

HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT

CÁC CHỦ ĐỀ CHÍNH

- Thống nhất khái niệm
- Xây dựng cấu trúc hệ thống
- Phần mềm điều khiển giám sát
- Thiết kế giao diện người-máy
- SCADA trên nền Web

Điều khiển giám sát là gì?

- Điều khiển giám sát = Supervisory Control
 - Theo nghĩa hẹp: Tạo giá trị đặt và hiệu chỉnh các tham số cho các bộ điều khiển tự động phía dưới
 - Theo nghĩa rộng: Tất cả các chức năng điều khiển phía trên điều khiển tự động, có sự tham gia giám sát của con người
- Các chức năng điều khiển giám sát tiêu biểu:
 - Giám sát vận hành
 - Điều khiển vận hành
 - Báo cáo & báo động
 - Điều khiển cao cấp
 - Quản lý & lưu trữ dữ liệu quá trình
- Hệ thống điều khiển giám sát: Thành phần quan trọng của một hệ thống tự động hóa hiện đại

Giao diện người-máy

- HMI = Human-Machine Interface
 - Hỗ trợ giám sát và điều khiển vận hành
 - Có thể thực hiện dưới nhiều dạng khác nhau
 - Trong một hệ ĐKGS: HMI là thành phần quan trọng nhất
- MMI = Man-Machine Interface, hoặc
Manufacturing Management Information
- Các thành phần tiêu biểu:
 - Mimics (Lưu đồ công nghệ, hình ảnh máy móc,...)
 - Trends (Đồ thị thời gian thực, đồ thị quá khứ)
 - Faceplates (Mặt giao diện thiết bị)
 - Alarms (Cửa sổ báo động, trạng thái báo động)
 - Reports (Lập báo cáo tự động)

SCADA là gì?

- SCADA = Supervisory Control And Data Acquisition
- Một trong những khái niệm "mới" hiện nay trong giới công nghiệp
- Cụm từ "Supervisory Control and Data Acquisition" được sử dụng đầu tiên trong ngành điện năng tại hội nghị PICA (Power Industry Computer Applications), 1973
- Có nhiều quan điểm không thống nhất hiện nay

*"Supervisory control and data acquisition (SCADA) is a system that allows an operator to **monitor and control processes that are distributed among various remote sites**... There are four major elements to a SCADA system: the operator, master terminal unit (MTU), communications, and remote terminal unit (RTU)."*

(Boyer, Stuart, A. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition, Instrument Society of America, Research Triangle, NC. 1993)

*"(SCADA) Systems are used in industry to **monitor and control plant status and provide logging facilities.** SCADA systems are highly configurable, and usually interface to the plant via PLCs."*

(<http://www.hyperdictionary.com/dictionary/>)

*"SCADA is a **software program** that gathers **real time information for process control of equipment**. SCADA can be used in industries such as telecommunications, oil and gas refining, water and waste control and transportation. The SCADA system gathers information, for example, about the location of a leak as well as determining how critical it is. The system will also organize and process the information, displaying it for users."*

(<http://www.computeruser.com/resources/dictionary/definition.html>)

*"SCADA stands for Supervisory Control And Data Acquisition. As the name it is **not a full control system**, but rather focuses on the **supervisory level**. A **purely software package** that is positioned on top of hardware to which it in general via Programmable Logic Controllers (PLCs), or other commer modules."*

(<http://ref.cern.ch/CERN/CNL/2000/003/scada/>)

SCADA là gì?

- Theo nghĩa cổ điển:
 - Các hệ thu thập dữ liệu và giám sát tập trung từ xa,
 - Chức năng chủ yếu là quan sát, ít có điều khiển
 - Được sử dụng chủ yếu trong các hệ thống điện năng, cung cấp gas, cung cấp nước và xử lý nước thải
 - Các thiết bị phần cứng (MTU, RTU), hệ thống truyền thông được đặt lên hàng đầu.
- Theo nghĩa hiện đại:
 - Chức năng **điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu** như đúng tên gọi của nó
 - Được sử dụng trong hầu hết các lĩnh vực tự động hóa (trừ các ứng dụng phạm vi nhỏ như điều khiển nhúng, điều khiển máy móc/thiết bị đơn lẻ)
 - Trọng tâm là hệ thống phần mềm (phần mềm SCADA/HMI)

Vấn đề gây tranh cãi

- SCADA có thể điều khiển được tất cả?
 - Không! SCADA không có chức năng điều khiển tự động.
- SCADA luôn là một hệ lớn?
 - Không nhất thiết
- SCADA > DCS hay DCS > SCADA?
 - Một hệ SCADA là một HỆ ỨNG DỤNG
 - Một DCS là một SẢN PHẨM, MỘT GIẢI PHÁP ỨNG DỤNG
 - SCADA là một chức năng thành phần trong một giải pháp DCS
 - Không phải hệ SCADA nào cũng được xây dựng trên cơ sở DCS
- PLC + SCADA/HMI = DCS?
 - Một hệ điều khiển phân tán (theo nghĩa rộng) có thể xây dựng trên cơ sở PLC + SCADA/HMI
 - Tuy nhiên DCS \neq PLC + SCADA/HMI

PLC + SCADA/HMI versus DCS

	PLC + SCADA/HMI	DCS
Cơ sở dữ liệu quá trình	Thuộc riêng hệ SCADA/HMI	Chung, thống nhất toàn cục
Cơ sở dữ liệu cấu hình	Độc lập từng phần	Chung, thống nhất toàn cục
Phương pháp phát triển ứng dụng	Riêng rẽ từng phần, không liên quan tới nhau	Tích hợp toàn bộ, liên quan chặt chẽ tới nhau
I/O-Drivers, I/O-Servers	Cần thiết cho từng loại PLC và từng công cụ SCADA/HMI	Tích hợp trong hệ thống phần mềm, không cần quan tâm
Cơ chế giao tiếp cấp điều khiển giám sát	Polling là chủ yếu	Linh hoạt, có thể polling hoặc publisher/subscriber
Hệ thống cảnh báo	Cấp ĐKGS thực hiện hoàn toàn	Tạo cảnh báo dưới cấp ĐK, quản lý cảnh báo ở cấp ĐKGS
Điều khiển cao cấp	Chỉ ở cấp ĐKGS	Có thể ở cả hai cấp
Khả năng lựa chọn công cụ SCADA/HMI	Có nhiều	Không có

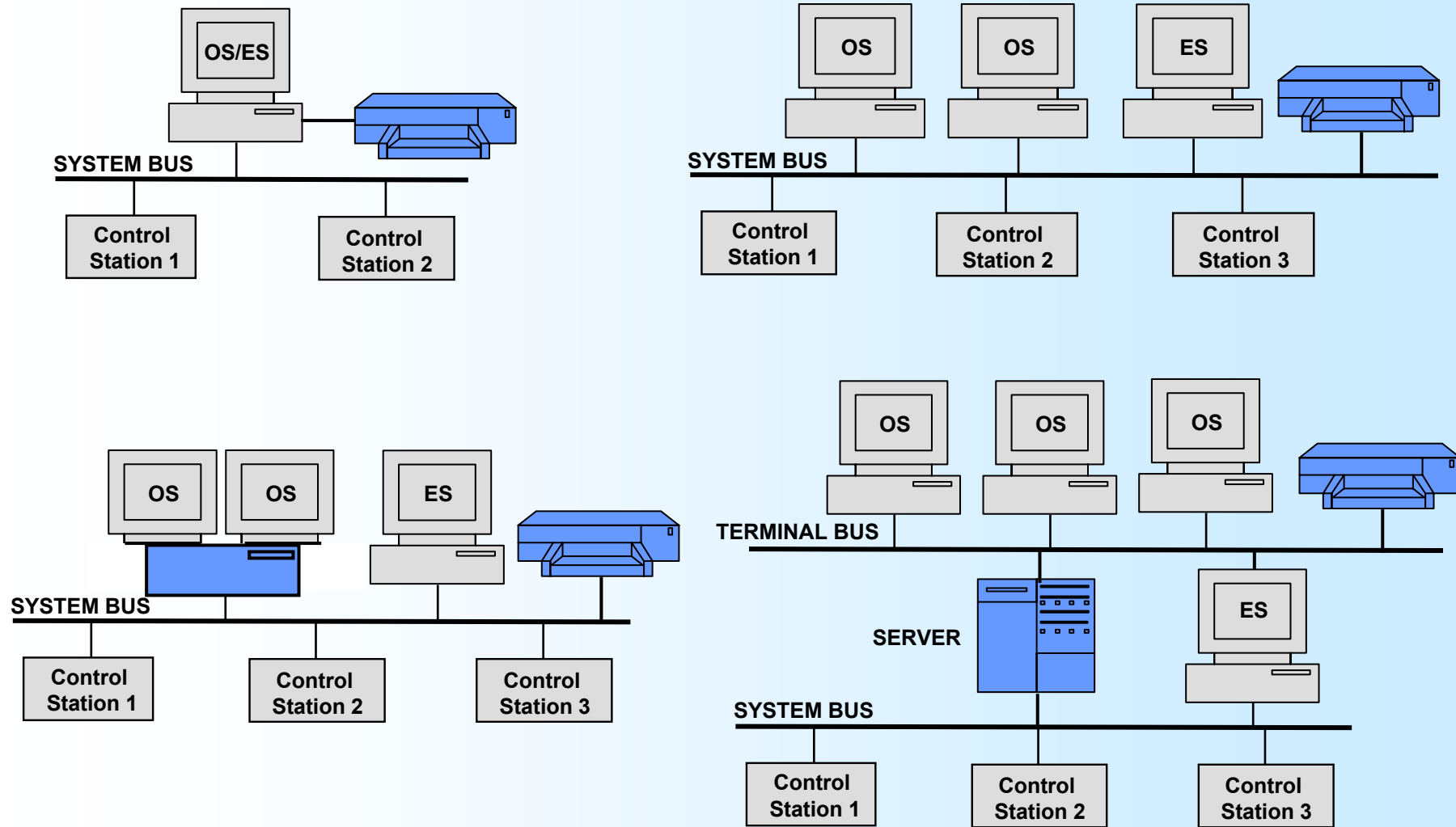
Quan điểm mới về hệ SCADA

- Trọng tâm là hệ thống phần mềm
 - Các công cụ phát triển, tạo dựng giao diện người-máy
 - Các phần mềm kết nối (I/O Drivers, I/O Servers)
 - Ứng dụng công nghệ mới (hướng đối tượng, phần mềm thành phần, Web,...)
- Kiến trúc mở
 - Khả năng tương tác, hợp tác giữa các thành phần của một hệ thống và giữa các hệ thống
 - Khả năng thay thế, mở rộng hệ thống bởi các sản phẩm do chính bản thân người sử dụng lựa chọn
 - Chuẩn hóa các giao diện quá trình --> OPC là một ví dụ tiêu biểu
 - Sử dụng máy tính cá nhân và các hệ điều hành thông dụng (ví dụ WindowsNT/2000/XP) --> giảm giá thành

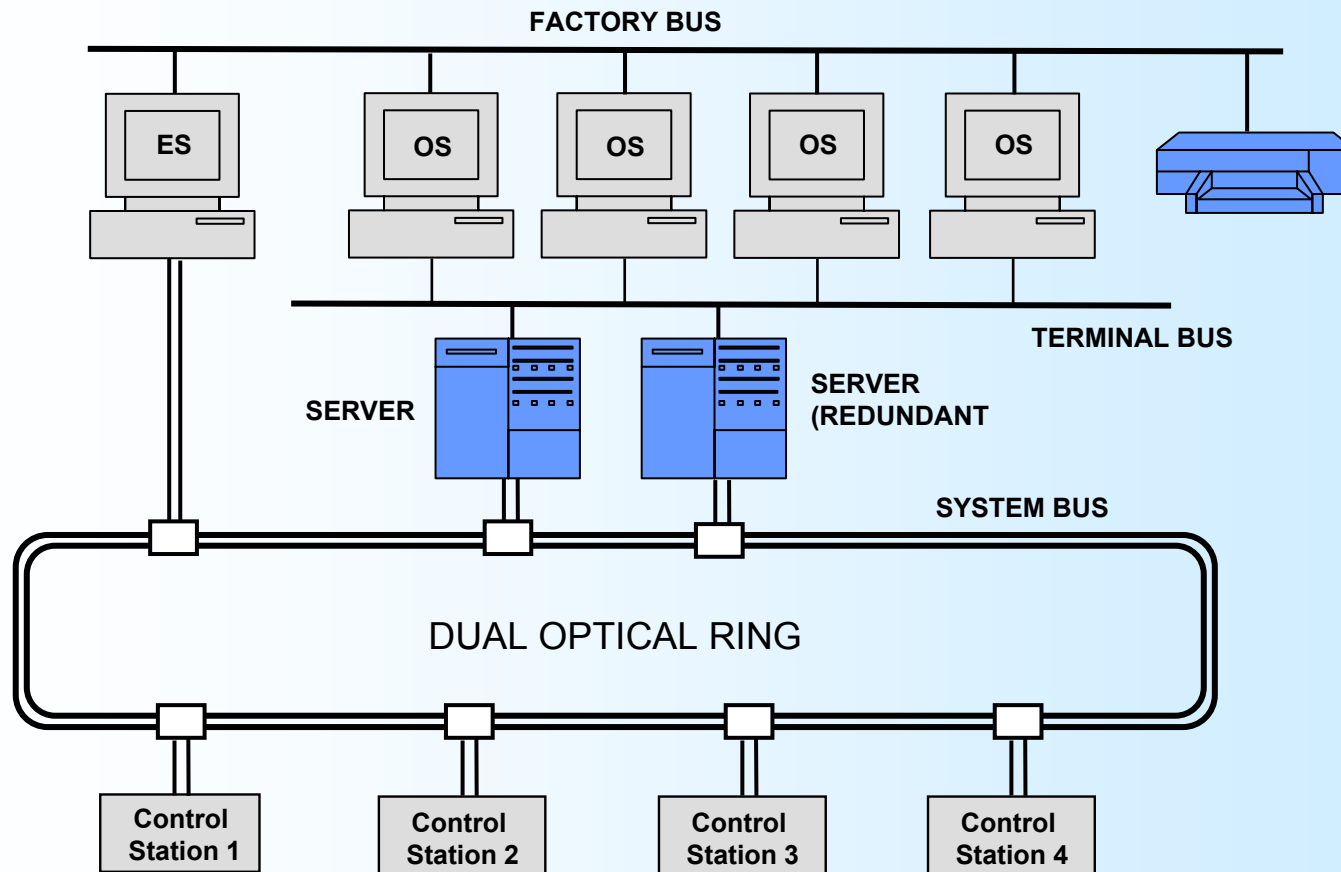
Kiến trúc hệ thống (phần cứng)

- Yêu cầu thực tế của ứng dụng:
 - Qui mô hệ thống: Số lượng I/O, phân bố mặt bằng, vị trí địa lý
 - Yêu cầu công nghệ: Phân đoạn sản xuất, lượng dữ liệu, độ tin cậy
 - Giá thành
- Hiệu năng của hệ thống:
 - Khả năng cập nhật dữ liệu, cập nhật màn hình,
 - Hiệu suất sử dụng đường truyền
 - Tải đối với các thiết bị điều khiển
- Khả năng hỗ trợ bởi các thiết bị phần cứng
 - Giao diện mạng, cấu trúc mạng hỗ trợ
 - Kiến trúc phân tán, cơ chế giao tiếp
- Khả năng hỗ trợ bởi các công cụ phần mềm
 - Kiến trúc phần mềm
 - Năng lực của cơ sở dữ liệu

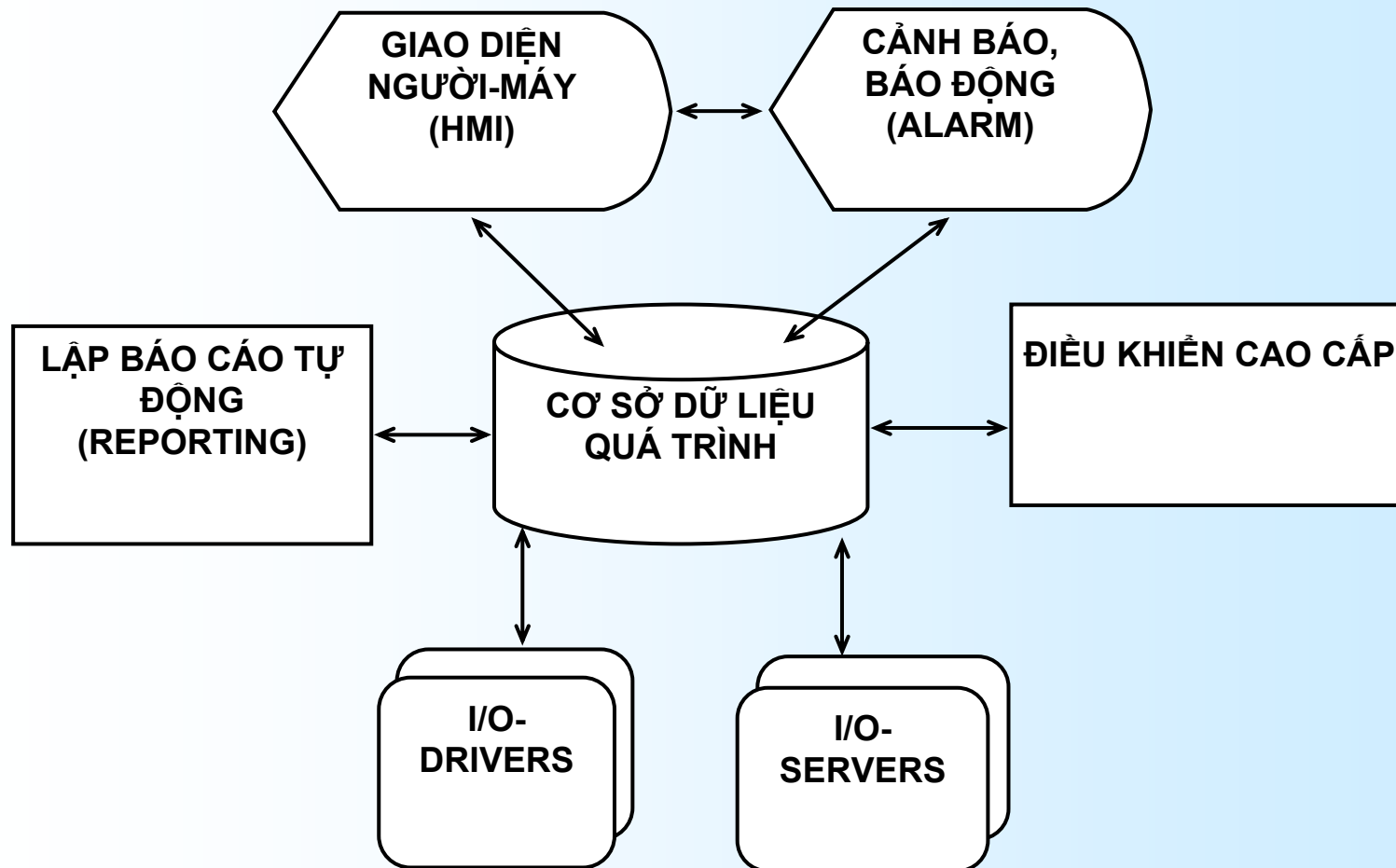
Các cấu trúc tiêu biểu



Ví dụ cấu hình một hệ qui mô lớn



Phần mềm điều khiển giám sát



Cơ sở dữ liệu quá trình

- Chức năng quản lý, lưu trữ:
 - Dữ liệu quá trình
 - Dữ liệu tình trạng hệ thống
 - Dữ liệu quá khứ
 - Dữ liệu cảnh báo
 - Dữ liệu vận hành
- Về cơ bản giống các hệ thống cơ sở dữ liệu thông thường
 - Thường được xây dựng trên cơ sở một thương phẩm như SQL Server, Sybase, Informix,...
- Các yêu cầu đặc biệt:
 - Tần suất cập nhật cao, mang tính tuần hoàn
 - Tính năng thời gian thực
 - Quản lý hiệu quả cơ sở dữ liệu lớn liên tục rất nhanh

Giao diện người-máy

- Sơ đồ khối (hệ thống): Hiển thị tình trạng các thiết bị, máy móc
- Lưu đồ công nghệ (phân đoạn, nhóm): Hiển thị các giá trị quá trình, các hình ảnh động minh họa, các phím điều khiển
- Biểu đồ chức năng trình tự (SFC)
- Faceplates: Hiển thị và can thiệp chi tiết một vòng điều khiển (chế độ điều khiển, các giá trị biến và tham số điều khiển, tình trạng báo động)
- Đồ thị thời gian thực: Hiển thị các giá trị quá trình (tức thời)
- Đồ thị quá khứ: Hiển thị các giá trị lưu trữ
- Các cửa sổ báo động
- Các cửa sổ chỉ dẫn

Chức năng cảnh báo/báo động

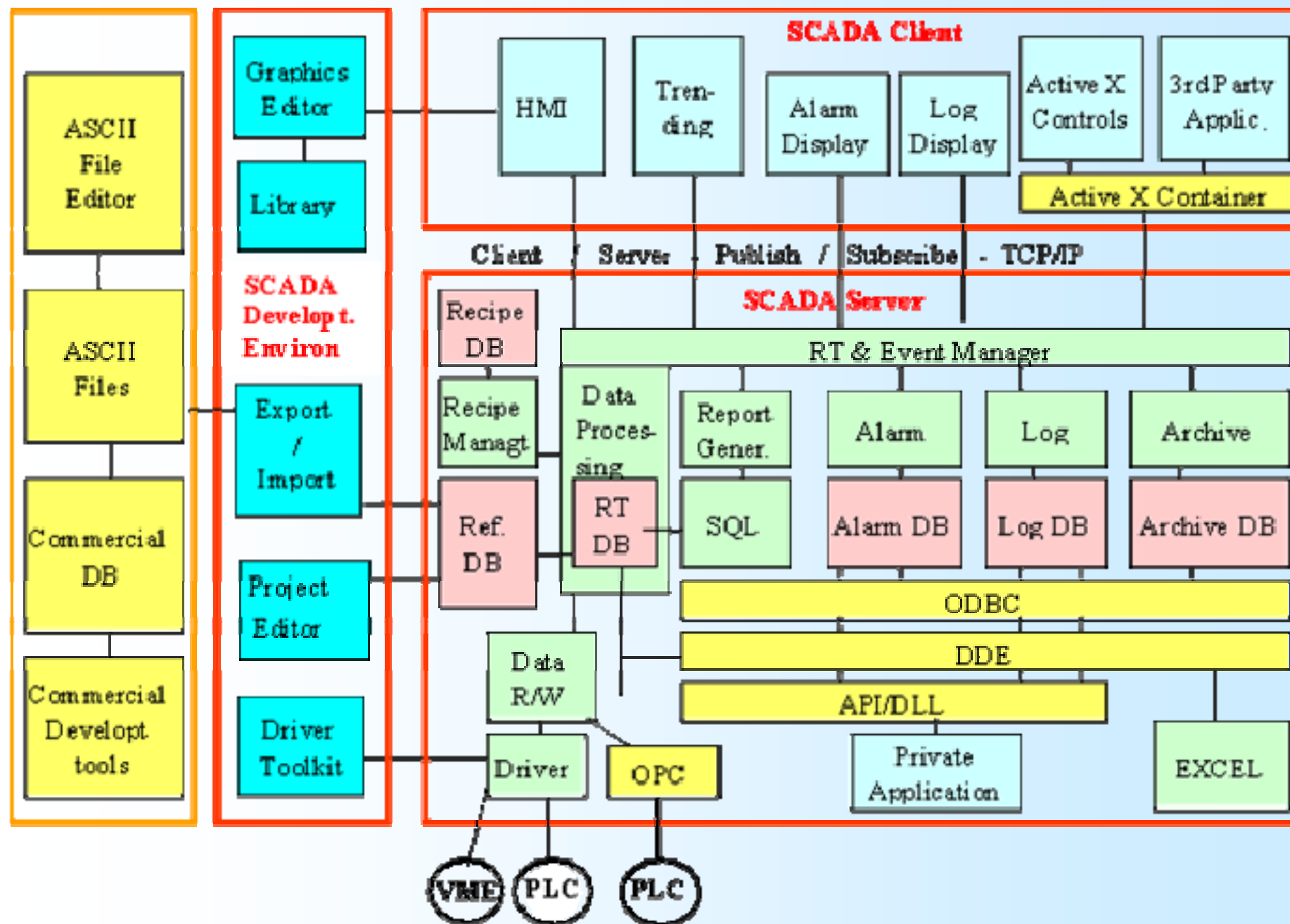
- Phát hiện tình trạng cảnh báo/báo động
 - Các hệ DCS: các trạm điều khiển cục bộ
 - Các hệ PLC+SCADA/HMI: các trạm vận hành/trạm chủ
- Gửi cảnh báo/báo động theo
 - Phạm vi hệ thống
 - Trạm được quyền can thiệp
 - Mức ưu tiên, tính cấp thiết
- Lưu trữ dữ liệu cảnh báo/báo động
- Hiển thị cảnh báo/báo động:
 - Sắp xếp theo mức ưu tiên, tính cấp thiết
 - Sắp xếp theo thời gian xảy ra
 - Sắp xếp theo loại cảnh báo/báo động
 - Sử dụng màu sắc và hiệu ứng nhấp nháy
- Xác nhận cảnh báo/báo động:
 - Quyền người sử dụng
 - Xác nhận theo nhóm hoặc xác nhận theo từng thông báo
- Xóa cảnh báo/báo động

Phát triển phần mềm điều khiển giám sát

- Lập trình (*programming*):
 - Sử dụng các ngôn ngữ bậc cao (C++, Java, Visual Basic, Delphi)
 - Có sự tham gia của một compiler
 - Khả năng thực hiện ít hạn chế
 - Đòi hỏi trình độ lập trình chuyên sâu
 - Kém hiệu quả
 - ➡ Chỉ thích hợp với các hệ thống qui mô nhỏ, ít thay đổi
- Không lập trình --> *cấu hình (configurating)*:
 - Sử dụng một công cụ SCADA chuyên dụng
 - Sử dụng các ký hiệu đồ họa và script để xây dựng cấu hình
 - Sử dụng các phần tử đồ họa đối thoại để đặt các tham số
 - Không cần compiler
 - Hiệu quả cao, dễ thực hiện

Công cụ SCADA/HMI

- Ví dụ: WinCC (Siemens), iFIX (Intellution/GEFanuc), InTouch (Wonderware)
- Công cụ phát triển (Development Tool):
 - Công cụ cấu hình cơ sở dữ liệu (Database Configuration Tool)
 - Trình soạn thảo đồ họa (Graphics Editor)
 - Thư viện các đối tượng đồ họa chuẩn + Hỗ trợ nhúng ActiveX-Controls
 - Công cụ phát triển/cài đặt trình điều khiển I/O
 - Ngôn ngữ script
 - Giao diện với các ngôn ngữ bậc cao (C/C++, VB,...)
 - Giao diện ODBC (Open Database Connection), DDE (Dynamic Data Exchange), OPC (OLE for Process Control)
- Phần mềm chạy (Runtime Engine)



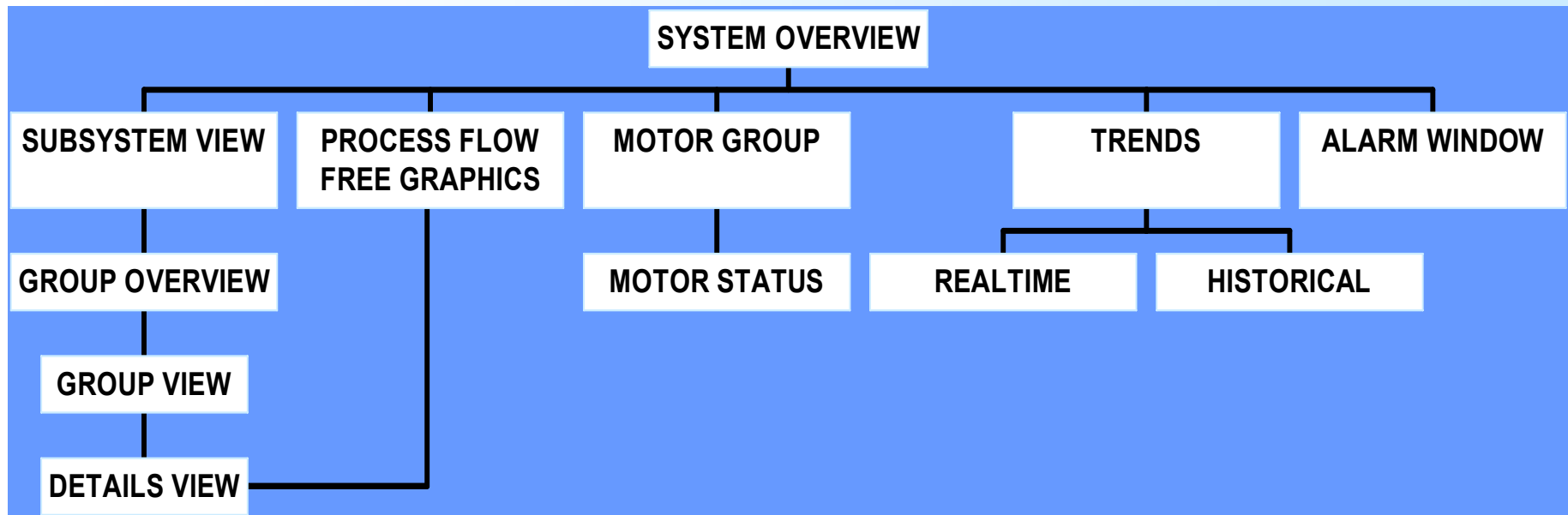
Tiêu chuẩn đánh giá công cụ SCADA

- Khả năng hỗ trợ của công cụ phần mềm đối với việc thực hiện các màn hình giao diện
- Số lượng và chất lượng của các thành phần đồ họa có sẵn
- Khả năng truy nhập và cách thức kết nối dữ liệu từ các quá trình kỹ thuật
- Tính năng mở của kiến trúc hệ thống
- Khả năng hỗ trợ xây dựng các chức năng trao đổi tin tức (Messaging), xử lý sự kiện và sự cố (Event and Alarm), lưu trữ thông tin (Archive and History) và lập báo cáo (Reporting)
- Tính năng thời gian, hiệu suất trao đổi thông tin
- Đối với nền Windows: Hỗ trợ sử dụng ActiveX-Controls và OPC
- Giá thành tổng thể

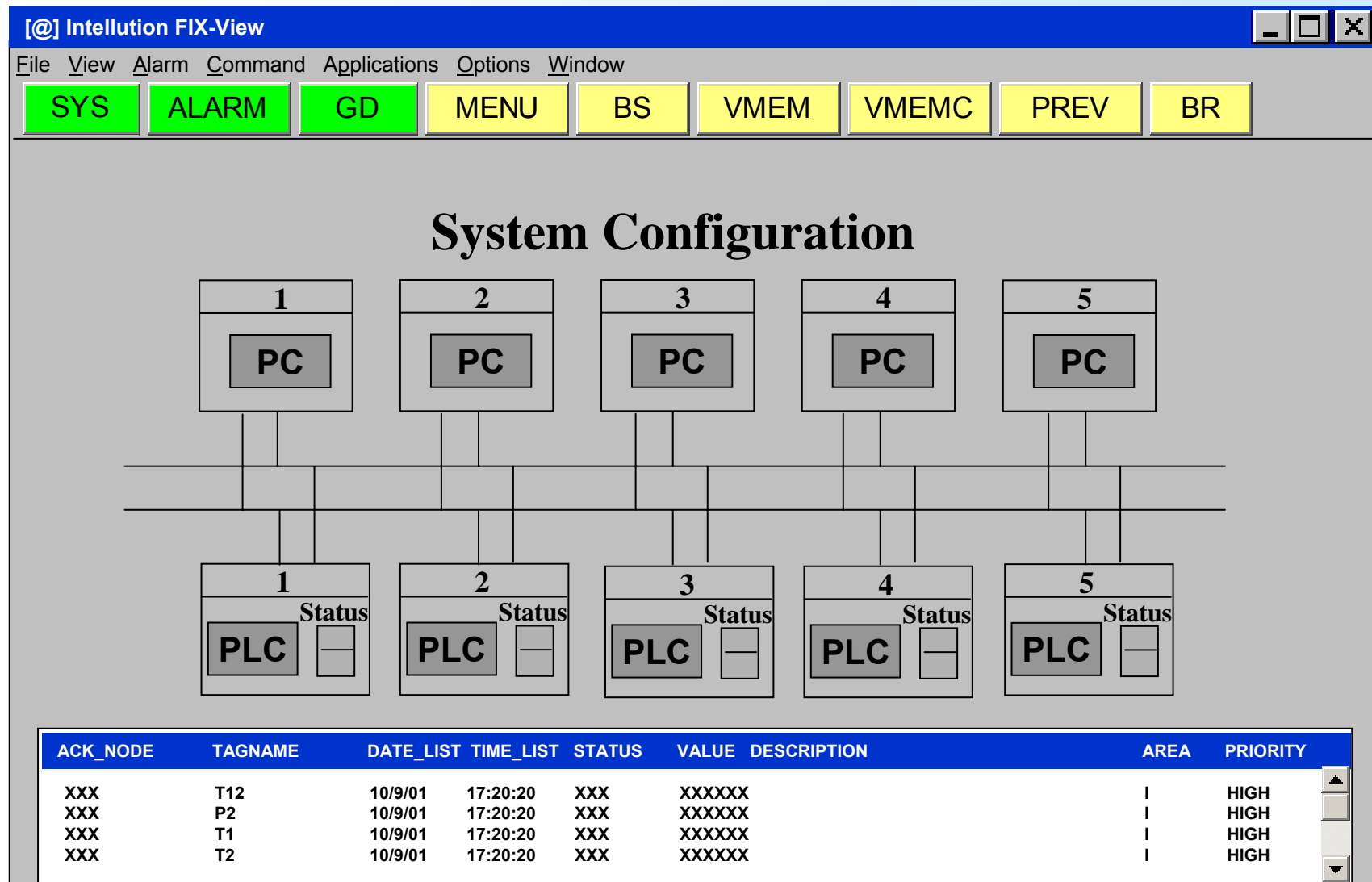
Thiết kế giao diện người-máy

- Lĩnh vực liên ngành:
 - Chuyên ngành công nghệ
 - Điều khiển tự động
 - Mỹ thuật công nghiệp
 - Tâm lý học công nghiệp
- Yêu cầu chung
 - Đơn giản, dễ sử dụng (*easy-to-use*)
 - Bền vững, ngăn chặn lỗi do người sử dụng (*robustness*)
 - Tính thông tin cao (*informativeness*)
 - Nhất quán (*consistency*)
 - Đẹp, nhã nhặn (*good-looking, elegant*)
- Các phương pháp giao tiếp người-máy
 - Trên cơ sở câu lệnh
 - Trên cơ sở trình đơn
 - Trên cơ sở hình ảnh, phím điều khiển, hộp thoại,...

Phân cấp màn hình

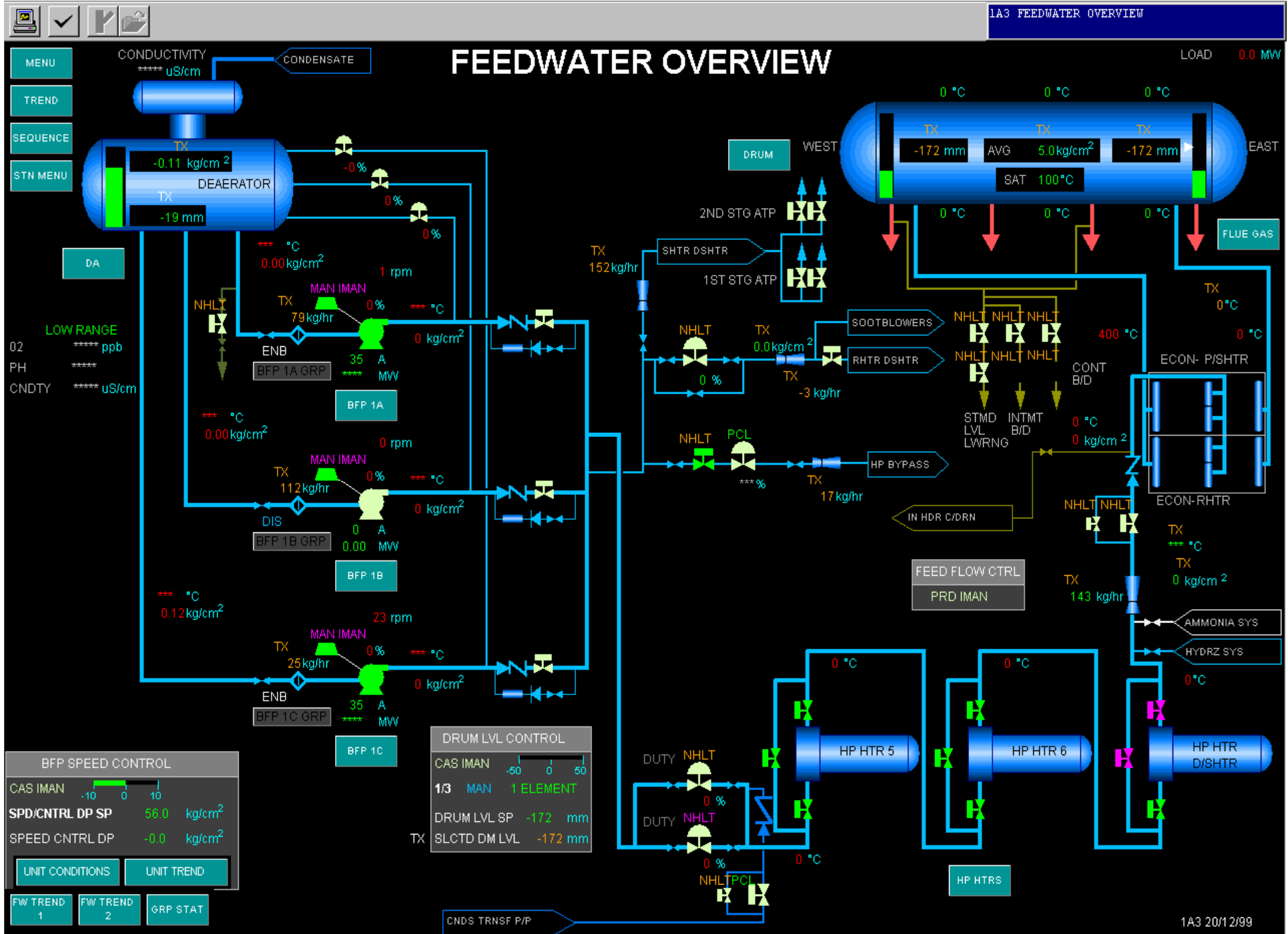


Ví dụ: Màn hình trạng thái hệ thống



FEEDWATER OVERVIEW

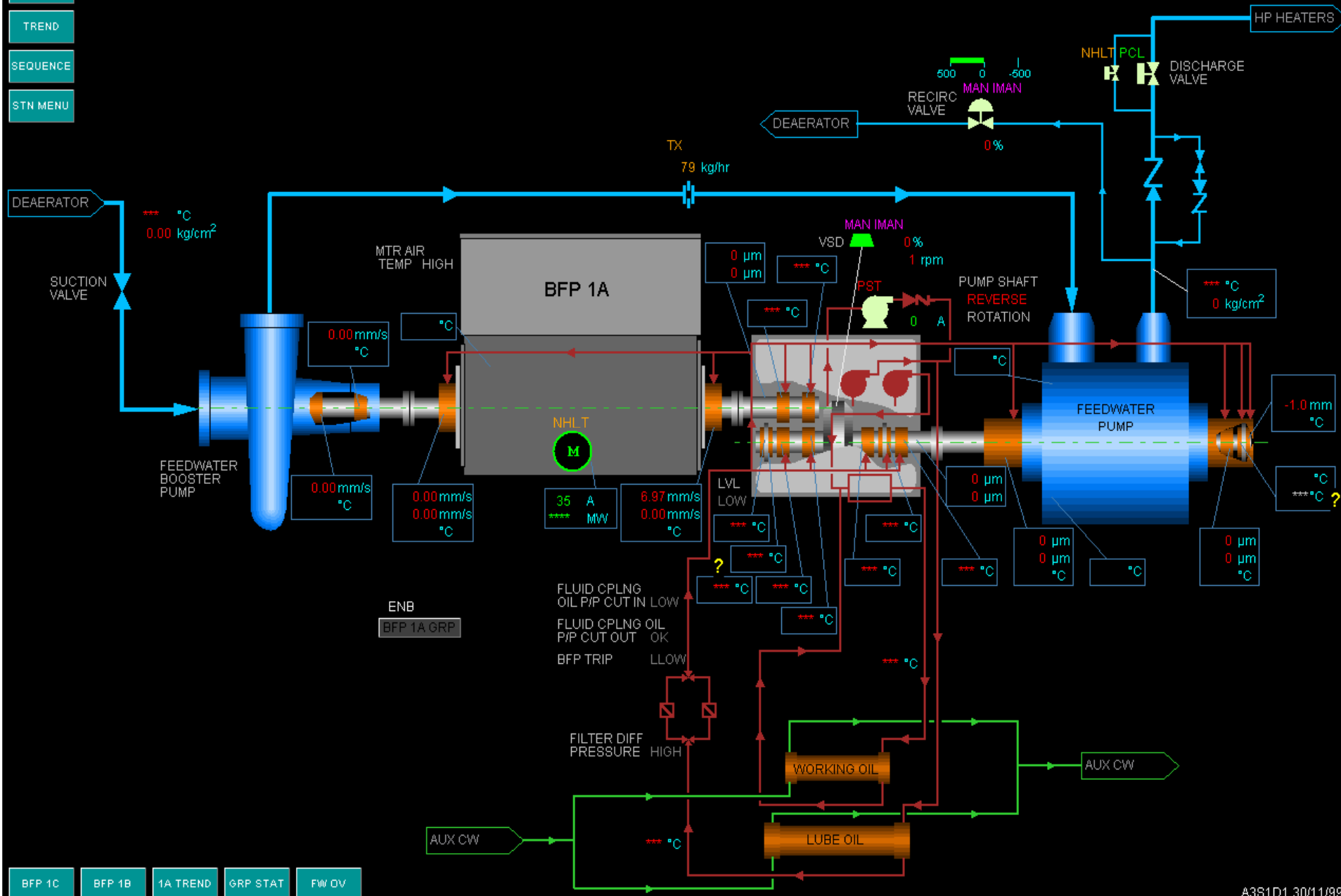
LOAD 0.0 MW



1A3 20/12/99

BOILER FEED PUMP 1A

MENU
TREND
SEQUENCE
STN MENU



BFP 1C BFP 1B 1A TREND GRP STAT FW OV

BOILER FEED PUMP 1A

MENU
TREND
SEQUENCE
STN MENU

1FWSP1AFP BFP 1A MOTOR

1FWS-P1A
BOILER FEED
PUMP 1A

MAN TRK NR
NR

FV A
35.0

SV
0.0

MV
0

500.0

RUN

STOP

0.0

FAULT

Ready

CB Status

- ☐ PCR SELECTED
- ☐ SWITCHGEAR RACKED IN
- ☐ CONTROL POWER HEALTHY
- ☐ EMERGENCY STOP HEALTHY
- ☐ PROTECTION HEALTHY
- ☐ SF6 PRESSURE LOW
- ☐ COMMUNICATIONS OK

Permits

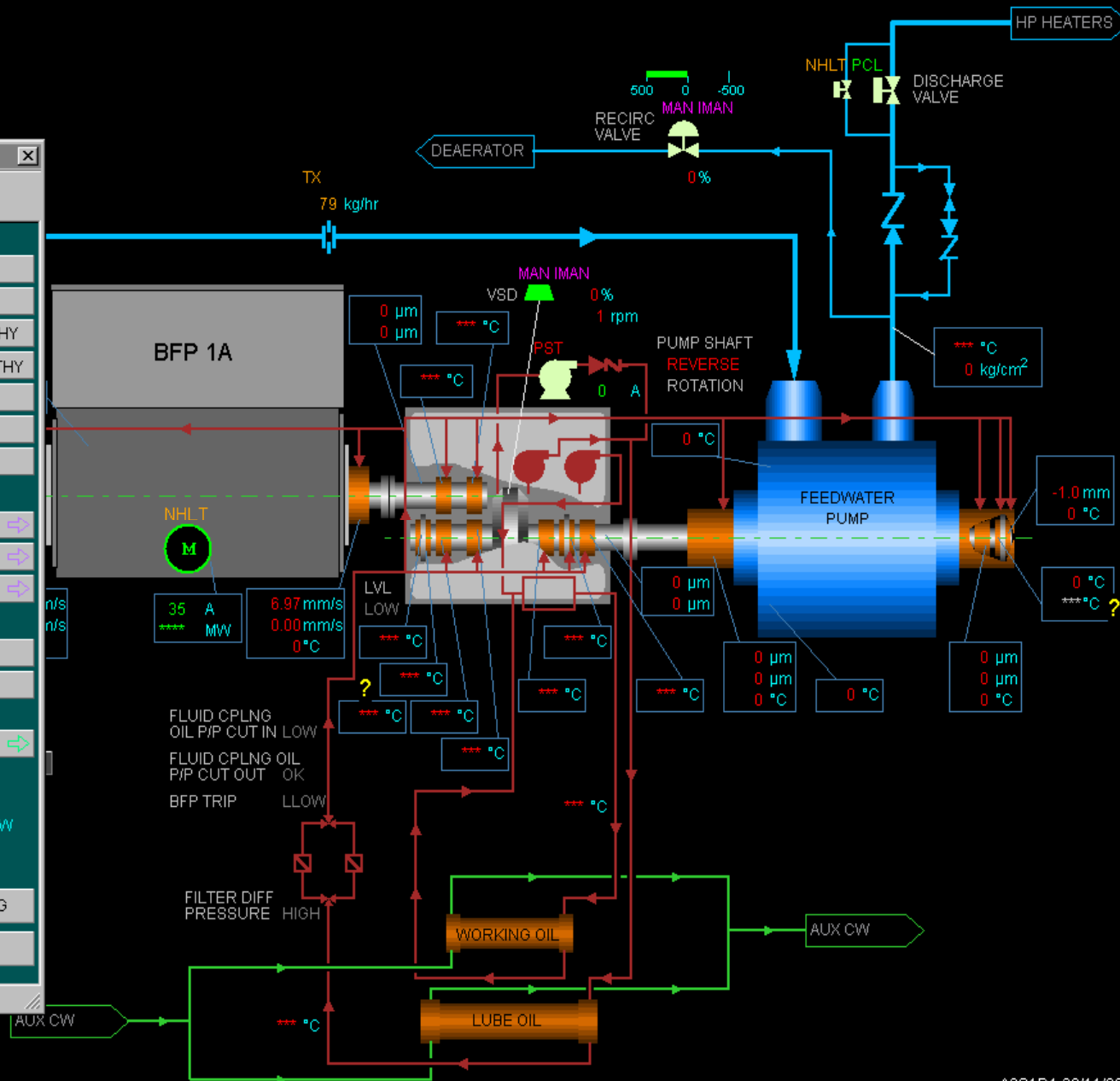
- ☐ START PERMIT
- ☐ STOP PERMIT
- ☐ PROTECTION STOP OK

Alarms

- ☐ DYNAMIC ALARM
- ☐ DRIVE FAULT
- ☐ LOCAL START ENABLED

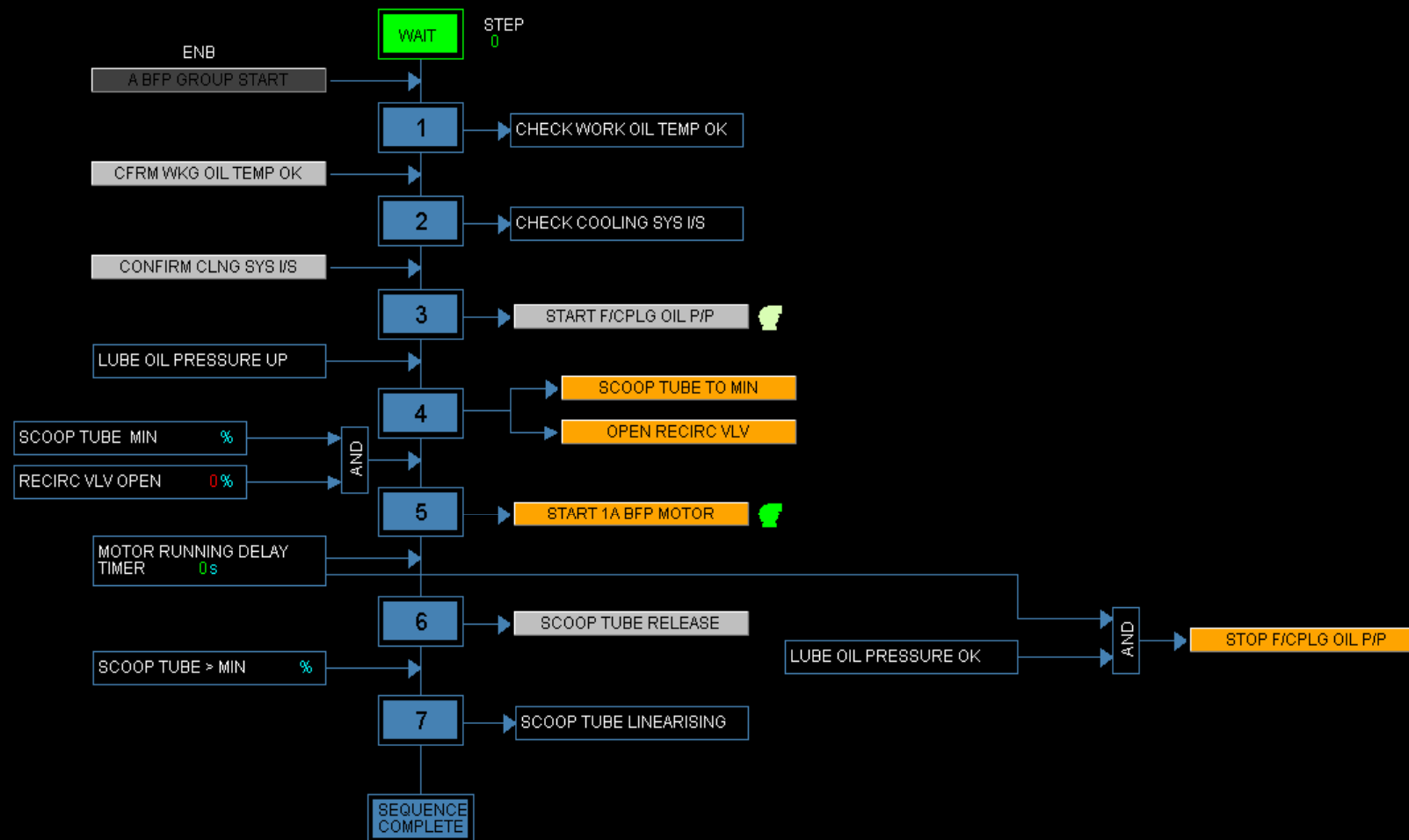
MOTOR POWER **** MW

GRAPHIC DRAWING
TREND TUNING



BFP 1C BFP 1B 1A TREND GRP STAT FW OV

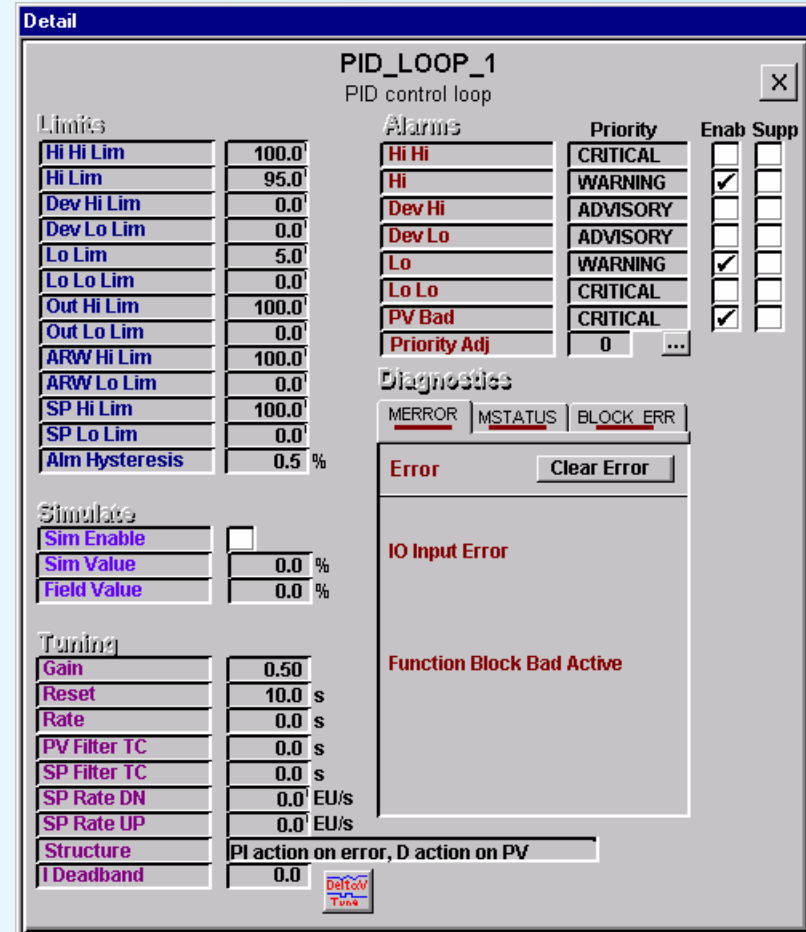
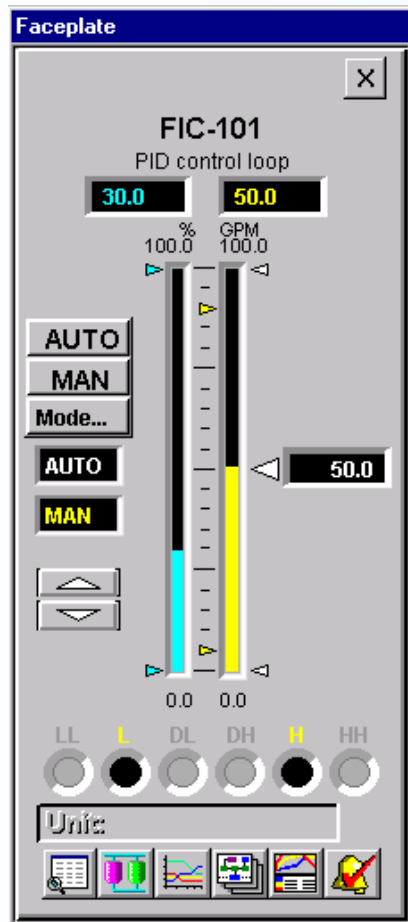
1A BFP START SEQUENCE



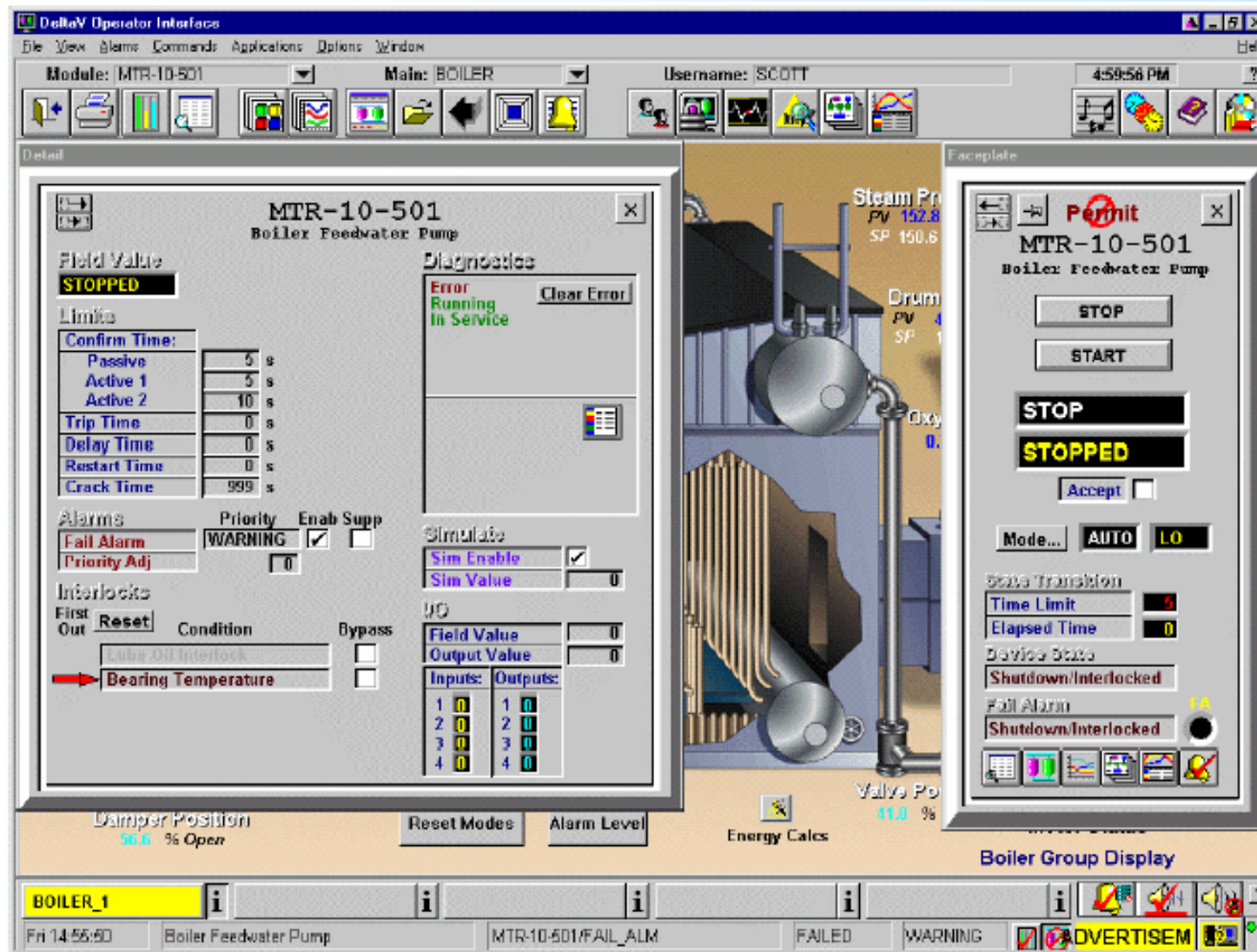
BFP 1A

STOP SEQ

Faceplate và Detail Display



Màn hình trạng thái động cơ



Ví dụ: Màn hình báo động quá trình

[@] Intellution FIX-View

File View Alarm Command Applications Options Window

SYS ALARM GD MENU BS VMEM VMEMC PREV BR

ALL CONFIRM RESET

ALARM

ACK	DATE_LAST	TIME_LAST	TAGNAME	DESCRIPTION	VALUE
√	10/9/01	17:20:20	TIA3523_PLA_SL	Nhiệt độ lò
√	10/9/01	17:20:20	TIA3523_PLA_SL	Nhiệt độ lò
√	10/9/01	17:20:20	TIA3523_PLA_SL	Nhiệt độ lò
√	10/9/01	17:20:20	AIA3502_PLA_SL	Quạt máy nghiền
√	10/9/01	17:20:20	AIA3502_PLA_SL	Quạt máy nghiền

Quan sát các vùng báo động

Intelligence Dynamics Workspace (Run)

Module: PIC-10-101 Main: AlarmFilter Username: <none> 4:28:52 PM

Area Alarm Filtering

Configured Areas 1..45 46..90 91..100 Filtered Units 1..45 46..90 91..135

Plant Area	Total	Unack	Supp	Plant Area	Total	Unack	Supp
<input checked="" type="checkbox"/> AREA_A	0	0	0				
<input checked="" type="checkbox"/> MIXER TANKS	1	1	0				
<input checked="" type="checkbox"/> BOILERS	3	3	0				

Plant Area: BOILERS

Time of Alarm	Module	Module Description	Alarm Parameter
Mon 16:28:27	PIC-10-101	Header Master Control	HI_HI_ALM
Mon 16:28:23	PIC-10-101	Header Master Control	HI_ALM
Mon 16:26:11	LIC-10-501	Drum Level	LO_LO_ALM

PIC-10-101 Header Master Control

100.0 85

100.0 150

AUTO MAN Mode... AUTO AUTO

Unit: BOILER_1

PIC-10-101 LIC-10-501 LIC TANK3

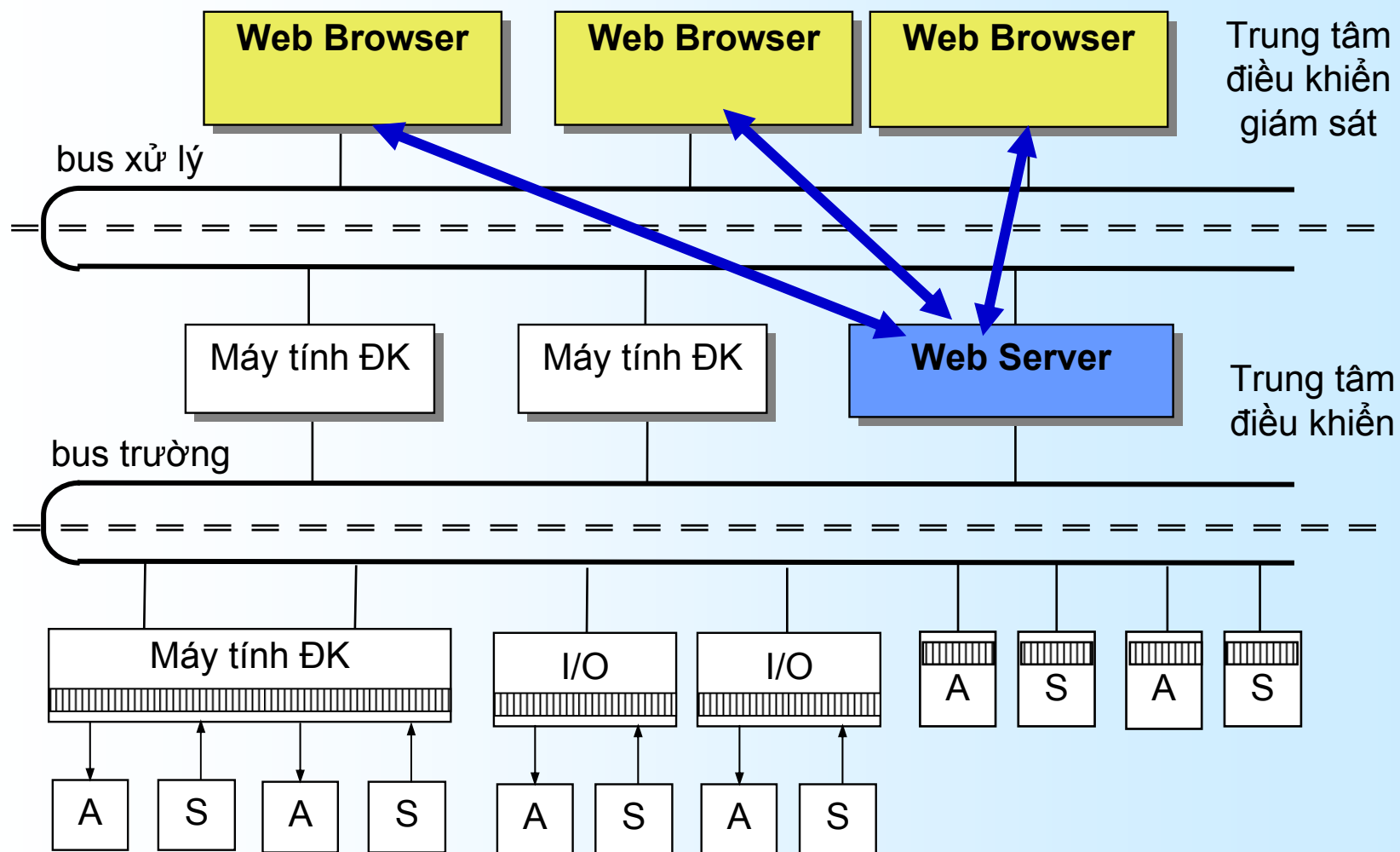
Mon 16:28:27 Header Master Control PIC-10-101/HI_HI_ALM HIHI CRITICAL SNOWBIRDS

For Help, press F1 Run

Một số nguyên tắc thiết kế cơ bản

- Màu sắc
 - Chỉ dùng màu sắc khi thật cần thiết
 - Nền: màu tối, ví dụ xám sẫm hoặc xanh lam đậm
 - Máy móc, thiết bị: Sử dụng hình phẳng, màu và độ sáng khác ít so với nền, cố gắng tránh 3D, tránh các mẫu hoa văn
 - Hình tĩnh (đường ống, máy móc): tránh các màu tươi, chói
 - Tín hiệu trạng thái, hình động: Chọn các màu tươi, chói
- Chữ viết
 - Hạn chế số font chữ, kiểu chữ, chênh lệch độ lớn
 - Chân phương, tránh các hiệu ứng đặc biệt (3D, lượn sóng, đường viền)
- Các hình ảnh động
 - Hỗ trợ phân biệt trạng thái, ví dụ nhấp nháy
 - Nhất quán trong tất cả các màn hình
 - Các số nên chỉnh căn phải, các biến liên quan trực tiếp để gần nhau và cùng cách biểu diễn
 - Biểu diễn các đơn vị vật lý với giá trị số và đơn vị

Điều khiển giám sát trên nền Web



Ưu/nhược điểm của SCADA trên nền Web

- Ưu thế:
 - Đơn giản hóa công việc cài đặt phần mềm
 - Đơn giản hóa việc sử dụng
 - Mở ra khả năng mới cho việc tích hợp hệ thống tự động hóa trong một hệ thống thông tin thống nhất của công ty
 - Tạo điều kiện thuận lợi cho các dịch vụ bảo trì hệ thống từ xa
- Nhược điểm
 - Hiệu suất trao đổi thông tin kém hơn so với các ứng dụng thông thường
 - Tính năng thời gian thực bị hạn chế
 - Xây dựng các chức năng bảo mật đòi hỏi nhiều công sức