

## Chương 8

# GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG SCADA

### 8.1. Khái niệm về tương tác giữa người và máy (TNM) :

Đây là khái niệm tương đối mới về mối quan hệ qua lại giữa người vận hành và hệ thống điều khiển xung quanh trong quá trình điều phối vận hành hệ thống điện, đặc biệt là giữa người và máy tính. Để điều hành tốt hệ thống điện cần tạo ra sự tương thích hoàn toàn giữa con người và máy tính. Điều này đặc biệt quan trọng trong các chế độ sự cố chỉ trong thời gian rất ngắn, nhân viên vận hành phải hiểu được tình huống đã xảy ra và chọn lọc ra được các thông tin quan trọng nhất trong vô số các thông tin đưa đến bàn điều khiển đồng thời dễ dàng thao tác khắc phục sự cố.

#### 1) Thể hiện sơ đồ lưới điện:

Có hai phương pháp thể hiện sơ đồ lưới điện xuất phát từ nhu cầu thực tế khác nhau :

- + Thể hiện kiểu sơ đồ kết dây để điều khiển từ xa. Đây là phương pháp thể hiện đơn giản và rõ ràng, cho phép người điều hành phân tích nhanh chóng và chính xác tình trạng lưới điện, thao tác các thiết bị điều khiển từ xa và ghi lại các thao tác của thiết bị dùng tay.

Cách thể hiện này cho phép hiển thị các đầu cung cấp và tổ hợp lưới phân phối dưới dạng sơ đồ có kích thước lớn. Nó liên quan đến hầu hết các thao tác của người điều hành. Kiểu sơ đồ này còn có thể bổ sung các thông số chi tiết của các trạm dưới dạng sơ đồ thứ hai trên cùng sơ đồ trên với thông tin phong phú hơn và được phóng to thu nhỏ với tỉ lệ theo yêu cầu.

- + Thể hiện kiểu địa đồ cho các đội sửa chữa. Nó cho phép người điều hành hướng dẫn các đội sửa chữa thực hiện các chuyển công tác trên vùng lãnh thổ. Khi đó lưới điện sẽ được xây dựng theo các tọa độ địa lý cho nó có thể làm việc kết hợp với bản đồ. Điều này cho phép xử lý nhanh các sự cố và giảm thời gian cắt điện.

## 2) Các chức năng của TNM:

Chức năng hàng đầu của TNM là hiển thị tình trạng lưới điện và giúp cho người điều hành hiểu được thao tác cần phải tiến hành. Các chức năng này gồm có:

**a) Chức năng định hướng:** Cung cấp các khả năng định hướng bằng cách đưa ra sơ đồ toàn cảnh của lưới điện.

### b) Chức năng phân tầng thông tin:

Các sơ đồ lưới điện chia thành các tầng, trên đó sắp xếp các phần tử tĩnh và động và chúng có thể được cập nhật liên tục. Như vậy có thể được hiển thị hoặc không hiển thị một tầng hoặc nhóm các tầng tùy theo yêu cầu truy nhập thông tin liên quan.

### c) Chức năng tô màu các động thái của lưới:

Sự kết nối của lưới điện được miêu tả chính xác bằng các màu sắc tương ứng với động thái có thể cho phép tổng hợp được trạng thái thực tế của lưới điện. Các hình ảnh trên màn hình có thể cho phép hiển thị :

- + Các phần tử của lưới không được cung cấp nguồn;
- + Các nút giới hạn bởi hai xuất tuyến;
- + Vùng của một lưới được cấp điện bởi máy biến áp;

...

### d) Nguyên tắc gây chú ý khi có sự kiện:

Khi có biến đổi nào đó trong lưới cần gây chú ý cho người sử dụng, người ta thường dùng thủ thuật ánh sáng hoặc âm thanh. Thủ thuật ánh sáng có thể là sự thay đổi màu của phần tử lưới với sự chớp nháy trong khoảng thời gian nào đó kèm theo là sự báo động. Thủ thuật âm thanh thường sử dụng âm thanh ngắt quãng có tần số cao trong dải tần số nghe thấy được để gây chú ý đến người vận hành.

## 3) Các sơ đồ của lưới:

Các nguyên tắc của sơ đồ: Các sơ đồ của lưới có thể cùng được nhìn thấy trên một vài cửa sổ của màn hình điều hành. Các quá trình xảy ra trên sơ đồ thể hiện một cách đồng thời. Các phần tử của sơ đồ có thể là các đối

tượng tĩnh hoặc động. Khi thiết kế sơ đồ trên màn hình cần phải chú ý đến sự biến đổi trạng thái rất mạnh của nó.

Phương thức kết nối sơ đồ: Mô tả cách nối điện giữa các phân tử của hệ thống, số lượng các điểm kết nối. Nó xác định một đường dây, một thanh cái, một đầu dây hở hoặc một điểm nối v.v...

Các thông số điện: Là các dữ liệu không thể thiếu trong các tính toán về điện (tổng trở, trở kháng của phân tử, công suất tác dụng và phản kháng, dòng điện, điện áp...)

Các thông tin về hệ thống : Chúng có thể là thông tin từ các RTU truyền tới hoặc là các kết quả tính toán, hay vị trí đóng cắt của các máy cắt, dao cách ly v.v...

#### **4) Tạo và thay đổi sơ đồ:**

TNM cần phải có chức năng này để bổ sung các phân tử mới của lưới điện (đường dây, MBA , máy cắt, dao cách ly mới...).

## **8.2. Một số các nguyên tắc cơ bản trong các hệ thống SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)**

### **8.2.1. Khái niệm chung:**

Trong hệ thống điện có những khu vực thỉnh thoảng mới cần phải thực hiện các thao tác như đóng mở máy cắt, nhưng chi phí để duy trì nhân viên vận hành tại chỗ lại tỏ ra không hợp lý. Ngoài ra việc chậm trễ khi cử nhân viên kỹ thuật đến địa bàn khi xảy ra sự cố có thể kéo dài thời gian khắc phục sự cố và làm giảm chất lượng phục vụ khách hàng. Khả năng thực hiện các thao tác vận hành từ xa, cũng như việc đảm bảo cho các thao tác đó đúng theo yêu cầu cho phép tiết kiệm được nhiều chi phí trong vận hành hệ thống điện.

Từ những nguyên nhân chính đó hệ thống SCADA đã phát triển. Các hệ thống SCADA có khả năng thực hiện các thao tác đo lường, điều khiển từ xa, truyền dữ liệu và báo cáo lại với trung tâm điều hành kết quả thực hiện thao tác. Hệ thống SCADA tỏ ra là phương tiện hỗ trợ rất hiệu quả và kinh tế trong vận hành hệ thống điện, góp phần trợ giúp đắc lực cho các nhân viên vận hành.

### 8.2.2. Điều khiển và giám sát:

Thuật ngữ điều khiển giám sát thường được dùng để chỉ vận hành từ xa (điều khiển) các trang bị điện như động cơ hoặc máy cắt và việc thông tin ngược trở lại (giám sát) để chứng tỏ rằng thao tác yêu cầu đã được thực hiện đúng. Trong các thời kỳ đầu của việc vận hành hệ thống điện việc giám sát được thực hiện bằng các đèn báo xanh, đỏ. Khi một thao tác như mở máy cắt được thực hiện bằng điều khiển từ xa, sự thay đổi từ đèn đỏ sang đèn xanh tại trung tâm điều hành sẽ xác định rằng thao tác đã thực hiện thành công.

Tại trung tâm điều hành hệ thống SCADA sẽ thực hiện việc truyền tín hiệu thông tin quét tuần tự các trạm biến áp ở xa. Các trạm biến áp được trang bị các thiết bị đầu cuối giám sát từ xa RTU (Remote Terminal Unit) cho phép trung tâm điều hành có thể điều khiển trạm biến áp thông qua nó. Hơn nữa các RTU cũng có thể thông báo lại cho trung tâm điều hành các thao tác đã được thực hiện cũng như các thông số chế độ như dòng điện, điện áp, công suất tác dụng, công suất phản kháng và thông số trạng thái của các phần tử như trạng thái đóng hay mở của máy cắt, nhiệt độ dầu của MBA... và nhiều đại lượng khác cần giám sát.

Để giảm bớt số lượng dữ liệu truyền giữa các trạm biến áp ở xa và trung tâm điều hành, dữ liệu chỉ được truyền khi chúng thay đổi hoặc rơi ra ngoài vùng giới hạn cho trước.

Trong hầu hết các hệ thống như vậy, thiết bị chủ của trung tâm điều hành sẽ lần lượt quét các thiết bị đầu cuối ở xa RTU bằng cách gửi một thông báo ngắn tới từng RTU để xem mỗi RTU có vấn đề gì phải báo cáo. Nếu có, RTU sẽ gửi thông báo ngược lại cho thiết bị chủ và dữ liệu nhận được sẽ lưu trữ trong bộ nhớ của máy tính. Nếu cần, một tín hiệu điều khiển sẽ được gửi tới RTU đang xét và các thông báo hoặc tín hiệu cảnh báo sẽ được máy in của thiết bị chủ in ra hoặc được hiển thị trên màn hình kiểu tivi (CRT) hay màn hình tinh thể lỏng. Phần lớn các hệ thống có chu trình quét tất cả các RTU được thực hiện trong khoảng vài giây. Tuy nhiên trong trường hợp sự cố một trạm nào đó, thông báo sẽ được gửi từ RTU ở đây về máy chủ, quá trình quét bình thường sẽ bị dừng lại trong thời gian đủ để thiết bị nhận được thông báo và phát tín hiệu cảnh báo sao cho người vận hành có thể phản ứng tức thì. Khi có bất kỳ sự kiện thay đổi trạng thái nào ở

tất cả các trạm được trang bị RTU, thông tin sẽ được truyền về trung tâm điều hành trong thời gian ngắn. Như vậy trung tâm điều hành luôn được cung cấp những thông tin mới nhất về tình trạng hệ thống điện.

Hầu hết các hệ thống điều khiển giám sát đều được trang bị máy tính. Thiết bị chủ thực chất là một máy tính số có khả năng chuyển tín hiệu tới RTU và nhận thông tin từ chúng. Thông tin nhận được hiển thị lên màn hình hoặc được in ra các bản báo cáo.

### **8.2.3. Kênh thông tin cho hệ thống SCADA :**

Các hệ thống SCADA bao gồm một trạm chính (trung tâm điều hành), các RTU và một vài tuyến thông tin liên lạc giữa thiết bị chủ tại trạm chính với các thiết bị đầu cuối RTU. Đường dây thông tin có thể là đường dây điện thoại, tuyến cáp quang, kênh viba hoặc kênh tải ba. Bất kỳ một đường thông tin nào có tỉ số tín hiệu/ nhiễu (S/N) đủ lớn và có dải tần đủ cho tốc độ truyền của tín hiệu số đều có thể sử dụng được.

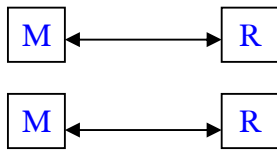
Các tốc độ truyền tín hiệu cao hơn đòi hỏi phải mở rộng dải tần của kênh truyền dữ liệu. Trong một số trường hợp kênh truyền tín hiệu điện thoại bình thường với dải tần từ  $300 \div 3400$  Hz là hoàn toàn thỏa mãn.

Đối với việc truyền dữ liệu số, hiện nay người ta sử dụng rộng rãi cáp quang. Tốc độ truyền tín hiệu số được đo bằng bit/s (còn gọi là baud). Tốc độ truyền có thể đạt tới 19200 baud, còn bình thường người ta thường sử dụng tốc độ truyền từ 600 đến 9600 baud.

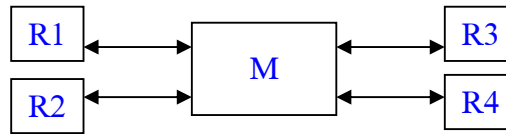
Kênh thông tin có tầm quan trọng đặc biệt đối với hệ thống SCADA. Trong hệ thống SCADA, độ tin cậy của cả hệ thống thường phụ thuộc vào chất lượng kênh thông tin vì đây là bộ phận có hệ số tin cậy thấp nhất trong hệ thống. Hệ thống SCADA không thể làm việc bình thường nếu thiếu kênh thông tin tin cậy và đủ mạnh.

### **8.2.4. Các dạng hệ thống SCADA :**

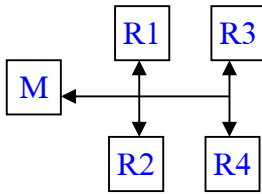
Hệ thống SCADA bao gồm thiết bị chủ và RTU. Trên thực tế có một số cấu trúc mạng SCADA được sử dụng, và dạng được chọn sẽ xuất phát từ yêu cầu của hệ thống, khả năng truyền tin và yếu tố giá thành. Sau đây là một số sơ đồ cấu trúc mạng dùng trong hệ thống SCADA.



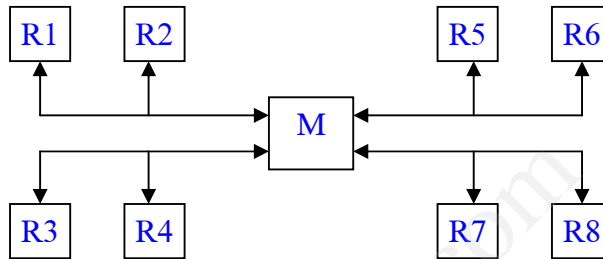
Hình 8.1a



Hình 8.1b



Hình 8.1c



Hình 8.1d

Ký hiệu:

Thiết bị chủ (Master gọi tắt là M) ; Thiết bị ở xa (Remote gọi tắt là R) ;

+ Hình a: mỗi thiết bị chủ phục vụ trực tiếp một phần tử xa theo một kênh thông tin riêng biệt.

+ Hình b: là hệ thống hình sao, với một thiết bị chủ phục vụ vài thiết bị ở xa, nhưng mỗi thiết bị ở xa sử dụng một kênh thông tin riêng biệt.

+ Hình c: là sơ đồ nối mạng kiểu dây theo nhóm, với một kênh thông tin phục vụ vài thiết bị ở xa.

+ Hình d: là sơ đồ kết hợp giữa mạng hình sao và dây theo nhóm.

### 8.2.5. Tổng quan về các thiết bị chính trong hệ thống SCADA:

**a) Thiết bị chủ** của hệ thống giám sát là hạt nhân của hệ thống này. Tất cả các thao tác với RTU do người điều hành thực hiện đều thông qua thiết bị này và được các RTU báo cáo lại cho nó. Bộ phận cho phép liên lạc giữa thiết bị chủ và RTU là Modem dùng để chuyển đổi các tín hiệu số của máy tính thành dạng có thể phát và thu qua kênh thông tin.

#### **b) Các thiết bị phục vụ bao gồm :**

+ Bàn điều khiển với máy vi tính có trang bị phần mềm quản lý việc trao đổi thông tin, cơ sở dữ liệu và các dạng thông tin sơ đồ.

- + Các cửa sổ thông tin cảnh báo và điều khiển trên màn hình.
- + Bàn phím và máy in.

Hệ thống điện cần giám sát được hiển thị trên màn hình máy tính dựa theo nguyên tắc TNM như đã trình bày. Thông tin gửi đến thiết bị chủ được lưu trữ trong các thiết bị nhớ thông tin như đĩa cứng, băng từ, hoặc hiển thị trên màn hình, trên bộ hiển thị số (kiểu 7 thanh) hoặc các đồng hồ chỉ kim. Việc tái tạo tín hiệu tương tự được thực hiện bằng bộ chuyển đổi D/A.

### **c) Các thiết bị xa có chức năng giám sát (RTU):**

Các thiết bị xa của hệ thống giám sát được đặt tại các trạm biến áp, được nối dây để thực hiện chức năng nhất định. Trong các RTU hiện đại có trang bị các bộ vi xử lý với bộ nhớ và khả năng suy luận logic. RTU có thể thực hiện được một vài thao tác mà không cần chỉ thị của thiết bị chủ. Ngoài ra RTU có thể điều khiển một số thiết bị tại chỗ khác như bộ điều khiển logic khả trình (PLC).

Các sơ đồ đo lường trong RTU chuyển đổi các tín hiệu tương tự như dòng điện, điện áp, công suất tác dụng v.v... thành dòng điện hay điện áp một chiều tỉ lệ với đại lượng cần đo và nhờ các bộ chuyển đổi tương tự - số (A/D) chuyển thành dạng tín hiệu số để chuyển về thiết bị chủ thông qua các môđem.

Một số các RTU được trang bị chức năng ghi nhận sự kiện. Sự kiện có thể là sự cố, một thao tác vận hành hay trạng thái làm việc nhiễu loạn của trang thiết bị. Thường chức năng ghi nhận sự kiện là ghi lại các thông số trang thiết bị khi có sự cố.

### **8.2.6. Nhật ký vận hành với hệ thống SCADA :**

Ngoài chức năng điều khiển và giám sát, hệ thống SCADA có khả năng ghi lại nhật ký vận hành và trạng thái của lưới mà nó có nhiệm vụ theo dõi. Nhật ký vận hành có thể bao gồm thời gian xảy ra sự kiện, trạng thái của trang thiết bị, tổng điện năng tiêu thụ v.v...

### 8.3. Cấu trúc và chức năng của các hệ thống SCADA/EMS

SCADA/EMS (Supervisory Control And Data Acquisition/Energy Management System) : Là hệ thống giám sát điều khiển và thu thập dữ liệu / Hệ thống quản lý năng lượng.

Hệ thống SCADA có thể phân chia thành nhiều dạng tùy thuộc việc xây dựng trên quy mô của hệ thống năng lượng, theo đó kết cấu của hệ thống SCADA có thể lớn hay nhỏ, đơn giản hay phức tạp.

Cấu trúc của một hệ thống SCADA thường bao gồm 3 phần chính:

**Hardware (Phần cứng):** gồm các máy tính, các thiết bị đầu cuối RTU, các thiết bị giao diện với người sử dụng, các thiết bị giao diện thông tin ...

**Software (Phần mềm):** Bao gồm các phần mềm hệ thống, phần mềm trợ giúp, phần mềm ứng dụng,...

**Support (Phần hỗ trợ):** Sử dụng để kiến tạo sơ đồ hệ thống, trợ giúp tình trạng sự cố hệ thống...

Chức năng của hệ thống scada/ EMS bao gồm:

**Tiền điều độ (Pre-Dispatch) :**

- Dự báo phụ tải.
- Phương thức vận hành hiện tại.
- Phân tích hệ thống để nghiên cứu.
- Điều độ thời gian thực (Real-time Dispatch).

**Điều độ: (Dispatch)**

- Thu thập và chuyển đổi dữ liệu.
- Giám sát điều khiển.
- Đánh dấu (Tagging).
- Xử lý dữ liệu.
- Hệ thống thông tin quá khứ.

**Giao diện người sử dụng:**

- Xử lý các tín hiệu và dữ kiện.

- Biểu thị xu hướng.
- Hệ thống phóng hình.
- Các hiển thị màn hình.

**Phân tích hệ thống thời gian thực:**

- Mô hình hệ thống.
- Tính trạng thái hệ thống.
- Điều khiển trào lưu công suất theo thời gian thực.

**Điều độ tiếp sau (Post-Dispatch):**

Kế toán năng lượng.

**Mô phỏng đào tạo điều độ viên (Dispatch-Training Simulator):**

**8.3.1. Cấu hình phần cứng của hệ thống SCADA:**

**Tại trạm chủ (trung tâm điều khiển):**

**HOST-COMPUTER:** Là máy tính chuyên dụng đặc biệt có cấu hình mạnh, tính năng kỹ thuật đòi hỏi cao, là bộ xử lý chính của hệ thống SCADA. HOST-COMPUTER thường gồm ít nhất 2 chiếc, 1 HOST-COMPUTER chính thực hiện các chức năng trong thời gian thực, 1 có nhiệm vụ dự phòng, sẽ hoạt động khi HOST-COMPUTER chính nghỉ do sự cố hay để bảo dưỡng.

**OPERATOR CONSOLE:** Bảng điều khiển, cho phép người điều hành giao tiếp với hệ thống SCADA, thường lắp đặt hai bảng, 1 để điều độ viên trực tiếp điều khiển (theo dõi và tương tác với hệ thống SCADA) và 1 dự phòng hoặc phục vụ cho mô phỏng đào tạo điều độ viên.

**PROGRAM CONSOLE:** Bảng lập trình để thiết lập giao diện người và máy, dùng cho người lập trình để thực hiện, cập nhật các chương trình phần mềm.

**LAN:** Mạng máy tính cục bộ sử dụng trong hệ thống SCADA liên kết giữa bộ xử lý chính của HOST COMPUTER với các bảng điều khiển, bảng lập trình và các thiết bị ngoại vi khác. Thông thường sử dụng cấu hình với 2 server chính và dự phòng (host, standby) và thủ tục truyền tin trên

mạng là TCP/IP protocol. Khi cần mở rộng hay liên kết với những hệ thống khác sử dụng mạng máy tính diện rộng WAN để kết nối nhiều mạng LAN.

**COMMUNICATION EQUIPMENTS:** Các thiết bị thông tin bao gồm các Server liên lạc nhiều cổng, các Modem, các thiết bị tải ba PLC hay vi ba, cáp quang... để truy cập vào tất cả RTU đặt tại các trạm biến áp và các nhà máy điện, kết nối các máy in, hệ thống màn hình v.v...

Dữ liệu truyền đến mỗi RTU đặt ở mỗi trạm bao gồm các bó dữ liệu, trước khi truyền chứa các thông tin về điểm tới, đường truyền và các ký tự kiểm tra. Các thiết bị tải ba, vi ba, điện thoại ..sử dụng môi trường truyền tin như sóng vô tuyến, cáp đơn nối trực tiếp, đường điện thoại, cáp quang dùng để truyền dữ liệu giữa các trạm chủ và tất cả các RTU. Cấu hình mạng thông tin có thể sử dụng mạng vòng (Loop), mạng điểm nối điểm (Point-to-point), mạng hình tia v.v..

**LOGGING PRINTER:** Các máy in nhật ký hệ thống với yêu cầu trang in lớn, tốc độ in cao để thường xuyên ghi nhận và in các báo động và sự kiện liên tục.

**COLOR SERVER PRINTER:** Máy in Server màu phục vụ cho các việc in ấn khác như báo cáo, sơ đồ, v.v..

**REAL-TIME MASTER CLOCK:** Bộ đếm thời gian thực để đảm bảo thời gian thống nhất giữa đồng hồ chủ và các đồng hồ của Server và các trạm làm việc (Workstation).

**MIMIC BOARD:** là một màn hình lớn có dạng các block phát quang ghép, trên đó hiển thị sơ đồ lưới điện, các thông tin yêu cầu và trạng thái vận hành, nó được kết nối với mạng LAN thông qua Server liên lạc.

### **Tại các trạm biến áp và nhà máy điện:**

**RTU (Remote Terminal Units):** Các thiết bị điều khiển đầu cuối đặt tại các trạm biến áp và nhà máy điện trong hệ thống. Số lượng và dung lượng các RTU tùy thuộc vào quy mô của hệ thống điện, số lượng các thông tin cần lấy và yêu cầu lắp đặt. Các RTU bao gồm các board mạch đo lường, liên lạc vào ra I/O, rơle ngắt, Modem, nguồn phụ, ắc quy... RTU quét nhận dữ liệu đầu vào từ các tín hiệu đo lường, chỉ thị trạng thái, bảo

vệ... của thiết bị đã được khai báo và biến đổi dữ liệu đầu ra để đưa về trạm chủ và các RTU chịu sự điều khiển trực tiếp từ trạm chủ.

#### **COMMUNICATION EQUIPMENTS (Các thiết bị thông tin):**

Một trong những chức năng của hệ thống thông tin là truyền dữ liệu, thông tin giữa trạm chủ tại trung tâm điều độ và các RTU tại các trạm biến áp và nhà máy điện, có thể sử dụng tải ba PLC, cáp quang, viba, đường điện thoại... Các RTU sẽ định kỳ quét qua các dữ liệu và truyền về trạm chủ thông qua server liên lạc. Các RTUs được trạm chủ kiểm tra tuần hoàn một cách tự động, theo chu kỳ được định ra.

**Các thiết bị khác:** Ngoài các thiết bị trên có thể có một số thiết bị bổ sung để phục vụ cho các mục đích sử dụng khác như kết nối nhiều hệ thống SCADA, liên hệ giữa trung tâm điều khiển và các bộ phận liên quan khác...

#### **8.3.2. Cấu hình phần mềm của hệ thống SCADA:**

Phần mềm hệ thống SCADA thường đi kèm với thiết bị do nhà thầu cung cấp.

##### **1) Phần mềm hệ điều hành:**

Thông thường hay sử dụng Digital UNIX, WIN95 hay WINNT. Trong đó phổ biến nhất là hệ Digital UNIX, đó là hệ điều hành tương tác, sử dụng bộ nhớ ảo, phân chia thời gian cho phép nhiều người độc lập dùng máy tính cùng một lúc...

##### **2) Phần mềm ứng dụng cơ bản:**

###### **a) Giám sát điều khiển và thu thập dữ liệu:**

Chương trình giám sát điều khiển và thu thập dữ liệu thời gian thực được xây dựng trên cơ sở các dữ liệu liên quan, được thiết kế cho các ứng dụng thời gian thực. Chương trình thực hiện việc quét và chỉ báo toàn bộ các dữ liệu. Chương trình là hạt nhân để thực hiện các chức năng cơ bản của hệ thống SCADA. Chương trình còn có các giao diện cho người điều hành với hệ thống SCADA.

Chương trình còn có hệ thống mở rộng quản lý dữ liệu liên quan, gồm các dữ liệu ghi nhận trong quá khứ và dữ liệu hiện tại. Các chức năng của chương trình bao gồm việc thu thập, lưu trữ, quản lý, phân tích, sắp

xếp.. các thông tin dữ liệu quá khứ, quản lý việc xử lý, vẽ đồ thị xu hướng phụ tải hệ thống và tổng hợp báo cáo.

Để tăng khả năng truyền tải, chương trình còn có cơ chế cho phép 2 xử lý truyền đến cùng một CPU hay trên mạng. Chương trình còn cho phép thực hiện tính toán và điều khiển một cách dễ dàng, cho phép người sử dụng truy tìm, tra vấn dữ liệu một cách nhanh chóng.

### **b) Giao diện người-máy (Man Machine Interface):**

**Console:** Bàn giao tiếp giữa người và hệ thống máy tính, bao gồm màn hình, bàn phím, con chuột. Chức năng của mỗi Console phụ thuộc vào tên người sử dụng đăng ký vào mạng.

**Cursor and Keyboard (con trỏ và bàn phím):** các chức năng tiêu biểu được điều khiển bằng con chuột và các nút nhấn trên màn hình. Các cửa sổ thực đơn được dùng theo yêu cầu lựa chọn điều khiển phù hợp. Con trỏ màn hình thay đổi tương ứng với các thao tác khi chọn lệnh sử dụng.

**Display Description (Mô tả các hiển thị):** Bao gồm các hiển thị tổng quát của tín hiệu báo động, cơ sở dữ liệu nhập vào...

**Display Types (Các dạng hiển thị):** Gồm màn hình hay cửa sổ văn bản hoặc đồ họa. Một số các cửa sổ luôn luôn được tạo sẵn cho hệ thống dành để tham khảo cho người điều hành. Những cửa sổ này có thể hiển thị dạng văn bản, dạng đồ họa hay cho cả hai.

**Display Update (Cập nhật các hiển thị):** Hệ thống sẽ tự động cập nhật các hiển thị, nó đòi hỏi mỗi một vùng động trong cửa sổ phải được định nghĩa như là một giá trị lưu của nó trong cơ sở dữ liệu, thông tin được cập nhật vào tính theo giây. Ví dụ: Các số liệu về điện áp, công suất ... sẽ thay đổi liên tục khi hiển thị.

**Supervisory Control Procedure (Thủ tục điều khiển giám sát):** Hệ thống SCADA cung cấp nhiều dạng điều khiển, trong đó hai dạng chính là đầu ra điều khiển Analog và đầu ra điều khiển Digital. Đầu ra điều khiển Digital có thể dùng cho việc điều khiển các thiết bị hai trạng thái (như là trạng thái ON/OFF của máy cắt, DCL). Điều khiển một thiết bị nào đó gắn liền với các thao tác bấm vào biểu tượng đồ họa biểu diễn trên thiết bị đó, bấm các phím lệnh điều khiển trên thực đơn của panel điều khiển,

bấm phím thi hành lệnh... Như vậy việc điều khiển thao tác thiết bị, chỉnh định role,...có thể được thực hiện tại bảng điều khiển trung tâm.

**Manual Replacement Procedure (Thủ tục thay thế dữ liệu vào bằng tay):** Trong cơ sở dữ liệu, dữ liệu thời gian thực có thể thay thế được khi thiết bị đặt ở chế độ bằng tay. Trong trường hợp mất liên lạc với thiết bị, thủ tục này cho phép đưa dữ liệu nhập vào bằng tay để làm giá trị tạm thời của thiết bị cho đến khi thiết bị có thể được quét trở lại. Bất kỳ các dữ liệu nhập bằng tay nào cũng sẽ được phản ánh không những cho các tham số được khai báo mà còn cho các tính toán phụ thuộc vào các tham số này.

**Tagging Procedure (Thủ tục đánh dấu):** chức năng này giúp ngăn chặn việc điều khiển thiết bị. Những thao tác điều khiển kéo theo việc gửi đi các lệnh (như đóng, cắt máy cắt...) đến thiết bị và chức năng đánh dấu cho phép ta ngăn chặn những mệnh lệnh đó. Ví dụ như khi thao tác đưa thiết bị ra sửa chữa, sau khi dùng lệnh cắt một thiết bị, ta phải đánh dấu để đảm bảo không ai có thể đóng lại thiết bị đó khi có người đang công tác. Sau khi công tác xong ta có thể xóa bỏ việc đánh dấu để đóng thiết bị vào vận hành. Chức năng này cho phép đánh dấu, xóa bỏ và hiển thị các Tag đánh dấu lên màn hình đối với một thiết bị chỉ định hay thiết bị chịu ảnh hưởng bởi công việc được chỉ định tuần tự.

**Data Input Procedure (Thủ tục nhập dữ liệu):** Dữ liệu được nhập vào trong hệ thống có thể là dữ liệu nhập bằng tay. Cơ sở dữ liệu sẽ liên kết với các điểm động trong các hiển thị và các thủ tục điều khiển tính toán.

**Displays (Các hiển thị):** các hiển thị trong hệ thống được trình bày dưới dạng bảng như là bảng tổng quát về chỉ báo, sự kiện, Tag đánh dấu, danh sách các số liệu đặc trưng...Người sử dụng có thể thêm vào các bảng hiển thị khác.

**Screen Printing (In ấn màn hình):** Màn hình của hệ thống có thể được in ra bằng máy in hệ thống.

**CRT Trending (Biểu thị xu hướng phụ tải hệ thống trên thiết bị màn hình):** Biểu thị xu hướng phụ tải hệ thống có thể xuất hiện ở bất kỳ cửa sổ nào đã được chỉ định. Có đến 4 đặc tính được biểu thị trên cùng một khối biểu thị xu hướng đơn giản. Biểu thị xu hướng có thể là *thời gian thực* hay *quá khứ*. Các biểu thị xu hướng phụ tải hệ thống thường là các đặc tính  $I(t)$ ,  $U(t)$ ,  $P(t)$ ,  $Q(t)$ ,... thời gian thực hay trong quá khứ.

**c) Nhật ký báo cáo (Log and Reports):**

Nhật ký sự kiện được gói gọn trong các thông tin nhắc được in ra tự động trên các máy in nhật ký khi chúng xuất hiện. Mục đích của các nhật ký sự kiện là cung cấp một hồ sơ in của các báo động và sự kiện quan trọng trong hệ thống. Một số các dạng sự kiện được ghi nhận thường xuyên là :

- Khởi động và dừng hệ thống SCADA.
- Các báo động.
- Khởi đầu của lệnh điều khiển.
- Lỗi phạm phải trong việc thực thi lệnh điều khiển.
- Lỗi thông tin điều khiển xa và việc phục hồi.
- Thâm nhập vào và ra khỏi hệ thống của các trạm làm việc (Workstation).
- Nhập dữ liệu bằng tay.
- Các tín hiệu báo động.
- Các tag đánh dấu.
- Các điều kiện dò lỗi hệ thống.

Việc báo cáo có thể thực hiện bằng tay hay tự động. Có thể xây dựng các mẫu báo cáo riêng in ra tự động hoặc theo một kiểu quy định tùy chọn trước.

**d) Xử lý các tín hiệu báo động (Alarm processing):**

Các cảnh báo được hiển thị dưới nhiều hình thức, bao gồm việc phát sáng các điểm cần báo trên màn hình, các cảnh báo được in ra hay được hiển thị, các âm thanh báo động hay sự biến đổi màu sắc... Khi một thiết bị ở trạng thái báo động thì biểu tượng đồ họa của nó nhấp nháy sáng và chuyển sang màu của cảnh báo hay có kèm theo âm thanh báo động. Bản thông tin cảnh báo sẽ hiển thị tất cả các cảnh báo theo một thứ tự sắp xếp. Người sử dụng có thể thay đổi, thêm vào hay xóa đi các cảnh báo trong bảng thông tin các cảnh báo. Các cảnh báo được phân chia sắp xếp theo từng cấp, từng nhóm tùy theo mức độ ưu tiên của các cảnh báo. Việc hiển thị các cảnh báo được điều khiển bởi Username và password của riêng từng người điều hành.

Một số các dạng các cảnh báo được hệ thống dò phát hiện :

- Các cảnh báo của máy tính chủ:
  - Mức dự phòng đĩa thấp.

- Lỗi hư hỏng.
- Các cảnh báo của hệ thống thông tin:
- Lỗi truyền thông tin.
- Các cảnh báo của thiết bị:
- Giới hạn kiểm tra cao / thấp
- Chuyển về trạng thái bình thường.
- Mức độ thay đổi tăng/ giảm.
- Thay đổi trạng thái không theo lệnh điều khiển .
- Lỗi lệnh điều khiển.
- Sự sai lệch kế hoạch.
- ...

**d) Chương trình tính toán và điều khiển (Calculation and Control Program):**

Chương trình cho phép thực hiện điều khiển và tính toán kết hợp với các dữ liệu.

Các lệnh của chương trình như là hiện hành/ không hiện hành, dữ liệu thời gian thực/ dữ liệu nhập bằng tay, điều khiển bằng tay/ điều khiển mặc định, bắt đầu/ kết thúc, cảnh báo cấm/ cảnh báo cho phép, sự kiện cấm / sự kiện cho phép... Chương trình còn bao gồm một số các tập lệnh về khai báo biến, khai dạng dữ liệu, khai báo các thủ tục, các hàm chức năng, các hàm quy định giao diện, tính toán điều khiển...

**e) Xử lý dữ liệu quá khứ (Historical Data Processing):**

Quá khứ dài hạn được thu thập từ cơ sở dữ liệu thời gian thực và được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu quá khứ. Chức năng này xuất hiện mỗi lần một phút theo một vòng lặp thông qua cơ sở dữ liệu để kiểm tra giá trị thời gian thực đúng và việc thu thập dữ liệu này được định hướng theo thời gian.

Các bảng dữ liệu quá khứ này có thể sửa đổi để phù hợp với yêu cầu người sử dụng.

**f) Công cụ phục vụ cho cơ sở dữ liệu (Database Maintenance Tool):**

Các công cụ này cho phép người điều hành tạo, sửa, xóa các cơ sở dữ liệu, thời gian thực được chỉ định và sửa đổi quản lý lưu trữ đĩa cho tất cả cơ sở dữ liệu quá khứ.

**3) Các phần mềm ứng dụng nâng cao bổ sung của SCADA:**

Một số phần mềm ứng dụng nâng cao khác được thêm vào cho hệ thống SCADA (APAS -Advanced Power Application Software), bao gồm chương trình quản lý năng lượng EMS (Energy Management System), chương trình điều khiển sản xuất tự động (Automatic generation control), điều độ kinh tế (Economic dispatch), lựa chọn và phân tích sự cố, tính toán trào lưu công suất, tính ngắn mạch, phân tích ổn định hệ thống, mô phỏng đào tạo điều độ viên...

**8.3.3. Các chức năng cơ bản của hệ thống SCADA:**

**1) Chức năng giám sát (Supervision):**

Chức năng này cho phép người điều hành quan sát liên tục quá trình làm việc của thiết bị.

**a. Chỉ thị trạng thái và sự cố (Status and fault indication):**

Trạng thái thiết bị và sự cố được hiển thị bằng các biểu tượng màu sắc thay đổi. Trong trường hợp thay đổi trạng thái không tuân theo lệnh điều khiển, những trạng thái liên quan hay các chỉ báo sự cố được chiếu sáng lên nhấp nháy và các báo động bằng âm thanh, bằng câu nhắc cảnh báo sẽ xuất hiện trên consoles điều khiển.

**b. Chỉ thị các giá trị đo lường (Measured value indication) :**

Các giá trị đo lường như là điện áp, dòng điện, công suất...được chỉ báo bằng các con số. Mỗi giá trị đo lường có thể được so sánh với các giá trị kiểm tra cao hay thấp. Trong trường hợp giá trị đo lường vượt quá một giới hạn đặt thì chỉ thị giá trị đo lường liên quan được sáng nhấp nháy và các báo động bằng âm thanh, bằng câu nhắc cảnh báo sẽ xuất hiện trên consoles điều khiển.

## 2) Chức năng điều khiển (Control):

Chức năng này cho phép điều hành các thiết bị và giám sát mức độ thành công hay thất bại của mệnh lệnh trên consoles điều khiển.

Việc điều khiển được thực thi bằng hệ thống "Chọn lựa trước, điều khiển sau" để ngăn chặn việc điều khiển không đúng. Việc điều khiển cho hệ thống này được xử lý theo các bước sau :

- a. Chọn lựa biểu tượng thiết bị trên consoles điều khiển.
- b. Chọn lựa các phím bấm chức năng trên consoles điều khiển.

Và sau đó lệnh điều khiển được đánh dấu bằng việc lựa chọn nút nhấn EXECUTE trên consoles điều khiển.

## 3) Đánh dấu (Tagging):

Chức năng này cho phép người điều hành ngăn cản việc điều khiển một thiết bị khi thiết bị đó được đưa ra sửa chữa hay đang công tác.

## 4) Dữ kiện ưu tiên (Overriding Data) :

Chức năng này cho phép người điều hành đặt ưu tiên giá trị đo lường và trạng thái thiết bị trên consoles điều khiển, là đặt chế độ thiết bị ở thời gian thực hay bằng tay.

Ở chế độ thời gian thực, cho phép việc thu thập dữ liệu từ các thiết bị điều khiển đầu cuối.

Ở chế độ bằng tay, việc thu thập dữ liệu từ các thiết bị điều khiển đầu cuối không được cho phép.

Người điều hành có thể đặt ưu tiên cho giá trị đo lường và trạng thái thiết bị ở chế độ bằng tay khi sự truyền tin với các thiết bị điều khiển đầu cuối bị mất.

**5) Thu thập dữ liệu quá khứ (Historical Data Collection):**

Chức năng này thu thập dữ liệu tức thời từ cơ sở dữ liệu thời gian thực và hiển thị dữ liệu trong các báo cáo hay để hiển thị xu hướng dạng đồ họa.

Các dữ liệu tức thời thường được thu thập và lưu trữ qua các chu kỳ thời gian bao gồm từng giờ, từng tháng, từng năm.

Các dữ liệu tức thời, min, max, trung bình và lũy kế được lưu trữ trực tiếp trong một khoảng thời gian xác định (trong cơ sở dữ liệu quá khứ).

**6) Nhật ký sự kiện (Event Log) :**

Chức năng này cho phép người điều hành có được một thông tin về các sự cố sự kiện. Nhật ký sự kiện là một dòng nhắc được in ra tự động trên máy in nhật ký. Tất cả các nhật ký sự kiện đều được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu quá khứ.

**7) Hiển thị xu hướng phụ tải hệ thống (Trending) :**

Chức năng này cho phép người điều hành quan sát liên tục tình trạng vận hành thiết bị với các đồ thị hiển thị xu hướng (thời gian thực và quá khứ) trên màn hình điều khiển.

**8) Báo cáo (Report) :**

Chức năng này cho phép người điều hành biết được tình trạng vận hành thiết bị bằng các báo cáo cụ thể. Các báo cáo hàng ngày, hàng tháng được tự động in ra hay được in ra ở một thời gian đã được định trước trên máy in báo cáo.

**9) Trang ghi chép hệ thống (System Notepad) :**

Chức năng này cho phép người điều hành lưu lại các dữ liệu quan trọng, các thông tin và các lời nhắc để lưu ý cho người khác.

### **10) Quản lý người sử dụng (User Management) :**

Chức năng này cho phép người quản lý hệ thống quản lý công việc của mỗi người điều hành. Người quản lý hệ thống có thể dễ dàng sửa đổi hệ thống quản lý người sử dụng.

**a. Quản lý phân quyền cho người sử dụng (Management for user category) :**

Người điều hành được trao các quyền điều hành đặc biệt (như quyền chỉ xem, quyền điều khiển, quyền quản lý, quyền lập trình,...) bởi hệ thống quản lý người sử dụng.

**b. Các phạm vi làm việc tương ứng với phân quyền (Areas of responsibility) :**

Người điều hành sẽ được chỉ định một vùng làm việc tương ứng với phân quyền trên do hệ thống quản lý người sử dụng quy định và người điều hành chỉ có thể giám sát và điều khiển trong vùng chỉ định đó.

### **8.3.4. Chức năng ứng dụng nâng cao của hệ thống SCADA:**

Ngoài các chức năng cơ bản của một hệ thống SCADA với đầy đủ các thiết bị phần cứng và chương trình phần mềm nêu trên, việc bổ sung thêm phần chương trình ứng dụng nâng cao sẽ đảm bảo cho các trung tâm điều độ hoạt động như là một hệ thống quản lý năng lượng hoàn chỉnh.

Các modul ứng dụng nâng cao được thiết kế để thực hiện trong thời gian thực trực tiếp hay trong hệ thống máy tính chính. Các chương trình này sẽ sử dụng dữ liệu thời gian thực được thu thập từ hệ thống SCADA hay dữ liệu lưu trữ cục bộ trên đĩa. Các chức năng của APAS có thể gồm:

#### **1) Chức năng điều khiển sản xuất điện năng :**

Phần mềm chức năng này cho phép kỹ sư thực hiện công tác điều độ và đưa vào các vòng lặp điều khiển để điều hành sản xuất điện năng kinh tế nhất khi tính đến mức độ dự trữ của thiết bị dưới điều kiện bình thường hay khẩn cấp, bao gồm các chức năng phụ như sau :

- Tự động điều khiển sản xuất điện năng.
- Điều độ kinh tế.
- Tính toán các yếu tố bất lợi.

- Điều khiển phân bố công suất.

## **2) Chức năng giám sát an toàn :**

Đảm bảo cho kỹ sư điều hành vận hành hệ thống an toàn ở mọi lúc mà bất kỳ một sự kiện nào của hệ thống cũng sẽ không gây ra tình trạng khẩn cấp :

- Giám sát quá tải.
- Giám sát dự trữ.
- Xử lý các trạng thái hệ thống điện.
- Đánh giá trạng thái.
- Phân tích sự cố.
- Tính toán ngắn mạch.

## **3) Chức năng lập kế hoạch vận hành và thời biểu :**

Chức năng lập kế hoạch vận hành và thời biểu được cung cấp cho kỹ sư điều hành với khả năng thực hiện kế hoạch công tác trong chu kỳ đến 7 ngày gói đầu, bao gồm:

- Nghiên cứu điều độ kinh tế.
- Dự báo phụ tải ngắn hạn.
- Lập kế hoạch phân bố công suất.

## **4) Chức năng đào tạo:**

Mô phỏng để đào tạo điều độ viên trong việc điều hành hệ thống điện ở trạng thái bình thường, sự cố và khôi phục sau sự cố.

#### 8.4. Giới thiệu hệ thống SCADA của Trung tâm điều độ Hệ thống điện Quốc gia:

Trung tâm điều độ hệ thống điện quốc gia được trang bị hệ thống giám sát thu thập và xử lý dữ liệu SCADA với Trung tâm điều độ và 15 điểm là các trạm 500 KV, các nhà máy điện lớn và các trạm 220 KV lớn. Hệ thống này cung cấp cho điều độ viên các thông tin cần thiết về hệ thống điện và cho phép thực hiện các điều khiển cần thiết để đảm bảo cho hệ thống điện hoạt động an toàn và có hiệu quả.

Hệ thống SCADA của trung tâm điều độ hệ thống điện quốc gia xây dựng trên cơ sở hệ thống các thiết bị sau:

1. Hệ thống 15 thiết bị đầu cuối (Remote Terminal Unit -RTU) đặt tại các trạm biến áp và nhà máy điện trong hệ thống .
2. Hệ thống máy tính chủ đặt tại trung tâm điều khiển CC (Control Centre).
3. Các kênh thông tin tiêu chuẩn trực thông nối mỗi RTU với CC.
4. Hệ thống thông tin liên lạc.
5. Các thiết bị cấp điện: nguồn liên tục UPS và 48V DC cho hệ máy chủ, RTU và thông tin tại CC cũng như tại các trạm và nhà máy.

##### **Mô tả hoạt động chung:**

##### **1) Hệ máy tính chủ:**

Hệ máy tính chủ có các chức năng sau:

- Yêu cầu các RTU gửi thông tin về hệ thống điện.
- Yêu cầu các RTU thực hiện các lệnh điều khiển đóng, cắt các thiết bị của hệ thống điện.
- Yêu cầu các RTU chuẩn thời gian theo đồng hồ của hệ thống.
- Tạo giao tiếp người/ máy dưới dạng đồ họa, tạo môi trường để điều độ viên có thể thuận tiện thao tác trên máy.
- Trên cơ sở các thông tin thu được từ RTU, tiến hành lưu trữ, in ấn, đưa ra các cảnh báo và lập các báo cáo theo yêu cầu đã lập trên cơ sở dữ liệu.
- Quản lý các thao tác trong ca trực của điều độ viên, ai vào ca, khi nào vào ca, khi nào hết ca...

- Cho phép thực hiện các thao tác đóng - cắt, khóa, mở khóa.
- Tự chẩn đoán hỏng hóc và tự động chuyển sang làm việc trên máy dự phòng khi cần thiết.
- Thông báo các hỏng hóc của các thiết bị ngoại vi (máy in, bảng Mimic...).

## **2) RTU:**

Các RTU có các chức năng:

- Thu thập các thông tin về hệ thống điện và gửi về CC qua kênh truyền theo yêu cầu từ CC.
- Nhận các thông tin điều khiển, đồng bộ thời gian từ CC, thực hiện chúng và gửi kết quả về CC.
- Tự kiểm tra chính mình và gửi thông tin về CC.
- Quản lý truyền số liệu.

## **3) Các kênh thông tin:**

- Đây là các kênh truyền thông tin số 64 kb/s, trực tuyến (on-line), được thiết kế riêng và nằm trong tổng thể của mạng thông tin liên lạc hệ thống SCADA.
- Truyền các tín hiệu sau Modem vào mạng thông tin trao đổi thông tin giữa 15 RTU và CC.

## **4) Các thiết bị cấp điện:**

- Nguồn UPS cấp điện xoay chiều 220 VAC liên tục cho hệ máy tính chủ tại CC ngay cả khi mất điện trong thời gian tối đa 30 phút.
- Nguồn 48 VDC cấp điện một chiều liên tục cho các RTU, các thiết bị thông tin và các máy tiền xử lý. Chúng được lắp đặt tại CC các trạm và cung cấp điện liên tục ngay cả khi mất điện trong thời gian tối đa 8 giờ.

## **5) Hệ thống thông tin liên lạc:**

- Thỏa mãn các kênh thông tin trực thông cho các thiết bị bảo vệ.
- Kết nối mạng điện thoại.
- Cung cấp các đường điện thoại nóng phục vụ điều độ.