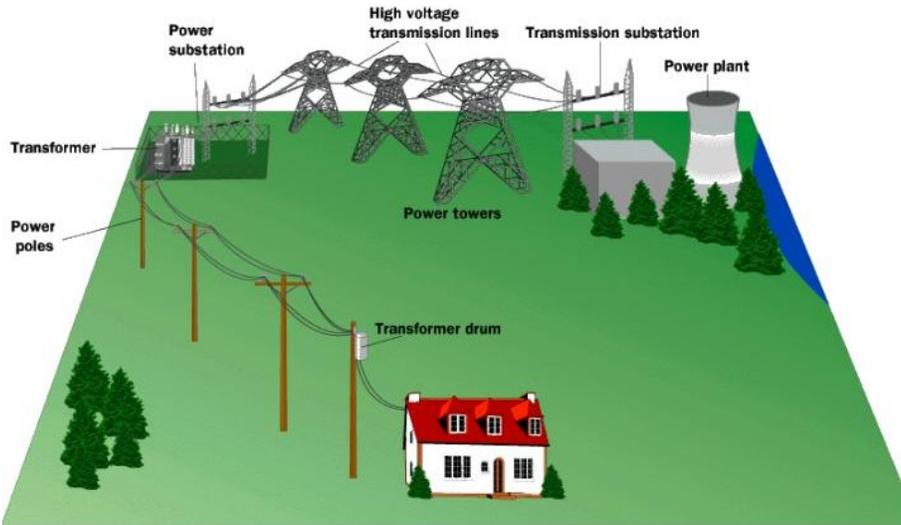


# 1.1 Hệ Thống Điện & Các Khí Cụ Điện

# Hệ Thống Điện

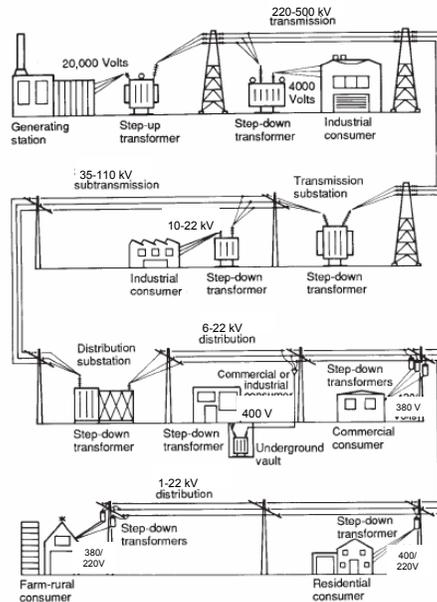
## Sản xuất, Truyền tải và Phân Phối Điện Năng



nxuong-BMTBD-KCD

3

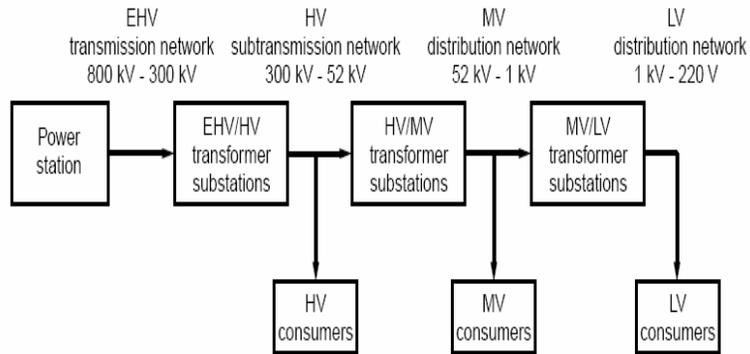
## Sản xuất, Truyền tải và Phân Phối Điện Năng



nxuong-BMTBD-KCD

4

## Sơ đồ khối các cấp điện áp của một hệ thống điện



LV: Low Voltage – Hạ thế  
 MV: Medium Voltage – Trung thế  
 HV: High Voltage – Cao thế  
 EHV: Extra High Voltage – Siêu cao thế

nxuong-BMTBD-KCD

5

## Trạm Phân Phối Điện Công Cộng HV / MV

*SB6 from 72 to 245 kV*



Lộ vào

nxuong-BMTBD-KCD

*GM6 from 12 to 40.5 kV*



Lộ ra

6

## Trạm Phân Phối Điện HV/MV trong công nghiệp



Lộ vào

nxuong-BMTBD-KCD

*MCset from 7 to 24 kV*

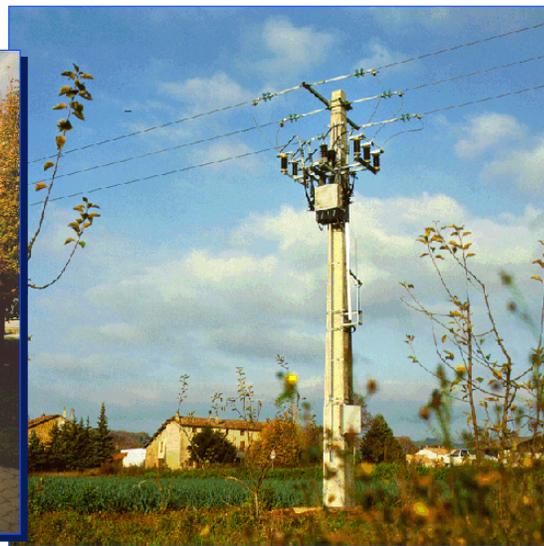


Lộ ra

7

## Trạm Phân Phối Điện Công Cộng MV / LV

*M2S 24 kV switch*



nxuong-BMTBD-KCD

8

## Trạm Phân Phối Điện Công Cộng MV / LV

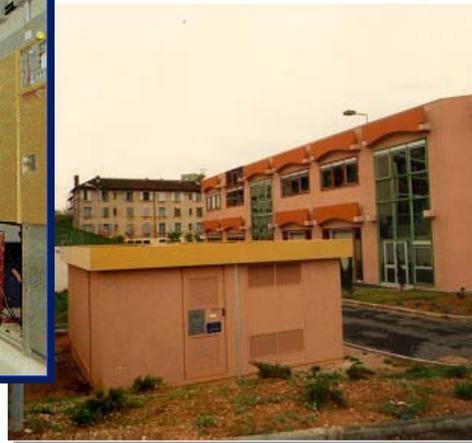


txuong-BMTBD-KCD

9

## Trạm Phân Phối Điện MV / LV Trong Công nghiệp

MV/LV Kiosk

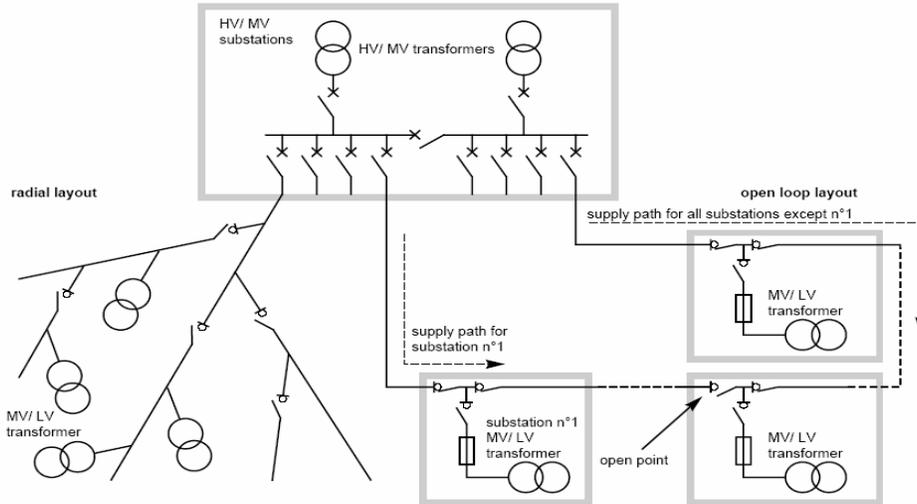


txuong-BMTBD-KCD

10

## Ví dụ sơ đồ lưới phân phối điện trung thế

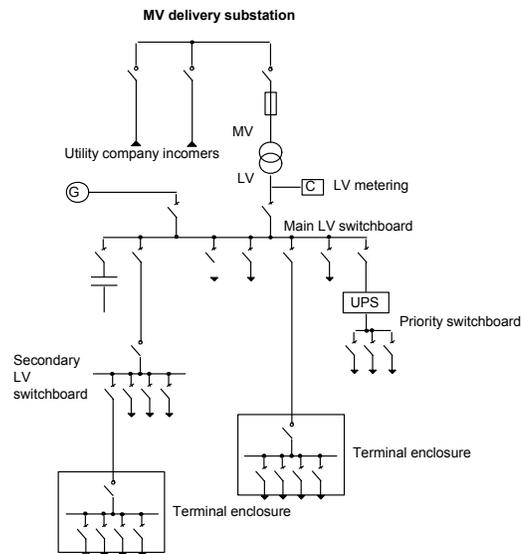
Hai loại cơ bản thường gặp: loại hình tia (radial) và loại mạch vòng hở (open loop)



nxuong-BMTBD-KCD

11

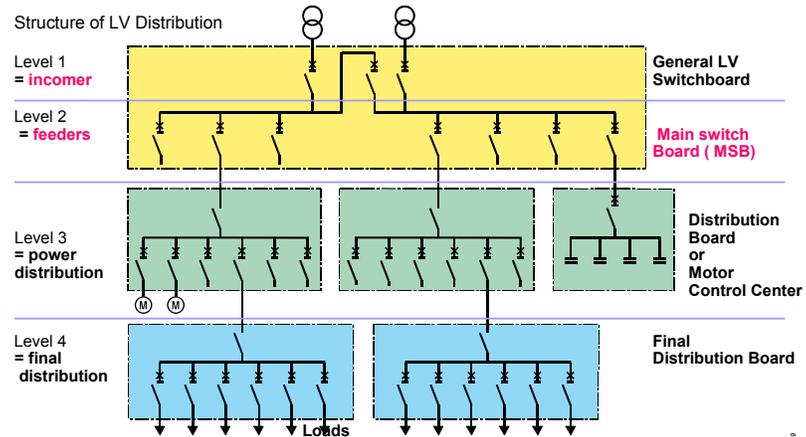
## Ví dụ sơ đồ lưới phân phối điện trung thế/hạ thế



nxuong-BMTBD-KCD

12

Ví dụ sơ đồ lưới phân phối điện hạ thế trong một nhà máy:  
 Các cấp độ và thuật ngữ



# Những thành phần chính của lưới điện

## Các thành phần truyền tải

- **Dây dẫn** (Conductors): truyền tải năng lượng từ nơi này đến nơi khác
- **Cách điện** (Insulators): cách ly dây dẫn với môi trường xung quanh
- **Máy biến áp** (Transformers): truyền tải năng lượng qua những phần khác nhau của lưới điện
- **Khí cụ điện** (Electromechanical devices): đóng, cắt và bảo vệ mạng điện
- **Thiết bị điện tử công suất** (Power electronics components): biến đổi năng lượng điện cho những mục đích sử dụng riêng
- **Các nguồn điện phụ** (Auxiliary sources); máy phát điện, UPS
- **Nguồn phát và tiêu thụ công suất phản kháng** (Reactive energy sources and consumers)

## Máy biến áp lực (power transformers)

Biến đổi năng lượng điện từ điện áp này sang điện áp khác

- MBA tăng áp  
(10-20 kV) → (200-500 kV)
- MBA giảm áp  
(60-200 kV) → MV (10-36 kV) → LV (0.4-6kV)

## Khí cụ điện (electromechanical devices)

- Dao cách ly (Isolator)
- Máy ngắt phụ tải (Switch)
- Công Tắc Tơ (Contactor)
- Cầu chì (Fuse)
- Máy ngắt (Circuit-breaker)

## Dao cách ly (Isolator= *disconnector* )

### Cách ly mạng điện với nguồn điện



- chịu được quá điện áp nội bộ và khí quyển
- không thể ngắt được dòng điện tải
- Yêu cầu ngắt được dòng điện dung ký sinh trong một số trường hợp
- đóng cắt được vài ngàn lần

## Máy ngắt phụ tải (switch)



### Đóng và ngắt dòng điện định mức và quá tải

- Đóng và ngắt một phần mạng điện
- Khả năng chịu đựng quá điện áp không lớn
- Có thể dùng kết hợp với cầu chì

*disconnecting switch  
= isolator + switch*

## Contactor



### Đóng và ngắt dòng điện định mức và quá tải

- được điều khiển đóng cắt từ xa
- tuổi thọ điện cao: đến vài trăm ngàn lần

ví dụ: contactor Rollarc CRM 400 7.2 kV có tuổi thọ điện là 300 000 C/O ở dòng điện 250A

## Cầu chì (fuse)



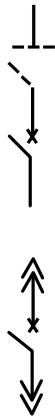
### Ngắt dòng điện sự cố bằng cách tự cháy (self-destructing)

- được sử dụng ở hạ thế và cả trung thế
- thường được dùng với máy ngắt phụ tải

nxuong-BMTBD-KCD

21

## Máy ngắt bảo vệ (Circuit-breaker)



- ngắt bảo vệ các dòng điện sự cố ngắn mạch hoặc quá tải.
- đóng và ngắt dòng điện định mức.
- bao gồm rơ le bảo vệ để phát hiện và điều khiển việc ngắt bảo vệ trong những trường hợp sự cố ngắn mạch, quá tải hoặc các loại sự cố khác.
- phải chịu được điện áp quá độ phục hồi.
- tuổi thọ điện: ngắt được khoảng vài chục lần dòng sự cố và vài ngàn lần dòng điện tải.

nxuong-BMTBD-KCD

22

## Dao nối đất (earthing switch)

Dao nối đất (earthing switch): nối đất an toàn dây pha với đất

## Các khí cụ điện đóng cắt: chức năng và ứng dụng

	IEC definition Function	Opening			Closing			Isolating
		○	●	⚡	○	●	⚡	
<b>Disconnector</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanical connection device which in an open position guarantees satisfactory isolating distance under specific conditions.</li> <li>Intended to guarantee safe isolation of a circuit, it is often associated with an earthing switch.</li> </ul>	yes	no	no	yes	no	yes □	yes
<b>Earthing switch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Specially designed switch for connecting phase conductors to the earth.</li> <li>Intended for safety in case of work on the circuits, it relays the de-energized active conductors to the earth.</li> </ul>	yes	no	no	yes	no	yes □	no
<b>Switch</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mechanical connection device capable of establishing, sustaining and breaking currents under normal circuit conditions eventually including overload currents in service.</li> <li>Intended to control circuits (opening and closing), it is often intended to perform the insulating function. In public and private MV distribution networks it is frequently associated with fuses.</li> </ul>	yes	yes	no	yes	yes	yes	yes □

○ = at no load   ● = under load   ⚡ = short-circuit   □ = depending on the case

## Các khí cụ điện đóng cắt: chức năng và ứng dụng

	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ IEC definition</li> <li>■ Function</li> </ul>	Opening			Closing			Isolating
		○	●	⚡	○	●	⚡	
<b>Contactor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mechanical connection device with a single rest position, controlled other than by hand, capable of establishing, sustaining and breaking currents under normal circuit conditions, including overvoltage conditions in service.</li> <li>■ Intended to function very frequently, it is mainly used for motor control.</li> </ul>	yes	yes	no	yes	yes	yes	no
<b>Circuit breaker</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mechanical connection device capable of establishing, sustaining and breaking currents under normal circuit conditions and under specific abnormal circuit conditions such as during a short-circuit.</li> <li>■ General purpose connection device. Apart from controlling the circuits it guarantees their protection against electrical faults. It is replacing contactors in the control of large MV motors.</li> </ul>	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no

○ = at no load   ● = under load   ⚡ = short-circuit   □ = depending on the case

## Những yêu cầu quản lý hệ thống điện

## Yêu cầu chung của nhà cung cấp điện: ?

*no energy storage*

*Power produced = Power consumed  
at any instant*

## Yêu cầu của người sử dụng điện: ?

dependable energy

quality energy

protection of people and property

nxuong-BMTBD-KCD

27

## Lưới Điện Phân phối

### Tần số

Tần số định mức trong hệ thống điện quốc gia là 50Hz. Trong điều kiện bình thường, tần số hệ thống điện được dao động trong phạm vi <0,2Hz so với tần số định mức. Trường hợp hệ thống điện chưa ổn định, tần số hệ thống điện được dao động trong phạm vi <0,5Hz so với tần số định mức.

### Điện áp

**Điện áp danh định:** các cấp điện áp danh định trong hệ thống điện phân phối bao gồm 110kV, 35kV, 22kV, 15kV, 10kV, 6kV và 0,4kV.

Trong chế độ vận hành bình thường điện áp vận hành cho phép tại điểm đầu nối được phép dao động so với điện áp danh định như sau:

Tại điểm đầu nối với Khách hàng sử dụng điện là <5%;

Tại điểm đầu nối với nhà máy điện là +10% và -5%.

### Cân bằng pha

Trong chế độ làm việc bình thường, thành phần thứ tự nghịch của điện áp pha không vượt quá 3% điện áp danh định đối với cấp điện áp 110kV hoặc 5% điện áp danh định đối với cấp điện áp trung áp và hạ áp.

nxuong-BMTBD-KCD

THÔNG TƯ SỐ 32 /2010/TT-BCT  
Quy định hệ thống điện phân phối

28

## Lưới Điện Phân phối

### Sóng hài

Tổng độ biến dạng sóng hài (THD) là tỷ lệ của giá trị điện áp hiệu dụng của sóng hài với giá trị hiệu dụng của điện áp cơ bản, biểu diễn bằng đơn vị phần trăm (%), theo công thức sau:

$$THD = \sqrt{\frac{\sum V_i^2}{V_1^2}} * 100 \%$$

THD: Tổng độ biến dạng sóng hài của điện áp;  
Vi: Thành phần điện áp tại sóng hài bậc i;  
V1: Thành phần điện áp tại tần số cơ bản (50Hz).

Tổng độ biến dạng sóng hài điện áp tại mọi điểm đấu nối không được vượt quá giới hạn quy định trong Bảng 1 như sau:

Bảng 1: Độ biến dạng sóng hài điện áp

Cấp điện áp	Tổng biến dạng sóng hài	Biến dạng riêng lẻ
110kV	3,0%	1,5%
Trung và hạ áp	6,5%	3,0%

THÔNG TƯ SỐ:32 /2010/TT-BCT  
Quy định hệ thống điện phân phối

nxuong-BMTBD-KCD

29

## Lưới Điện Phân phối

### Dòng ngắn mạch và thời gian loại trừ sự cố

Dòng ngắn mạch lớn nhất cho phép và thời gian loại trừ sự cố được quy định trong Bảng 3 như sau:

Bảng 3: Dòng ngắn mạch lớn nhất cho phép và thời gian loại trừ sự cố

Điện áp	Dòng ngắn mạch lớn nhất (kA)	Thời gian loại trừ sự cố (ms)	Thời gian chịu đựng của thiết bị (s)
Trung áp	25	500	3
110kV	31,5	150	3

### Yêu cầu về hệ số công suất

Khách hàng sử dụng điện để sản xuất, kinh doanh, dịch vụ có công suất sử dụng cực đại từ 80kW hoặc máy biến áp có dung lượng từ 100kVA trở lên có trách nhiệm duy trì hệ số công suất (cos $\phi$ ) tại điểm đấu nối không nhỏ hơn 0,85 trừ trường hợp có thỏa thuận khác.

THÔNG TƯ SỐ:32 /2010/TT-BCT  
Quy định hệ thống điện phân phối

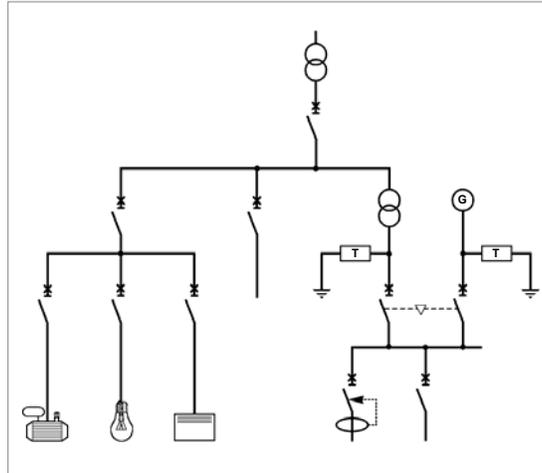
nxuong-BMTBD-KCD

30

## Yêu cầu cung cấp điện liên tục

### Giải pháp?

- Lựa chọn sơ đồ nối đất
- Lựa chọn nguồn điện
  - máy biến áp
  - máy phát điện
  - UPS
- Lựa chọn kỹ thuật bảo vệ chọn lọc
- Báo động



nxuong-BMTBD-KCD

31

## Vấn đề bảo vệ chọn lọc (selectivity of protections)

Mục đích: chỉ ngắt phần mạng điện bị sự cố ra khỏi lưới điện, bảo đảm vẫn cung cấp điện liên tục cho các phần khác của mạng điện.

### Các biện pháp ?

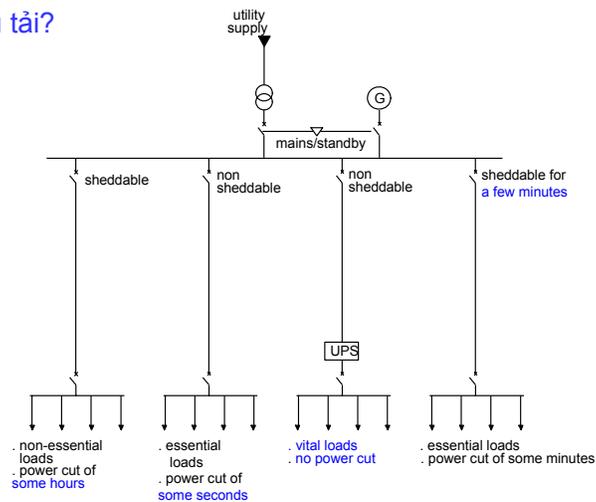
- Bảo vệ chọn lọc theo thời gian
- Bảo vệ chọn lọc theo dòng điện
- Bảo vệ chọn lọc bằng khoá logic
- Bảo vệ chọn lọc dòng điện có hướng

nxuong-BMTBD-KCD

32

## Phân loại phụ tải để sa thải khi nguồn cung cấp điện không đủ công suất

Các loại phụ tải?



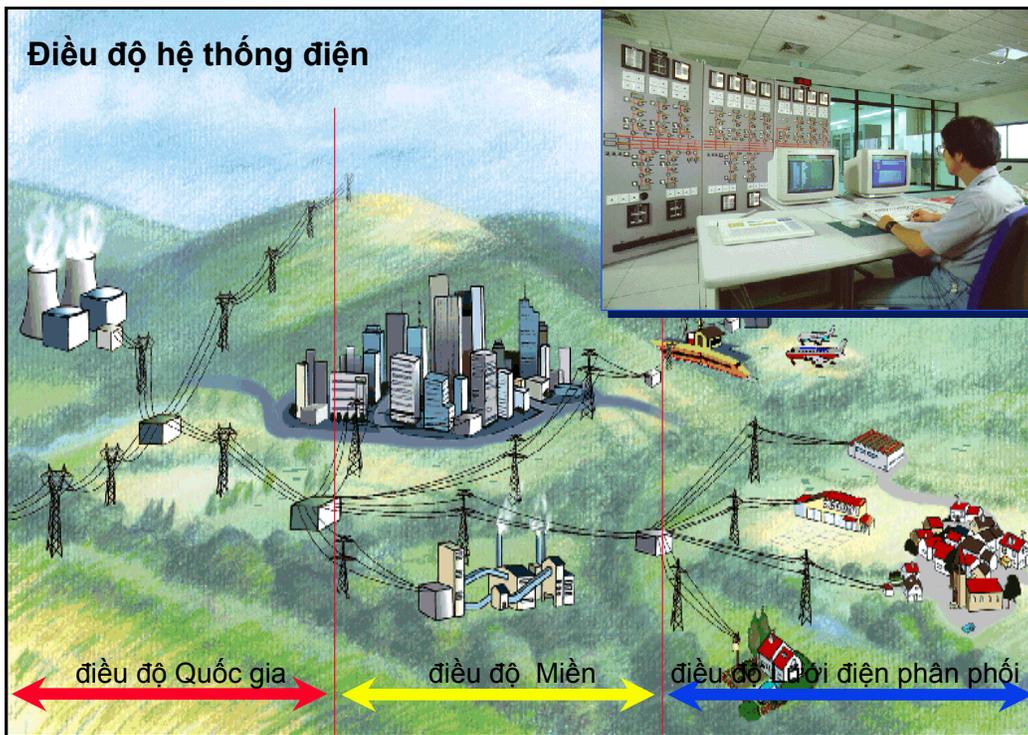
nxuong-BMTBD-KCD

33

## Giám sát và điều khiển hệ thống điện

nxuong-BMTBD-KCD

34



## Giám sát và điều khiển hệ thống điện (control and monitoring system)

### MỤC TIÊU :

Cải thiện việc cung cấp điện liên tục,

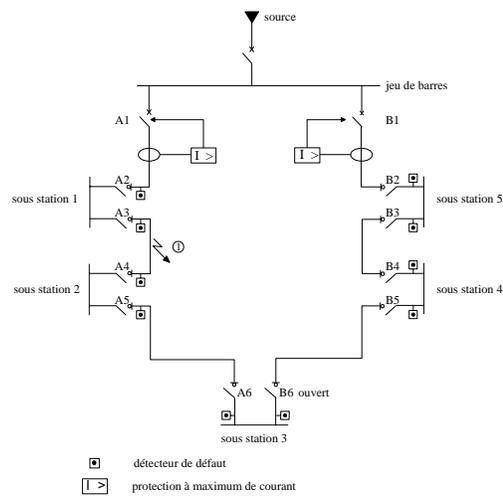
Tiết kiệm điện.

## Giám sát và điều khiển hệ thống điện

Những chức năng tự động chính:

- Chuyển đổi nguồn điện (source changeover),
- Cấu trúc lại mạch vòng (loop reconfiguration),
- Sa thải và phục hồi tải (load-shedding/restoration),
- Quản lý việc tiêu thụ điện năng theo giờ cao và thấp điểm,
- Quản lý quy trình sản xuất (management of internal production sets),
- Giám sát và chuẩn đoán (monitoring and diagnosis),
- Điều khiển từ xa (remote control),
- Quản lý về bảo dưỡng (maintenance management) ...

### Ví dụ: Cấu trúc lại mạch vòng



## Ví dụ một hệ thống được giám sát và điều khiển từ xa

