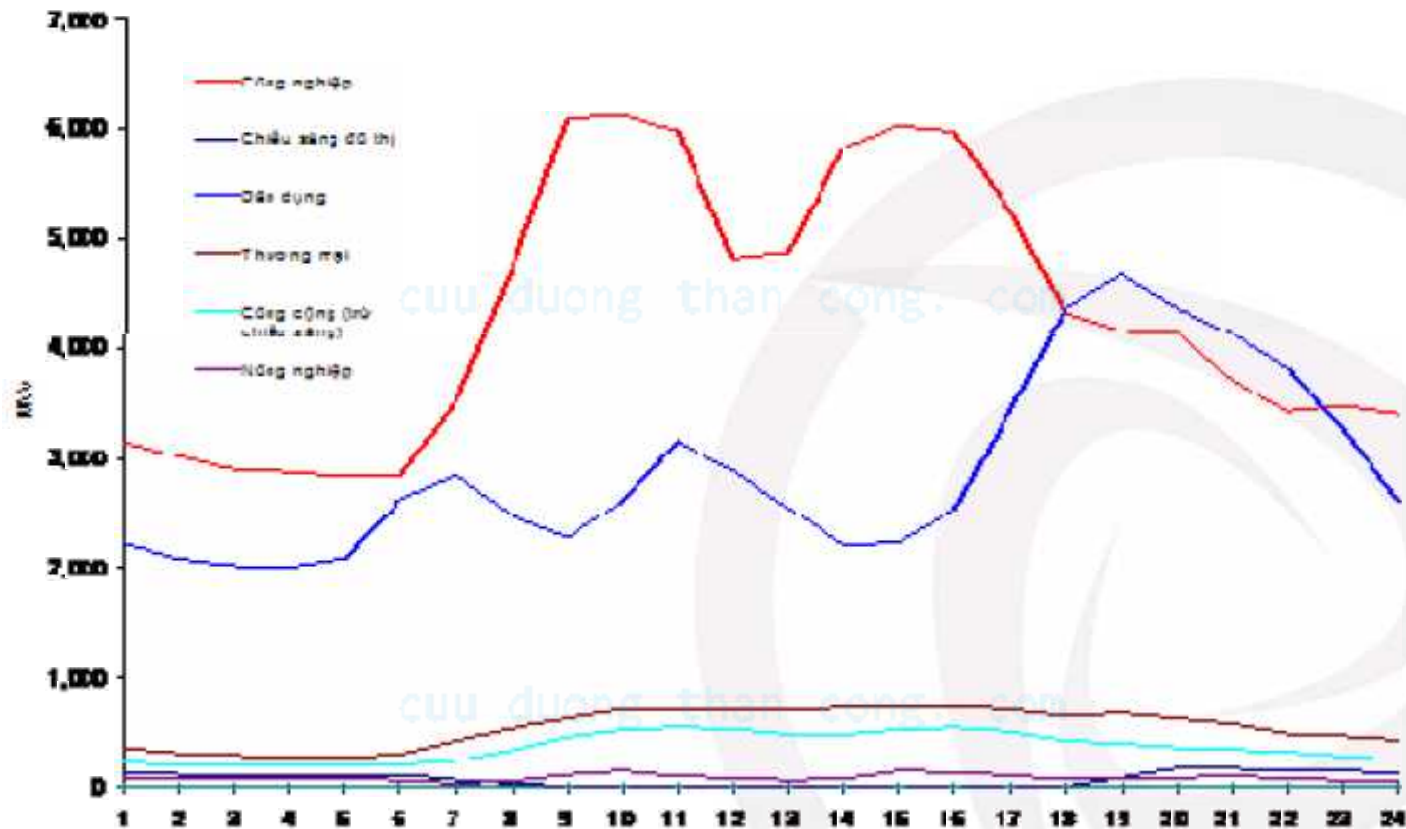
1. ĐỒ THỊ PHỤ TẢI

* Đồ thị phụ tải ngày điển hình toàn quốc



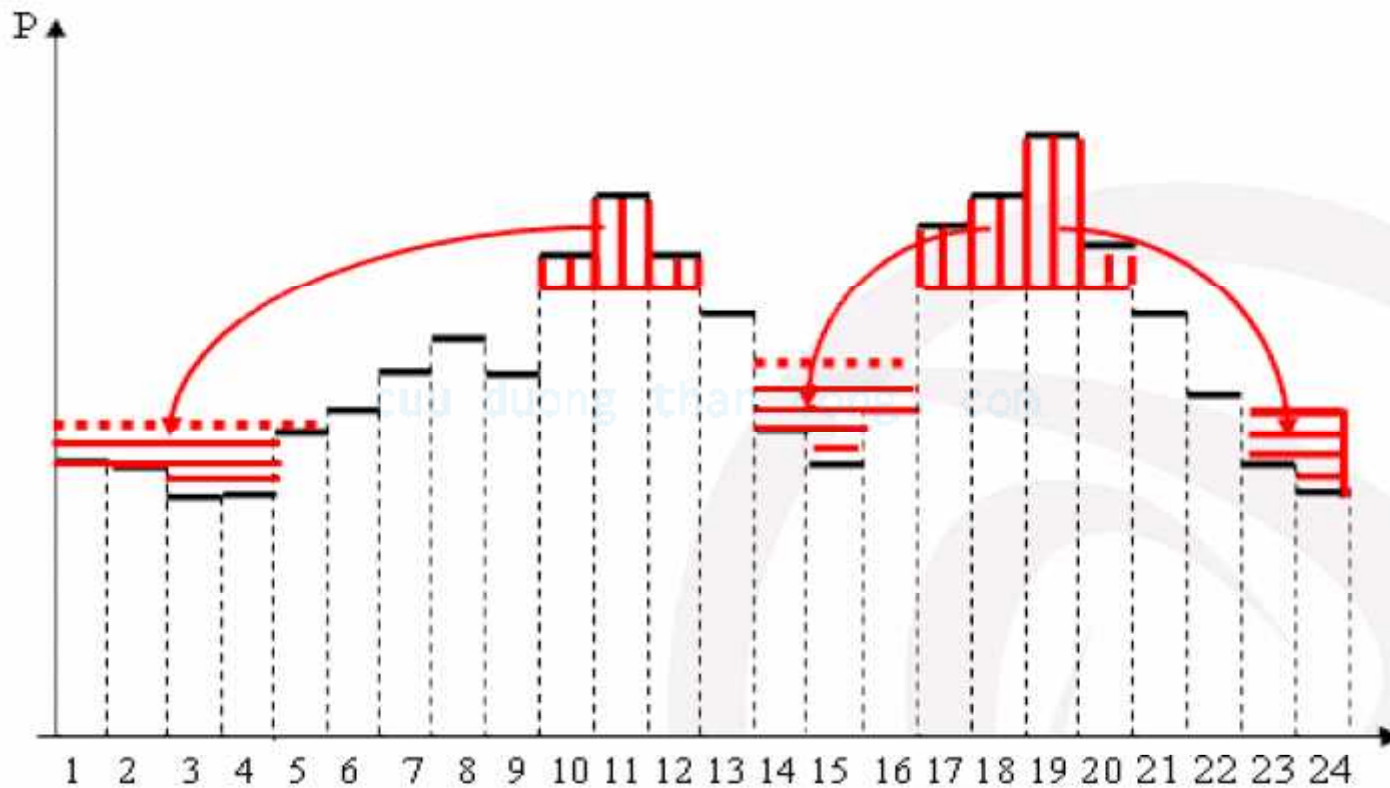
Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

*Đồ thị phụ tải ngày theo thành phần kinh tế



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

* Đồ thị phụ tải ngày dạng bậc thang



Hình 1.3. Đồ thị phụ tải ngày dạng bậc thang



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Giá điện năng

Giờ	Giá (đồng/ 1 kWh)
Giờ bình thường	920
Giờ thấp điểm	510
Giờ cao điểm	1.830



Giá điện cho ngành sản xuất (6 -22 KV)

Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

2. QUẢN LÝ NHU CẦU PHỤ TẢI

* Mục đích chung

- Giảm điện năng tiêu thụ
- Giảm chi phí sản xuất điện, giá điện
- San bằng đồ thị phụ tải



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

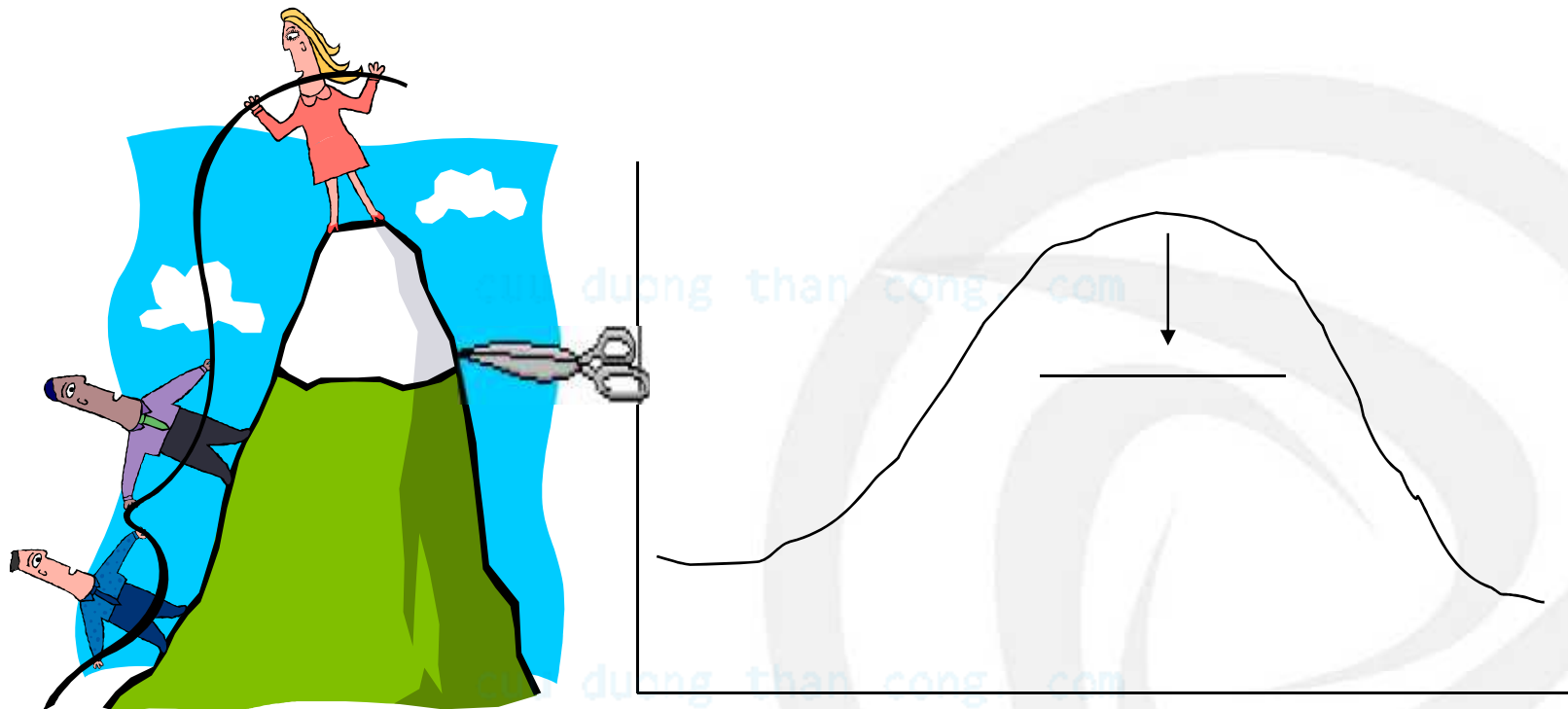
* Các giải pháp quản lý phụ tải hiệu quả

- Sắp xếp lại tổ chức sản xuất, bố trí các phụ tải điện hợp lý
- Cắt giảm tổng điện năng tiêu thụ.
- Chuyển dịch phụ tải.
- Sa thải các phụ tải không cần thiết vào giờ cao điểm.
- Sử dụng các thiết bị tiêu thụ điện ít, các thiết bị hiệu suất cao
- Sử dụng MF dự phòng, diesel vào giờ cao điểm.
- Cài đặt các thiết bị điều chỉnh hệ số công suất



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

San bằng đồ thị phụ tải

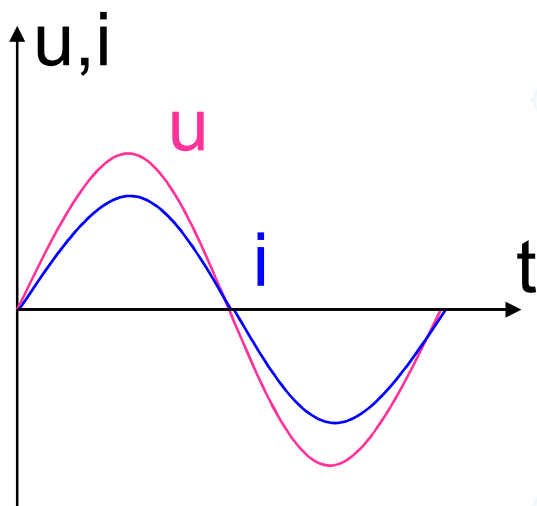


Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

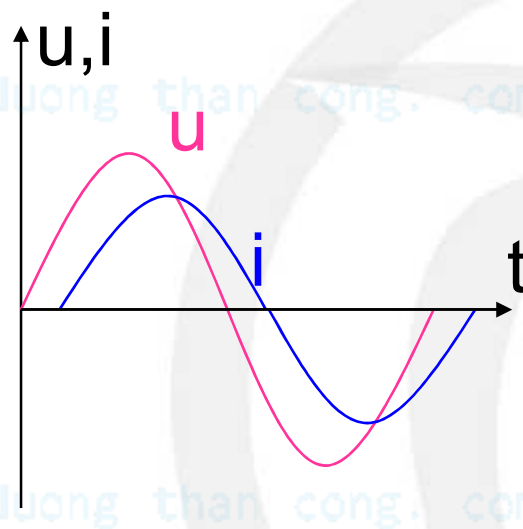
3. HỆ SỐ CÔNG SUẤT

Góc lệch pha giữa dòng và áp

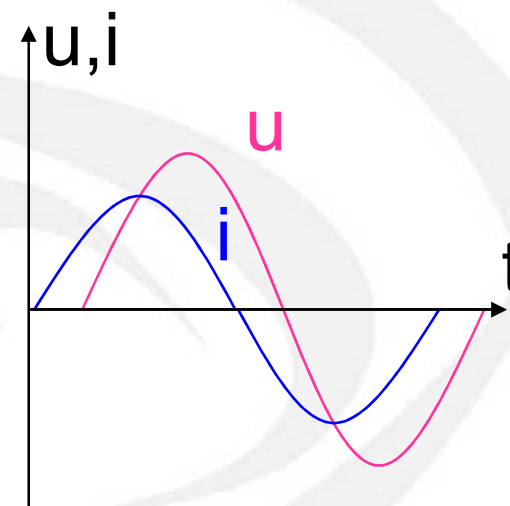
Tải thuần trở



Tải cảm



Tải dung



Các loại công suất

Công suất tác dụng (thực)

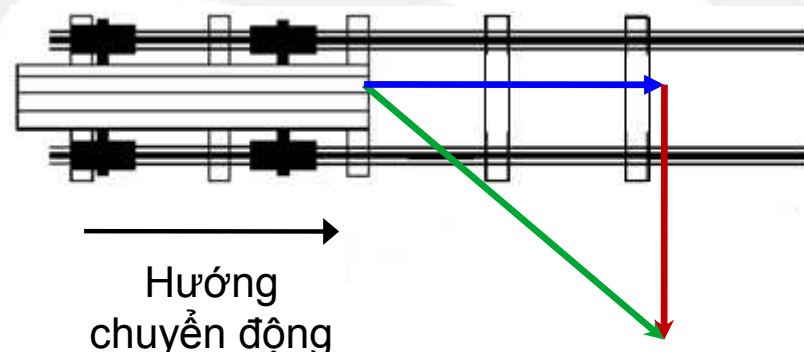
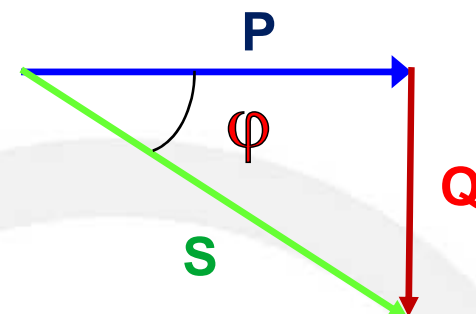
$$P = U.I. \cos\varphi \text{ (kW)}$$

Công suất kháng

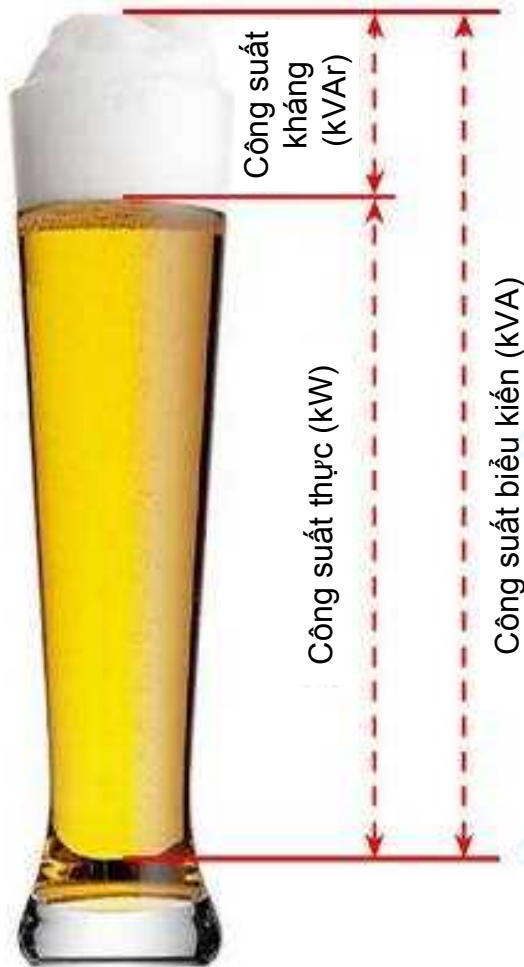
$$Q = U.I. \sin\varphi \text{ (kVAr)}$$

Công suất biểu kiến (tổng)

$$S = U.I \text{ (kVA)}$$



Hệ số công suất ($\cos \varphi$)



$$\cos \varphi = \frac{P \text{ (kW)}}{S \text{ (kVA)}} \leq 1$$

→ Hiệu quả của hệ thống điện chuyển từ công suất điện thành công suất đầu ra hữu dụng

Ảnh hưởng của $\cos \varphi$ thấp



Các biện pháp nâng cao $\cos\varphi$

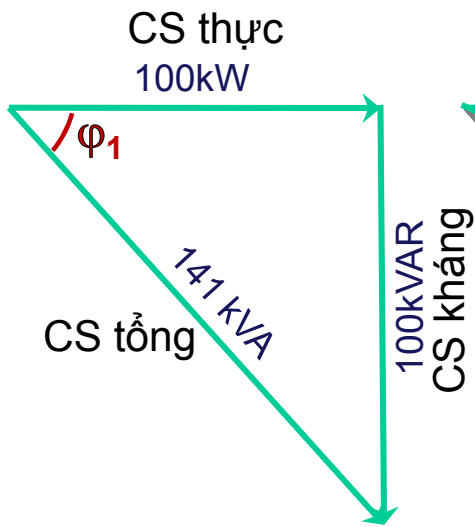
- **Giảm tiêu thụ công suất phản kháng**

- Sử dụng thiết bị tiêu thụ P phản kháng nhỏ;
- Thay các động cơ không đồng bộ non tải → động cơ có P nhỏ hơn;
- Giảm điện áp đặt vào đối với động cơ thường xuyên làm việc non tải;
- Hạn chế động cơ làm việc không tải;
- Dùng động cơ đồng bộ thay cho động cơ không đồng bộ cùng P khi quy trình công nghệ cho phép;
- Thay thế và sắp xếp lại các MBA non tải.



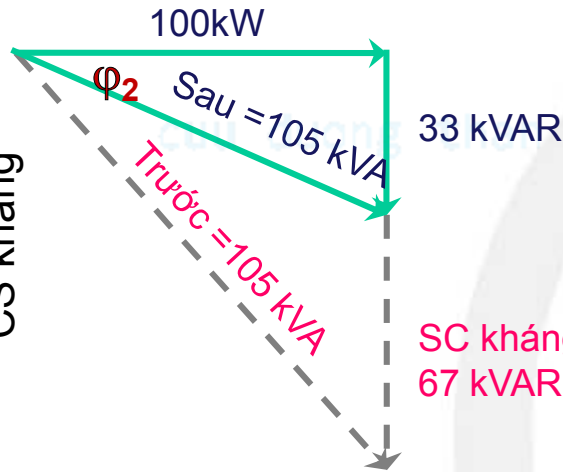
• Sử dụng các thiết bị bù

Trước bù



Trước bù:
 $\text{Cos } \varphi_1 = 0.70$

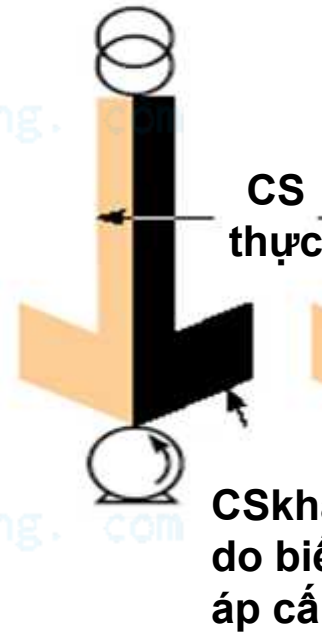
Sau bù



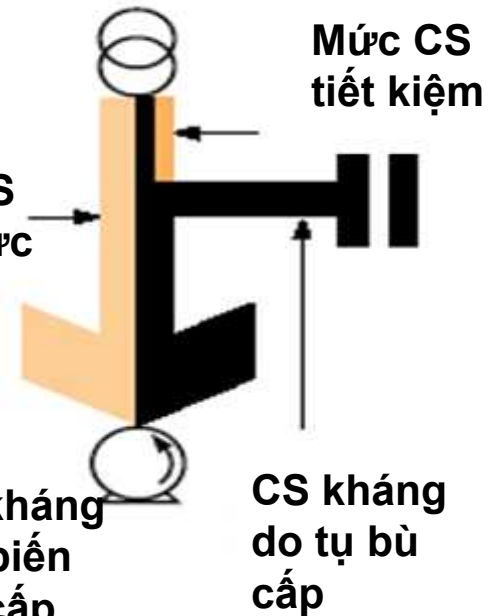
Sau bù:
 $\text{Cos } \varphi_2 = 0.95$

SC kháng bù:
67 kVAR

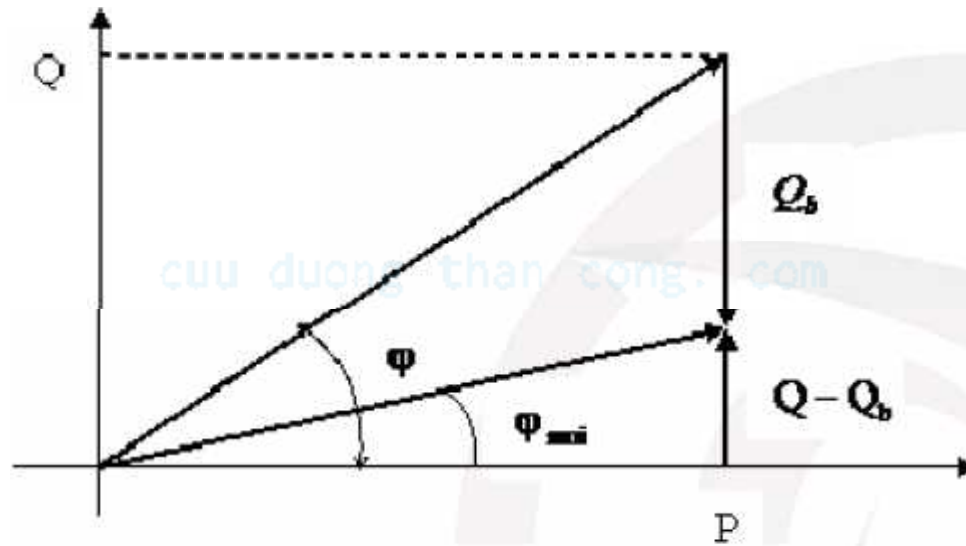
Trước bù



Sau bù



Tính dung lượng bù:



Hình 1.9. Sự thay đổi $\cos\varphi$ sau khi bù

$$Q_b = P(\tan \varphi - \tan \varphi_{\text{moi}})$$



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Tổn thất khi chưa có bù:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R$$

- **Tổn thất sau khi có bù:**

$$\Delta P_{(B)} = \frac{P^2 + (Q - Q_b)^2}{U^2} R$$

- **Giảm được lượng tổn thất:**

$$\delta P = \Delta P - \Delta P_{(b)} = \frac{2Q \cdot Q_b - Q_b^2}{U^2} R$$



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Vị trí đặt tụ



Bù tập trung



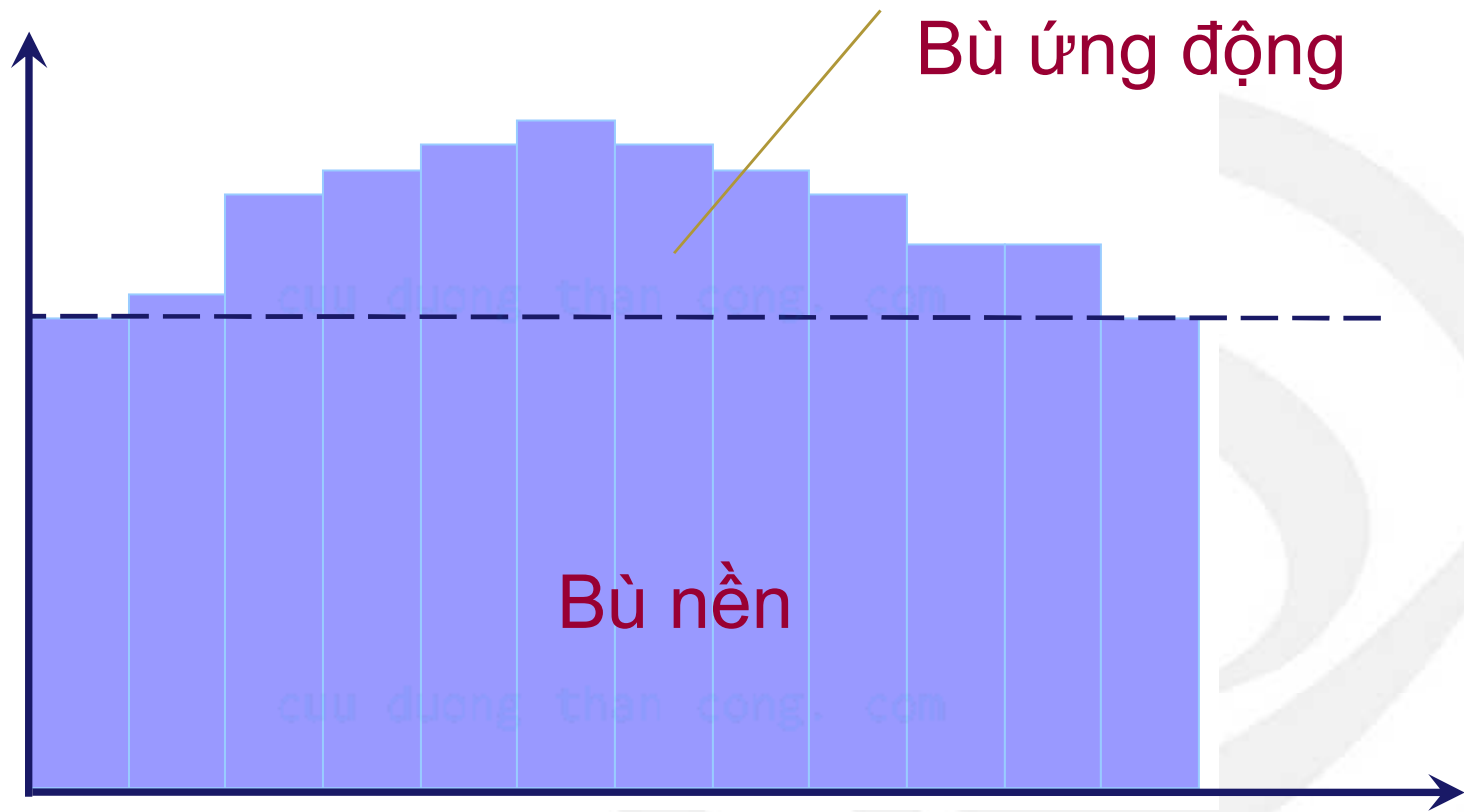
Bù riêng rẽ



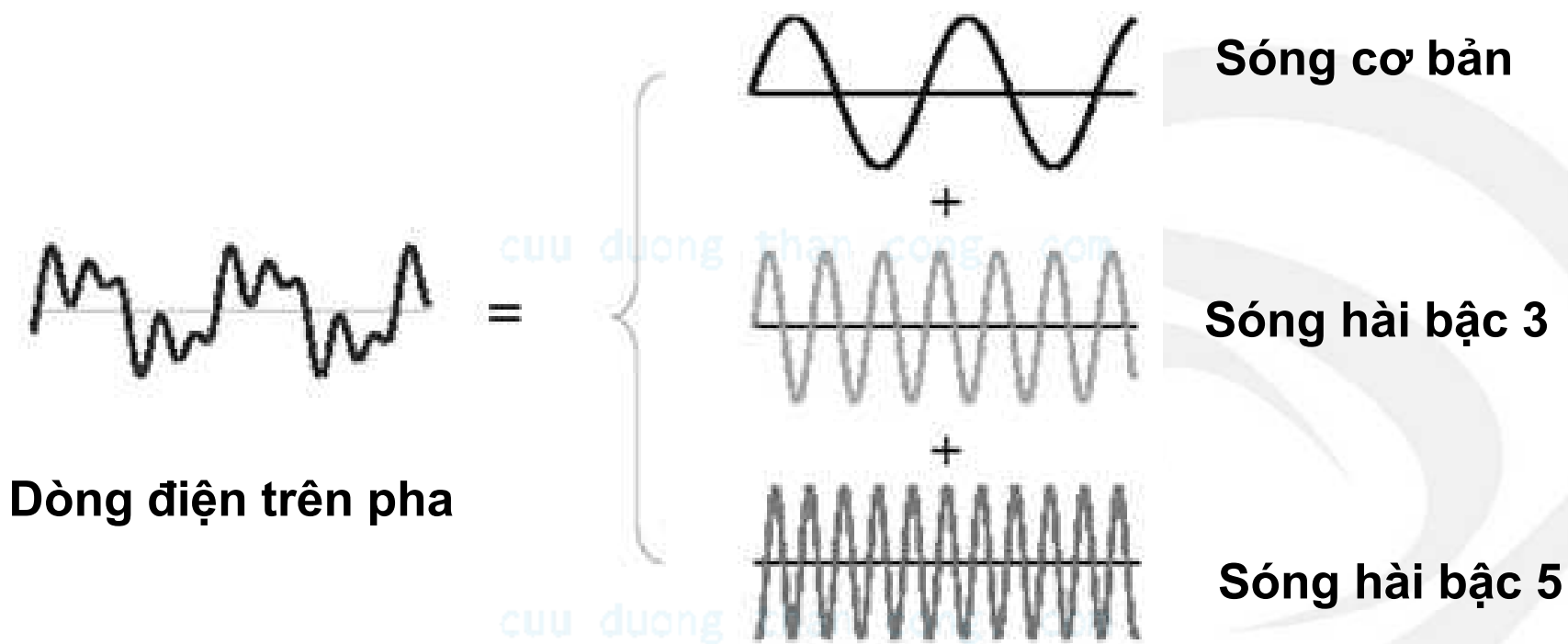
Bù nhóm



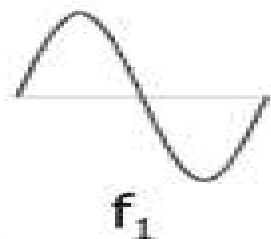
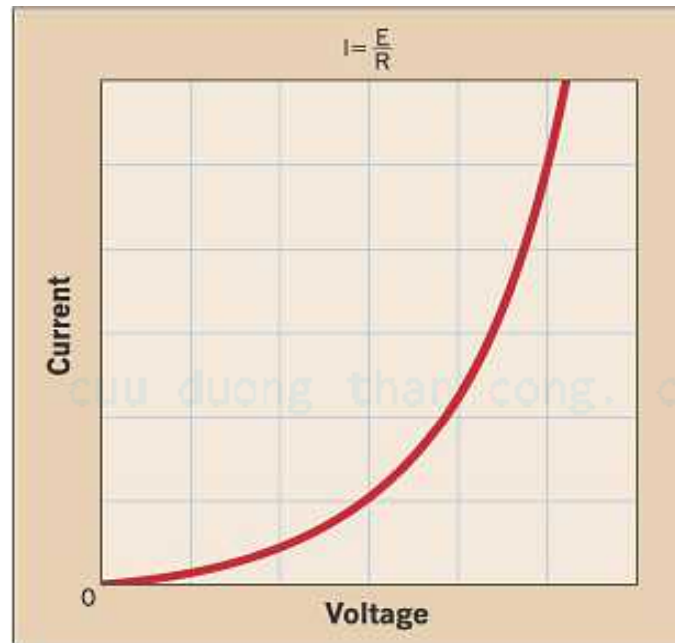
Bù $\cos \varphi$ (tt)



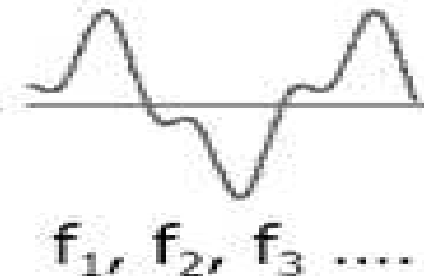
4. SÓNG HÀI



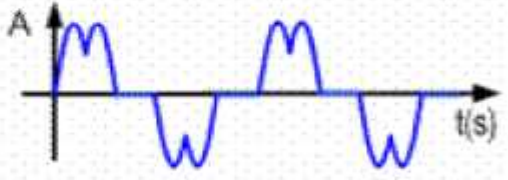
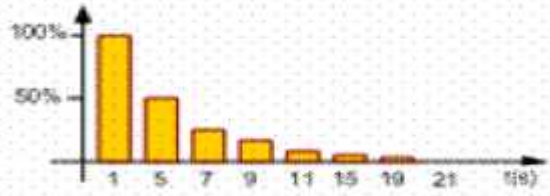




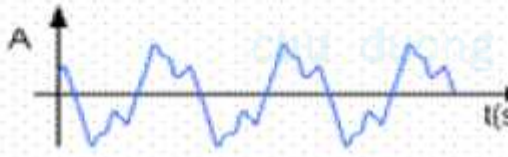

Nguyên nhân gây sóng hài



Tải phi tuyến



Dạng sóng của một số loại phụ tải phi tuyến

<u>Tải phi tuyến</u>	<u>Dạng sóng dòng điện</u>	<u>Phân tích phổ</u>	<u>Hệ số méo</u>
<u>Bộ biến đổi tốc độ</u>			44%
<u>Bộ chỉnh lưu</u>			28%
<u>Tải tin học</u>			115%
<u>Đèn huỳnh quang</u>			53%



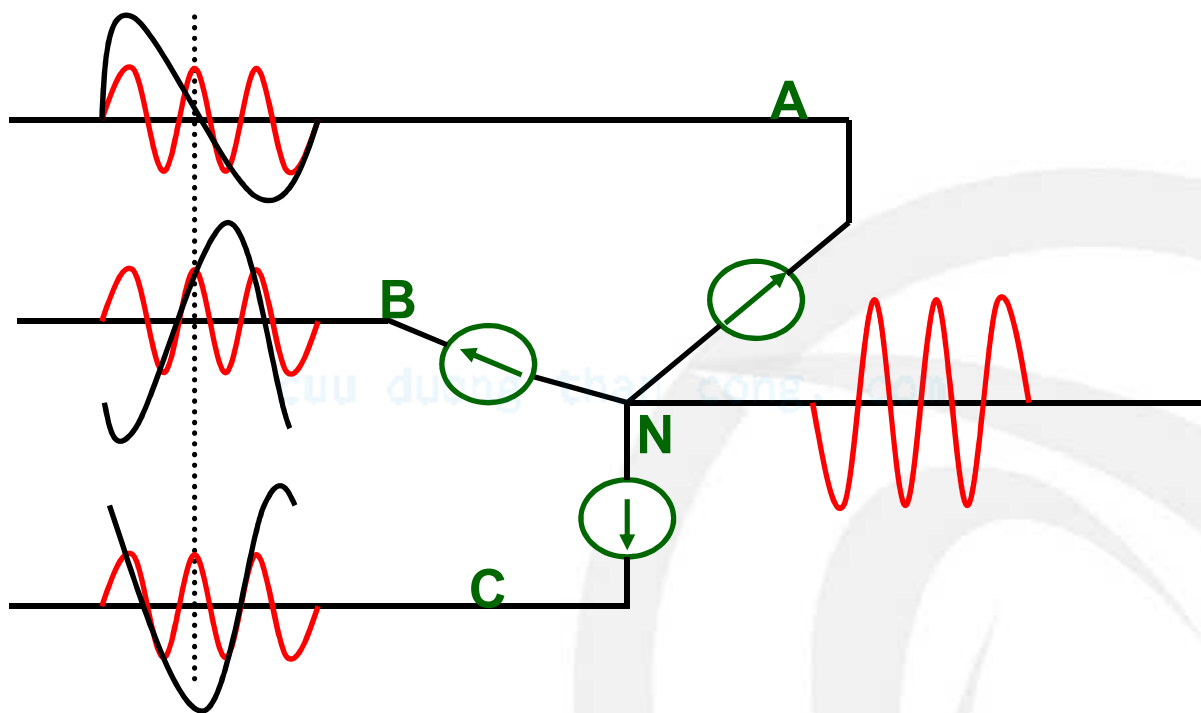
Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Ảnh hưởng của sóng hài

- Tăng nhiệt độ, tăng tổn hao máy biến áp và động cơ (dòng xoáy trong lõi thép)
- Tăng nhiệt độ dây dẫn (hiệu ứng bề mặt)
- Tăng sụt áp cuối đường dây
- Các thiết bị điện tử làm việc không tin cậy
- Rơ-le, MCB, MCCB tác động nhầm
- Hư hỏng cụm tụ điện
- Giảm chất lượng sản phẩm



Ảnh hưởng của sóng hài (tt)



Sóng hài trong dây trung tính: 300%, sóng hài pha

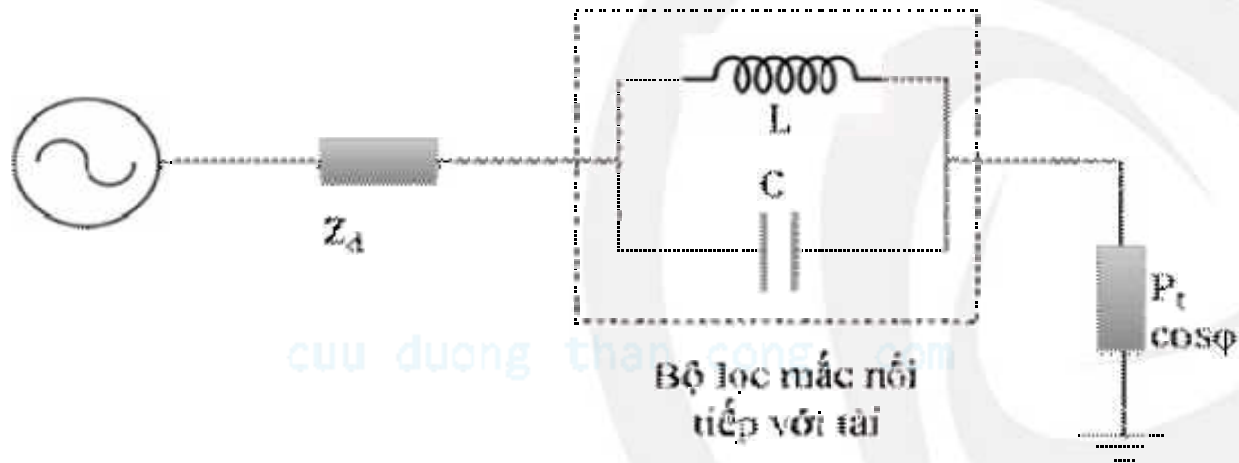
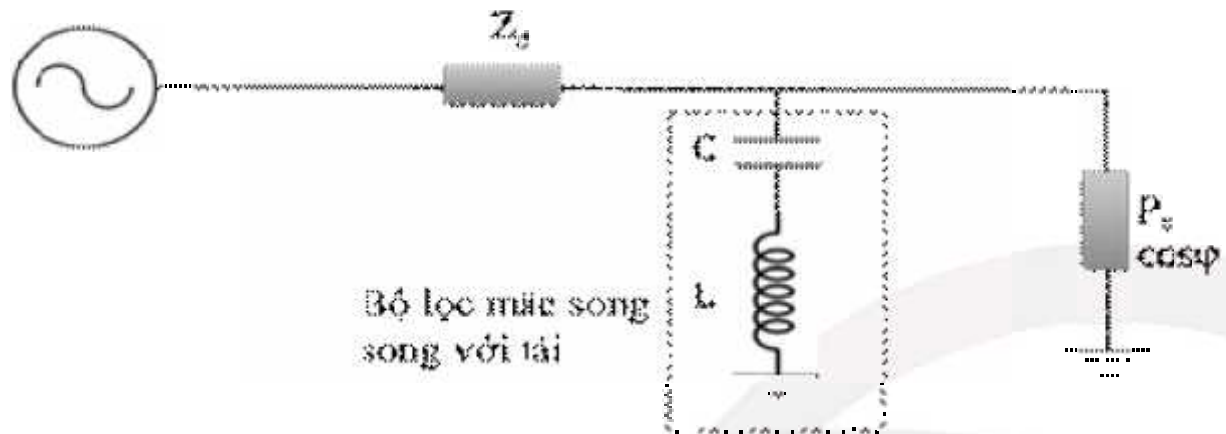


Các biện pháp giảm sóng hài

- Cung cấp mạch điện riêng cho thiết bị gây sóng hài
- Dùng tụ lọc sóng hài
- Tăng tiết diện dây trung tính
- Tăng số pha của cầu nắn
- Sử dụng bộ lọc bậc cao
 - Cuộn cảm nối tiếp, Máy biến áp Zigzag
 - Bộ lọc thụ động
 - Bộ lọc chủ động

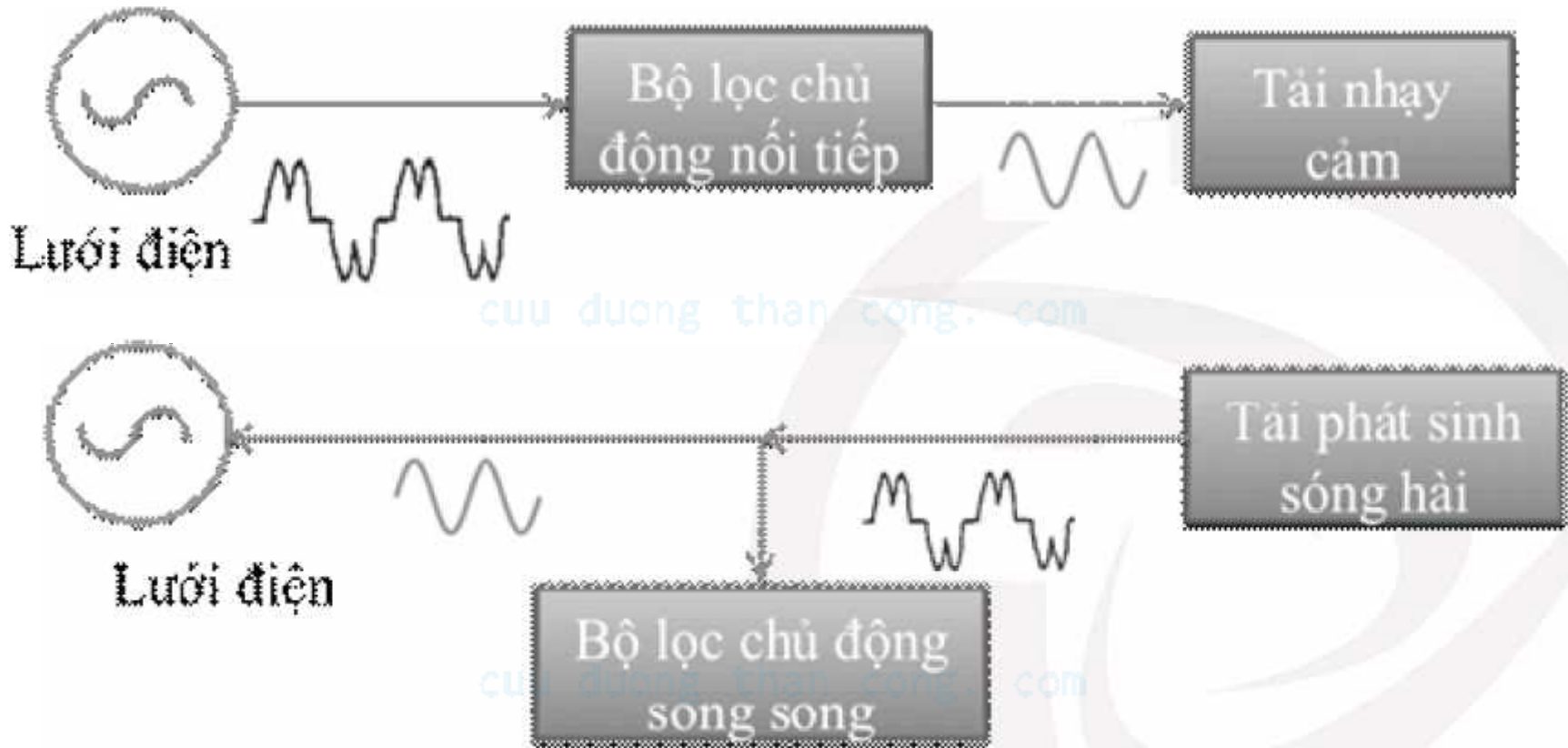


Bộ lọc thụ động



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Bộ lọc chủ động



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

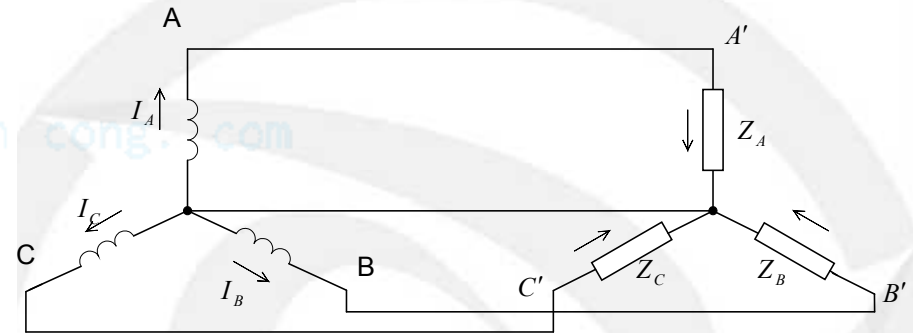
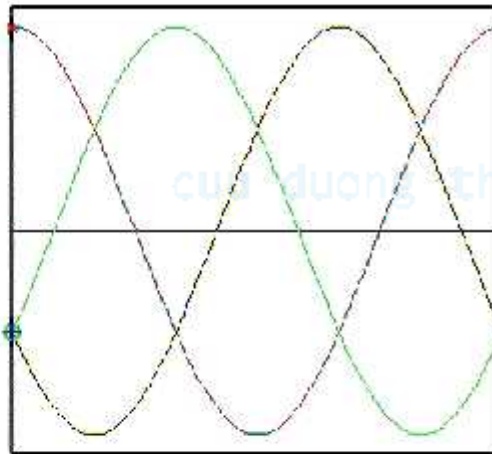
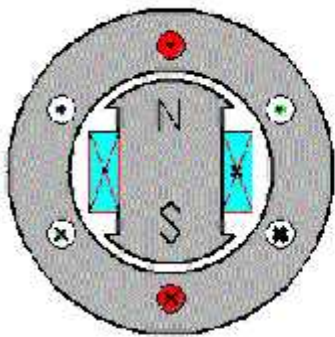
5. CHẾ ĐỘ KHÔNG ĐỐI XỨNG (KĐX)

- **Chế độ KĐX:** chế độ làm việc các pha không giống nhau (về môđun hoặc pha hoặc cả hai).
 - KĐX ngắn mạch
 - KĐX dài hạn
- **Tác hại:**
 - Xuất hiện dòng thứ tự nghịch và thứ tự không.
 - Dòng thứ tự không sẽ đi trên dây trung tính, gây tổn thất (20% đối 3 pha dây dẫn, 1 → 2% điện năng tiêu thụ toàn nhà máy)



Dây trung tính (N) trong hệ thống điện 3 pha

ALTERNATOR



Nguyên nhân xuất hiện dòng trên dây trung tính

- Phân phối tải trên từng pha không hợp lý
 - Đầu nối ban đầu
 - Thay đổi phụ tải trên các pha theo thời gian sử dụng
- Công suất tiêu thụ trên từng pha khác nhau tại các thời điểm khác nhau



Các giải pháp đối xứng hóa chế độ của hệ thống cung cấp điện

- Cân bằng phụ tải từng pha
- Giảm điện trở tự nghịch của lưới điện 3 pha 4 dây
- Động cơ không đồng bộ 3 pha đầu hệ thống có phụ tải KĐX
- Đầu không đối xứng tự điện giữa các pha.



Loại trừ dòng trên dây trung tính

Định kỳ đo dòng
dây trung tính/
dòng pha

Đo ở những thời
điểm khác nhau
trong ngày

Cân bằng
phụ tải
các pha



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

III. SỬ DỤNG HIỆU QUẢ & TIẾT KIỆM ĐỐI VỚI CÁC THIẾT BỊ ĐIỆN

1. Máy biến áp
2. Động cơ điện

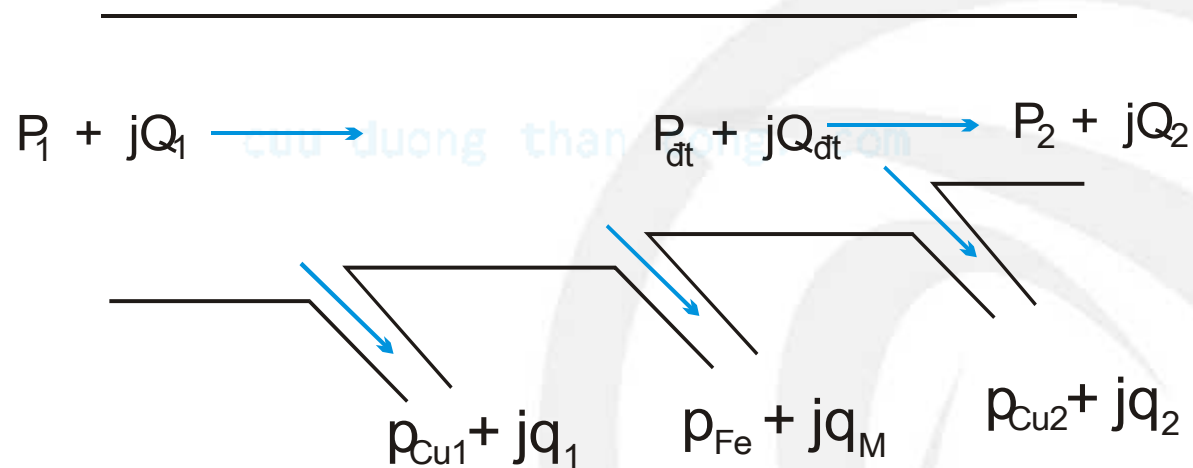


Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

1. MÁY BIẾN ÁP (MBA)

MBA & Tổn thất trong MBA

- Giảm đồ năng lượng của MBA



- Hiệu suất:

$$\eta\% = \frac{P_2}{P_1} 100$$



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Các tổn thất trong MBA:

- Tổn thất lõi từ ΔP_0 không phụ thuộc công suất tải.
- Tổn thất đồng thay đổi theo công suất tải :
 - + Khi tải định mức sẽ là tổn thất ngắn mạch ΔP_N ;
 - + Còn tổn thất công suất khi mang tải $S(t)$:

$$\Delta P_B = \Delta P_0 + \Delta P_N \left(\frac{S(t)}{S_{dmB}} \right)^2 = \Delta P_0 + \Delta P_N \cdot \beta^2$$

Tổn thất điện năng trong 1 năm

$$\Delta A_B = \Delta P_0 \cdot 8760 + \Delta P_N \cdot \tau$$



Sử dụng hiệu quả và tiết kiệm khi sử dụng MBA

1. Chọn hợp lý dung lượng MBA → hạn chế tổn hao

Ví dụ: - B1 có $S_{dm}=400\text{kVA}$, $P_0=0,92\text{ kW}$, $P_N=5,5\text{ kW}$;

- B2 có $S_{dm}=630\text{kVA}$, $P_0=1,42\text{ kW}$, $P_N=7,6\text{ kW}$.

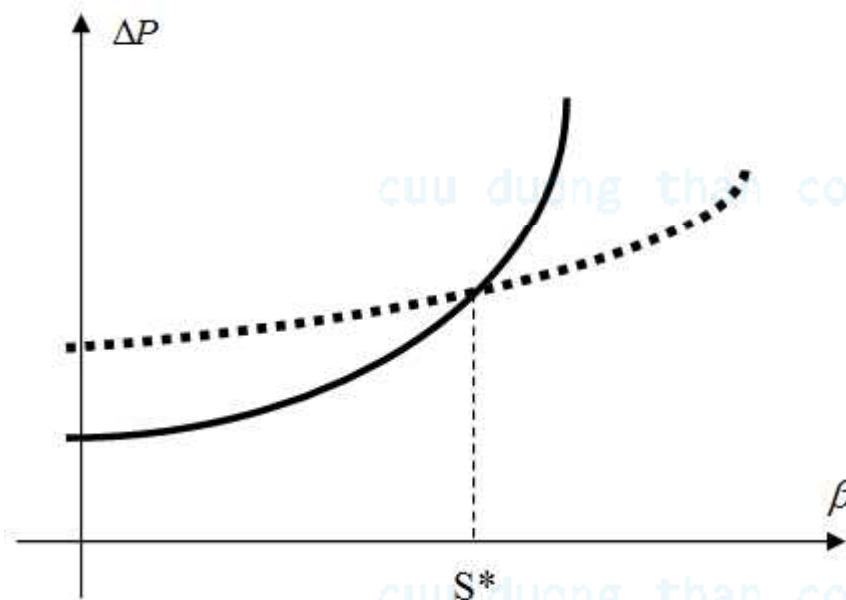
Tải (KVA)	100	200	300	400	500	600
Tổn thất B1:	1,263	2,295	4.061	6,42		
Tổn thất B2:	1,611	2,186	3,143	4,484	6,207	8,313

KL: Tải dưới 200 kVA dùng B1, lớn hơn dùng B2



2. Vận hành kinh tế trạm biến áp

- 1 MBA thì tổn thất: $\Delta P = \Delta P_0 + \Delta P_N \left(\frac{S(t)}{S_{dmB}} \right)^2$
- 2 MBA thì tổn thất: $\Delta P = 2.\Delta P_0 + \frac{\Delta P_N}{2} \left(\frac{S(t)}{S_{dmB}} \right)^2$



Đường cong tổn thất trong MBA

— 1 MBA 2 MBA

$$S^* = S_{dmB} \sqrt{\frac{2.\Delta P_0}{\Delta P_N}}$$



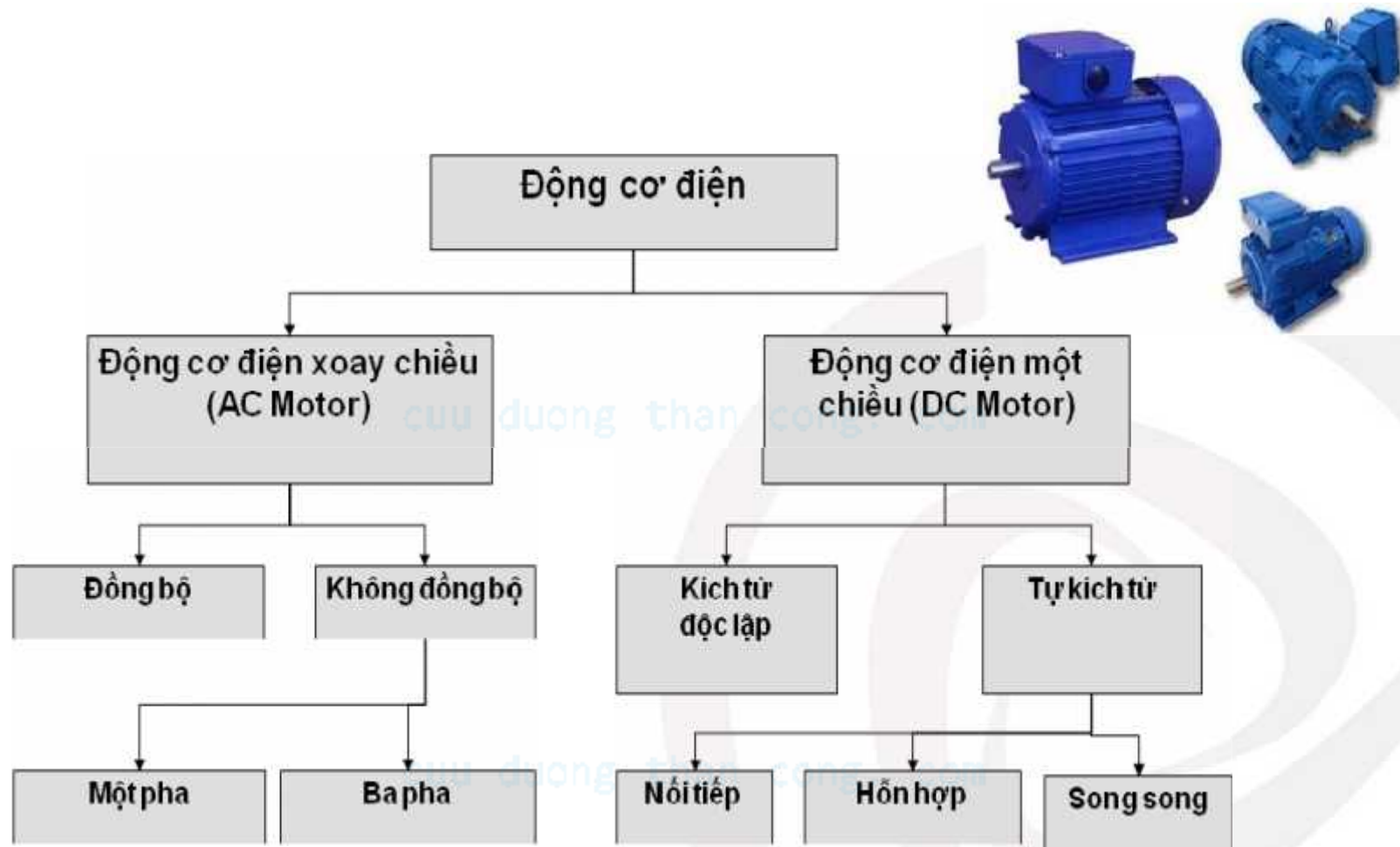
Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

3. Các giải pháp khác

- Phân phối tải phù hợp giữa các MBA
- Trạm BA đặt gần các thiết bị động lực
- Không sử dụng ổn áp cho các mạch động lực khi dao động điện áp xảy ra với tần suất không lớn
- Điều chỉnh điện áp của MBA phù hợp với phụ tải



2. ĐỘNG CƠ ĐIỆN

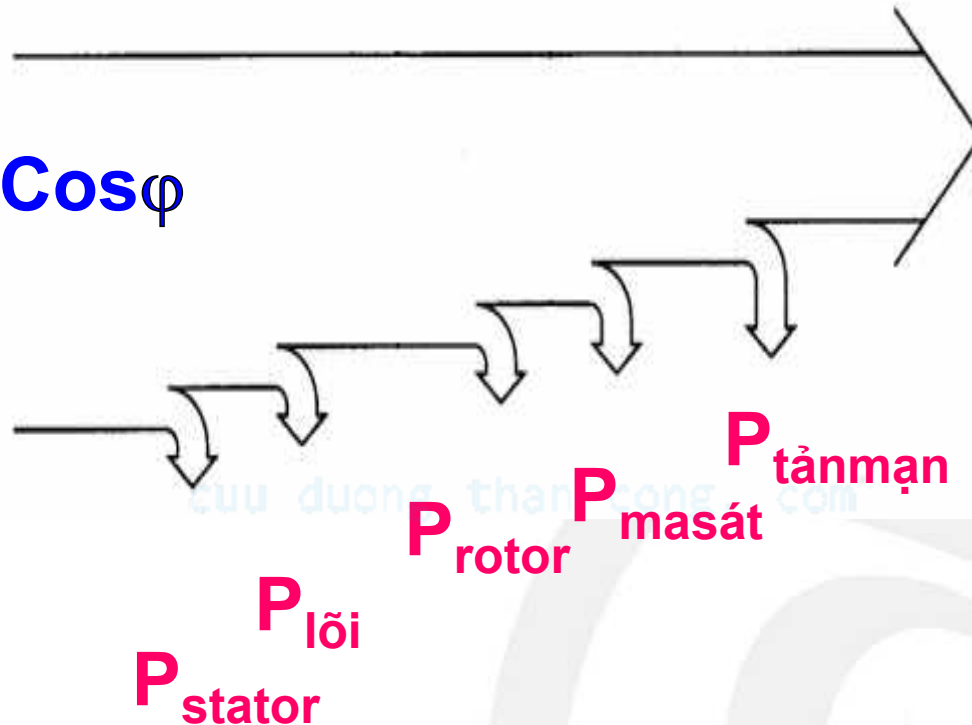


Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Hiệu suất động cơ

$$P_{in} = U.I. \cos\varphi$$

$$P_{out} = T. \omega$$



Nguyên nhân làm giảm hiệu suất:

- Động cơ quán lại nhiều lần
- Động cơ chạy non tải

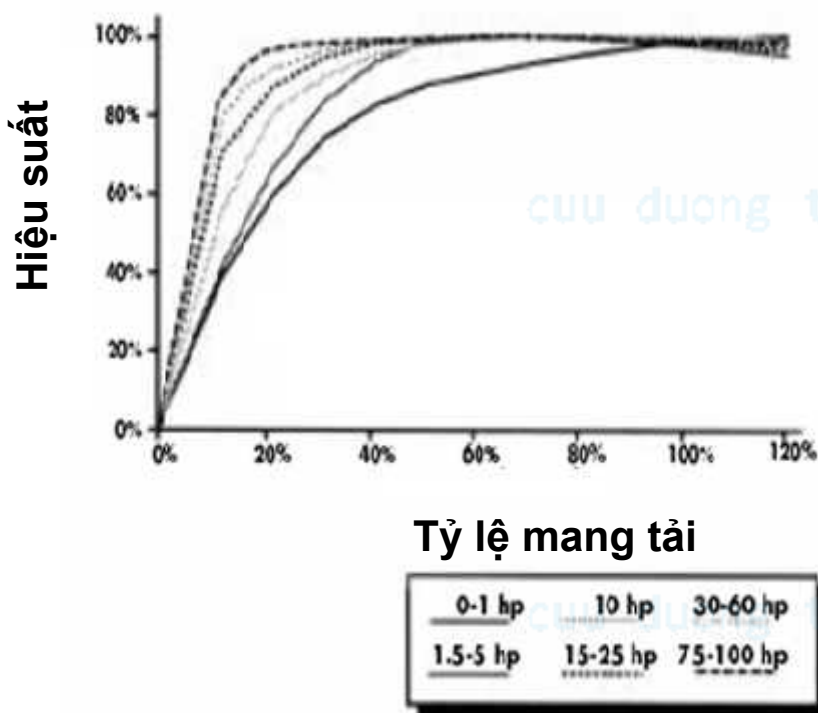


Bảo trì không tốt

Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Động cơ chạy non tải

Hiệu suất động cơ



Hệ số công suất

Tải động cơ	Cos φ
0%	0.17
25% ÷ 50%	0.55 ÷ 0.73
75%	0.7



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Các cơ hội tiết kiệm điện năng trong sử dụng động cơ

1. Sử dụng động cơ hiệu suất cao

Ưu điểm

Hạn chế

Kích thước nhỏ gọn

Hiệu suất cao

Giảm nhiệt độ

Giảm tiếng ồn

Đắt tiền



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Hiệu quả sử dụng động cơ hiệu suất cao

Mức tăng hiệu suất

- Cỡ bé ($\leq 15\text{kW}$) : 6 ÷ 8 %
- Cỡ lớn ($\geq 20\text{kW}$): 2 ÷ 4 %

Mức tăng chi phí đầu tư

- Cỡ bé ($\leq 15\text{kW}$): 15 ÷ 25 %
- Cỡ lớn ($\geq 20\text{kW}$): không đáng kể



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

2. Giảm thời gian hoạt động non tải

- Lựa chọn kích cỡ sao cho động vận hành từ 65% - 100% công suất định mức
- Xem xét thay thế động cơ khi tải < 40% công suất định mức

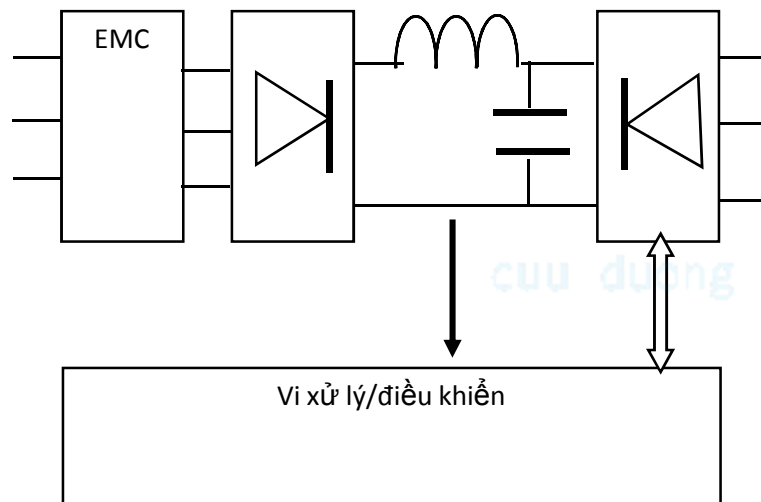
3. Phù hợp với đặc điểm tải

4. Nâng cao chất lượng điện năng

5. Nâng cao hệ số công suất



6. Sử dụng bộ biến tần (High Efficiency Motor-HEMs) Tần số f vào có thể điều khiển tốc độ động cơ



Lợi ích của sử dụng biến tần (VSD, inverter)

- Tiết kiệm năng lượng
- Hệ thống vận hành liên tục, đáp ứng theo yêu cầu phụ tải
- Độ tin cậy cao
- Ít gây tiếng ồn
- Có khả năng đảo chiều quay và hãm
- Đặc tính khởi động mềm và êm máy



Lưu ý khi lắp biến tần (VSD)

- Xem xét tính chất tải cơ phù hợp
- Đặt VSD gần động cơ (< 30m)
- Môi trường ít bụi, tránh rung và nhiệt độ (<40°C)
- Lắp các bộ lọc sóng hài
- Lắp các thiết bị chống xung bảo vệ VSD khỏi bị sốc điện
- Nối đất thiết bị
- Bảo dưỡng, cuộn lại dây, thay thế



Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office

Xin chân thành cảm ơn!



**Văn phòng Tiết kiệm năng lượng
Energy Efficiency and Conservation Office**