

SISTEMA INTEGRADO PARA O CONTROLE DE PCHs - COACH

JOSE LUIZ BOZZETTO ,FLAVIO C. BIANCHI
BCM ENGENHARIA





Este trabalho descreve em linhas gerais o sistema integrado para o **controle, automação e integração à rede de consumo para pequenas centrais hidrelétricas** - Sistema COACH - Controle Automático de Centrais Hidrelétricas, desenvolvido pela BCM, exemplificando com a descrição do modelo COACH 2M para PCHs de até 2 MW.



Sistema de Supervisão e Controle de PCH (hardware e software)

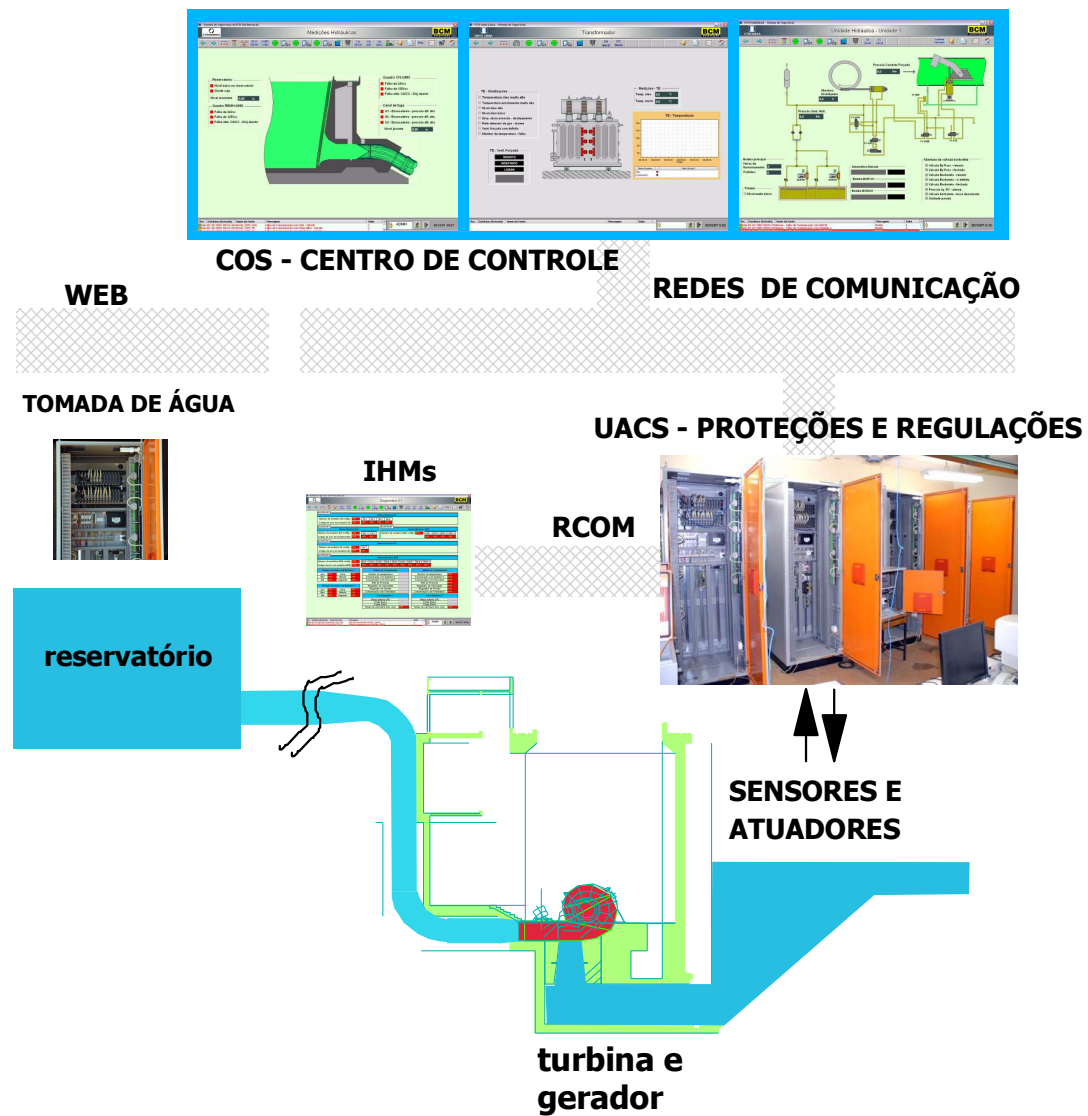
- viabiliza a execução de todas as principais operações de Centrais Hidrelétricas de modo manual ou automático
- permite o controle e supervisão de usinas com até três Geradores
- Cada Unidade Geradora pode ser controlada e monitorada de forma individual.
- monitora e informa todas as situações de alarme, tomando atitudes pré-determinadas ou somente informando ao operador da Usina.
- monitorização e controle dos Serviços Auxiliares CA e CC, sistema de ar comprimido, de água para resfriamento, etc...



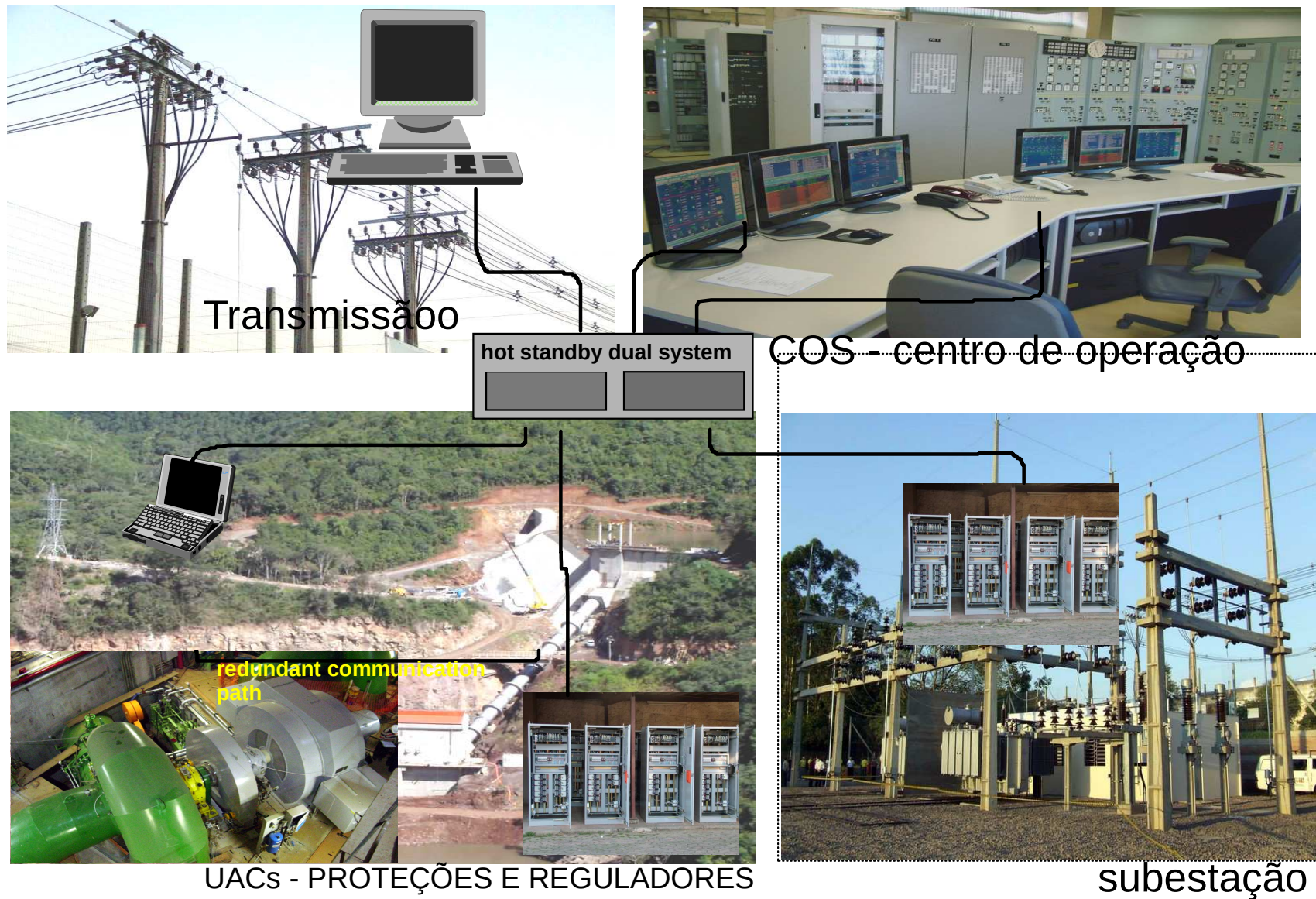
Objetivos básicos do sistema integrado

- Viabilização da operação desassistida
- Redução dos custos para automação das funcionalidades
- Aumento da segurança de operação e manutenção
- Integração do sistema de controle a centros de operação do sistema elétrico
- Aumento da performance das Usinas pela otimização dos processos
- Execução de todas as principais operações de Centrais Hidrelétricas de modo manual ou automático
- Monitorização e informações sobre situações de alarme,
- Monitorização e controle dos Serviços Auxiliares CA e CC, sistema de ar comprimido, de água para resfriamento, etc...

ARQUITETURA BÁSICA DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO



ARQUITETURA GERAL



automação - passos

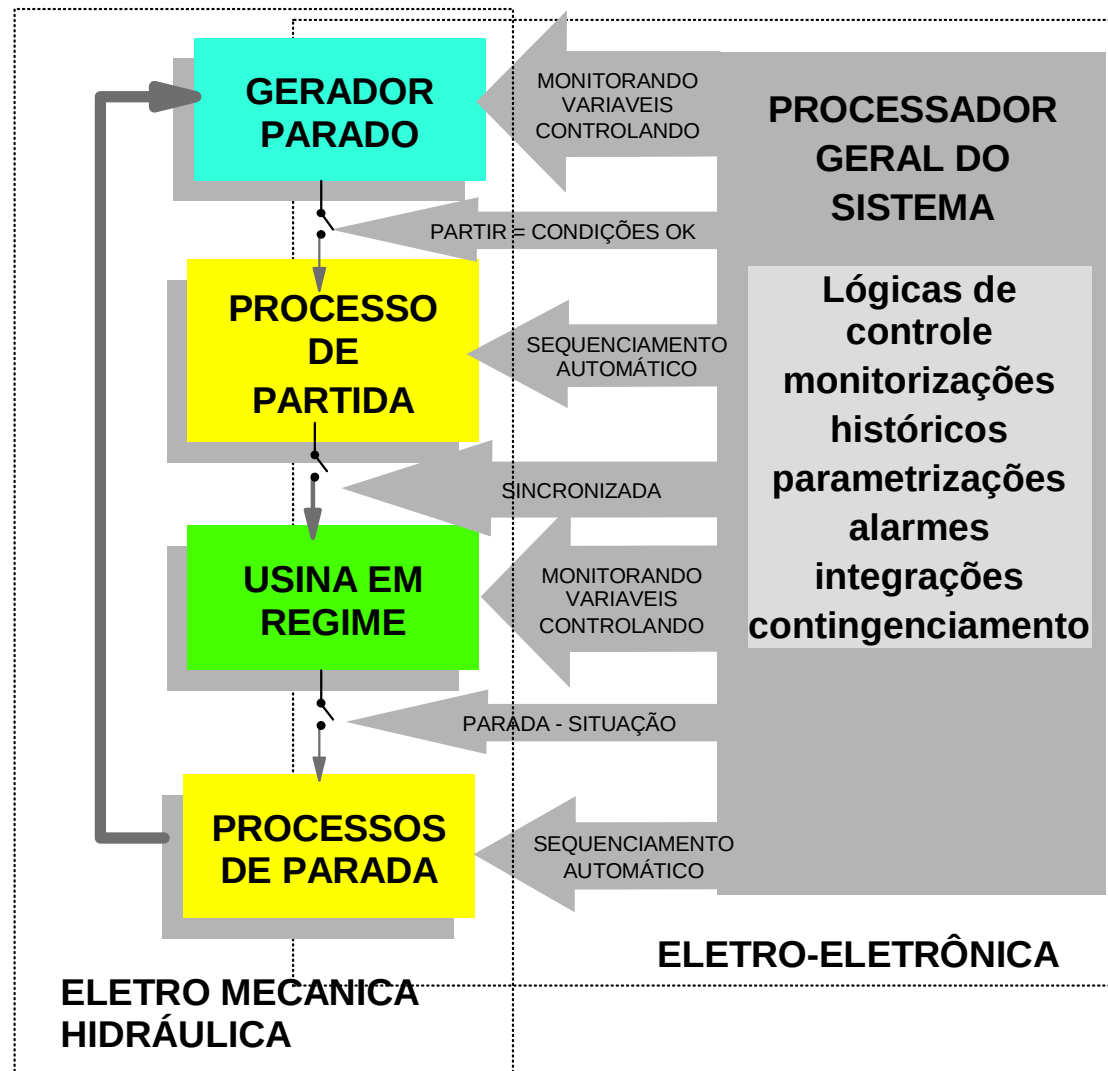
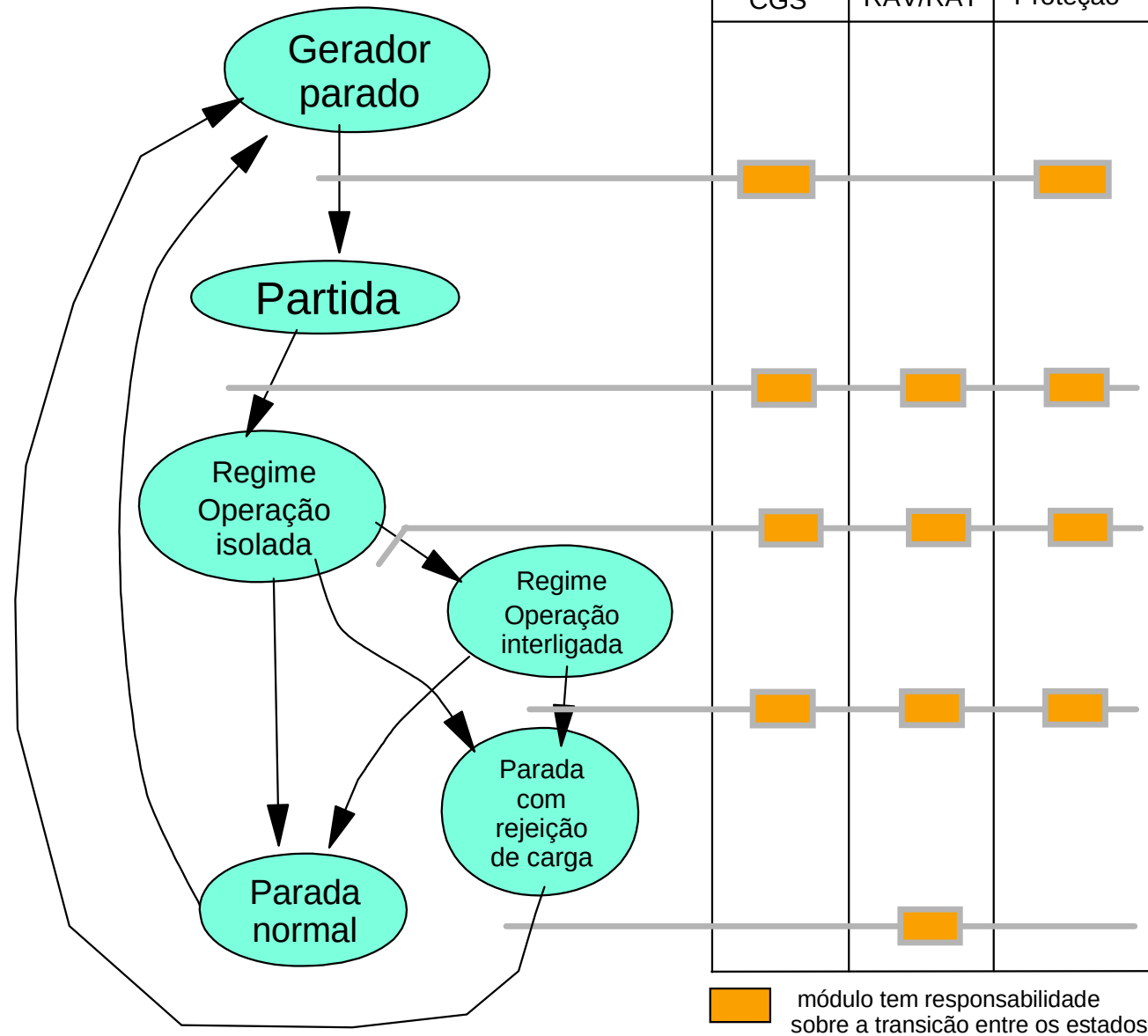
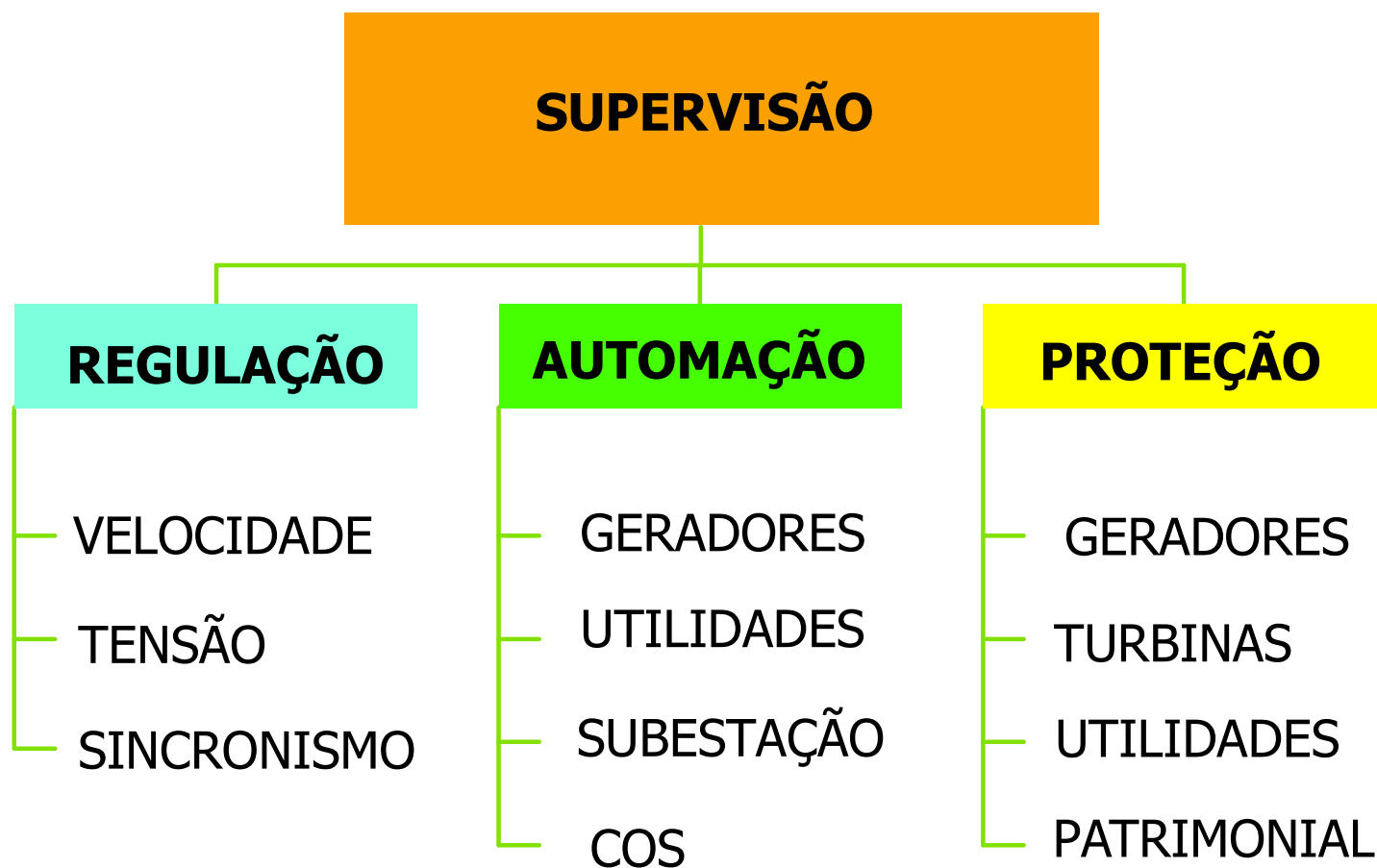


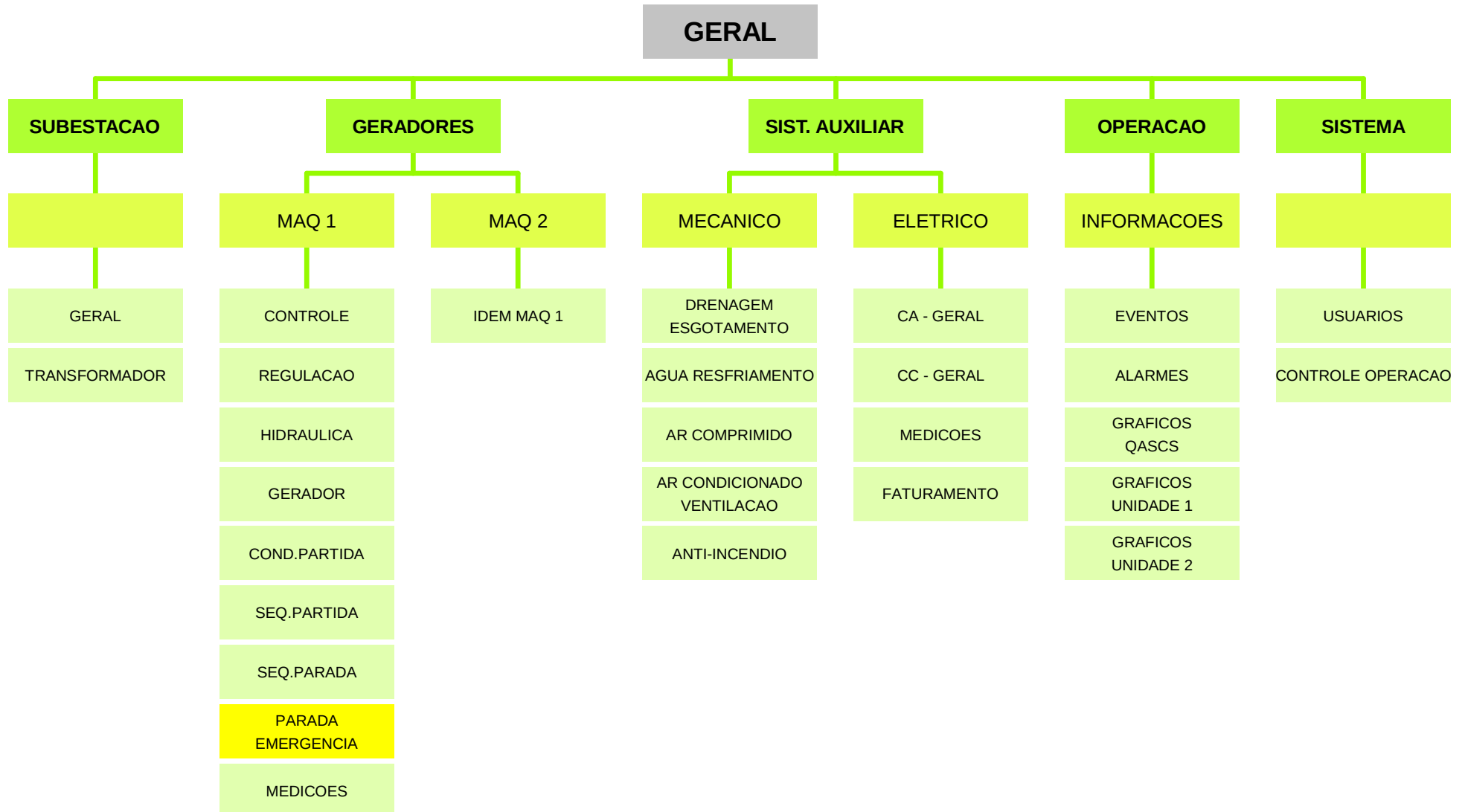
Diagrama dos processos de uma PCH

Sistema de Automação - Módulos



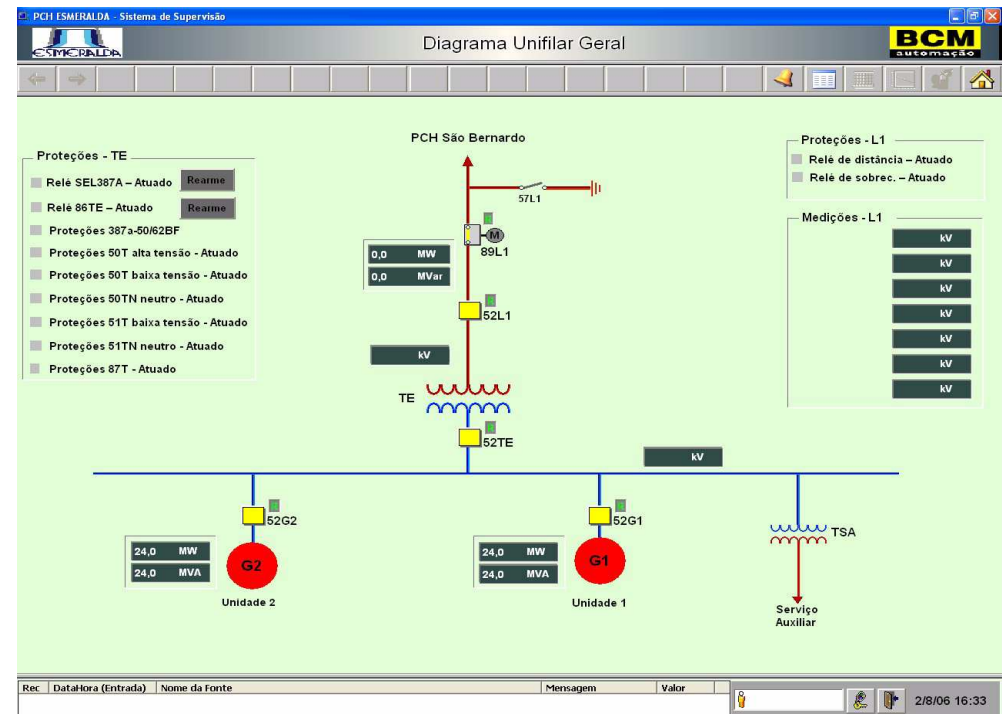
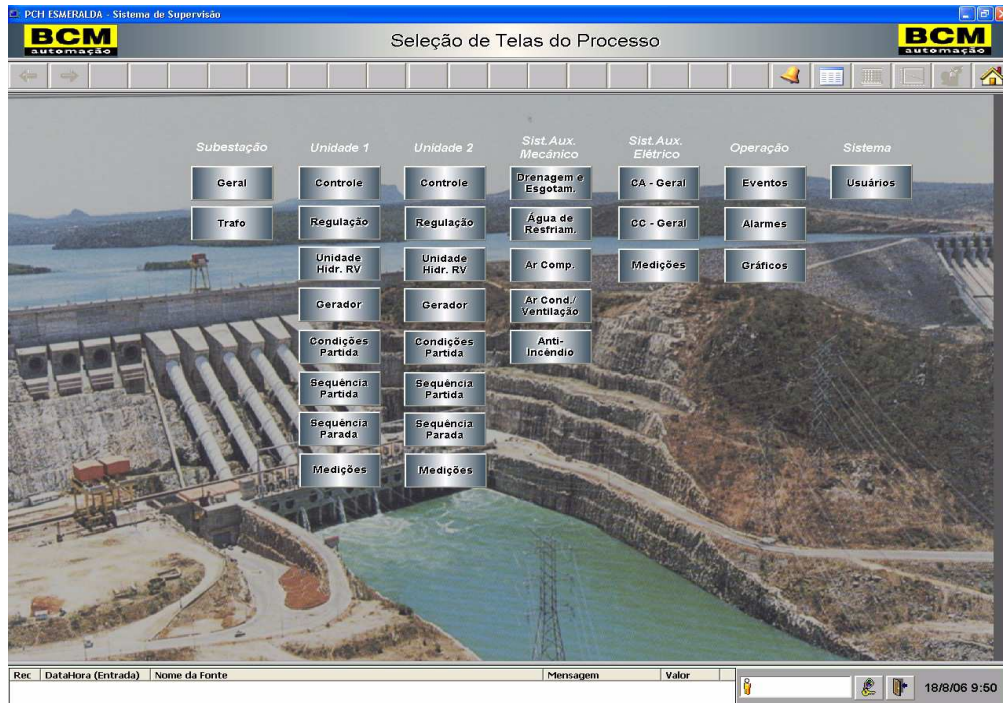
SISTEMAS ELETRÔNICOS DE UMA USINA



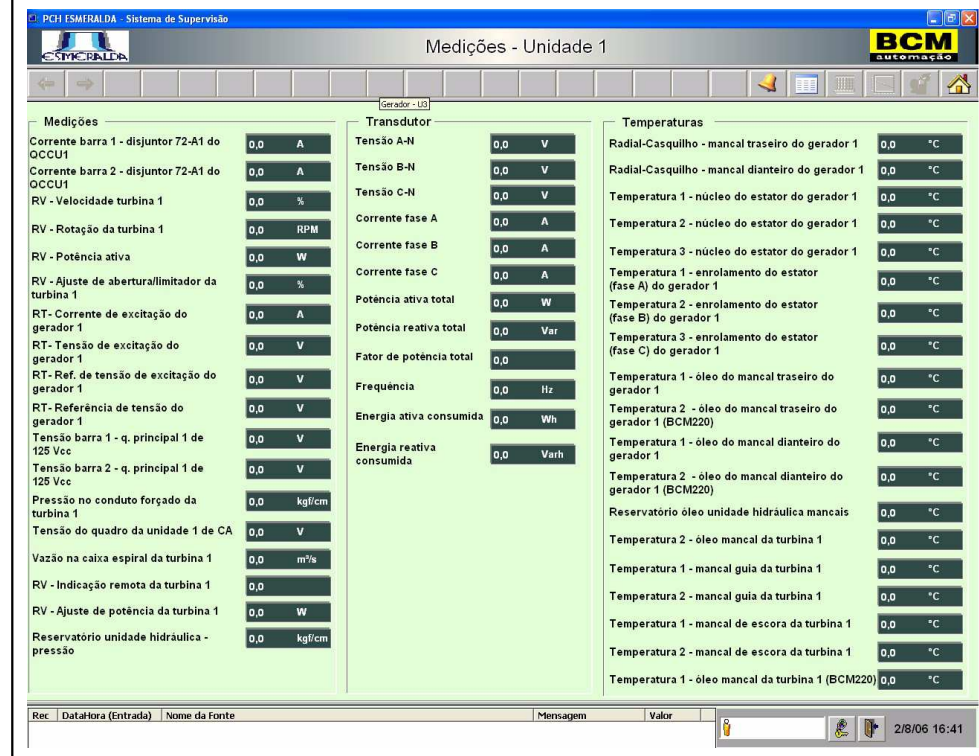
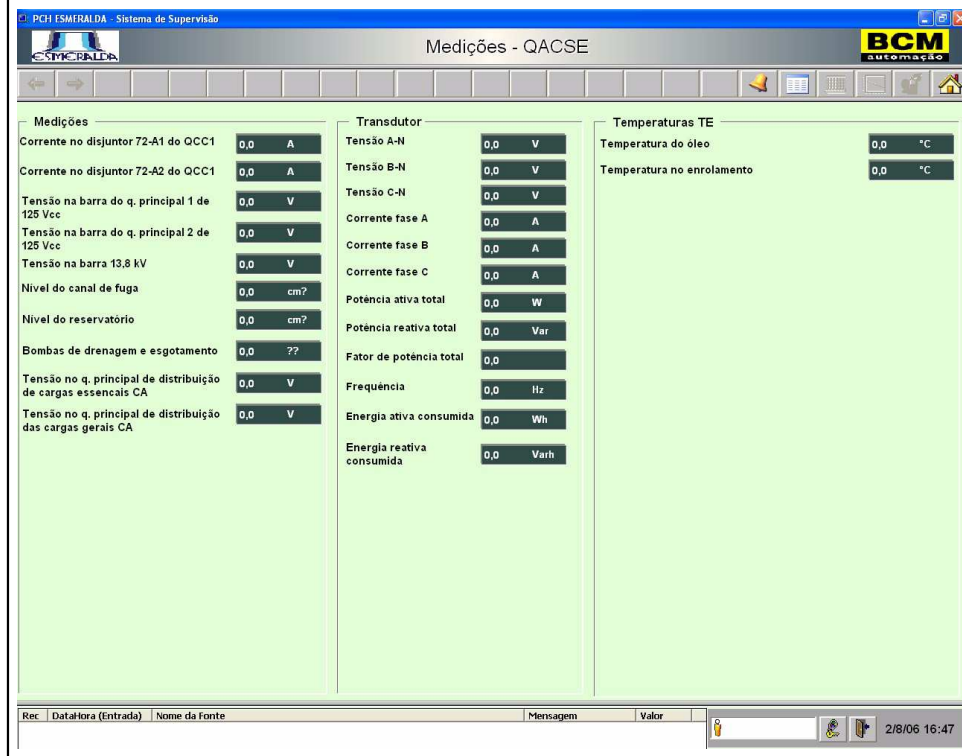


Principais funções do sistema

Fornecimento de informações gerais: Esta funcionalidade permite a visualização geral da Usina, com as principais informações e comandos agrupados.

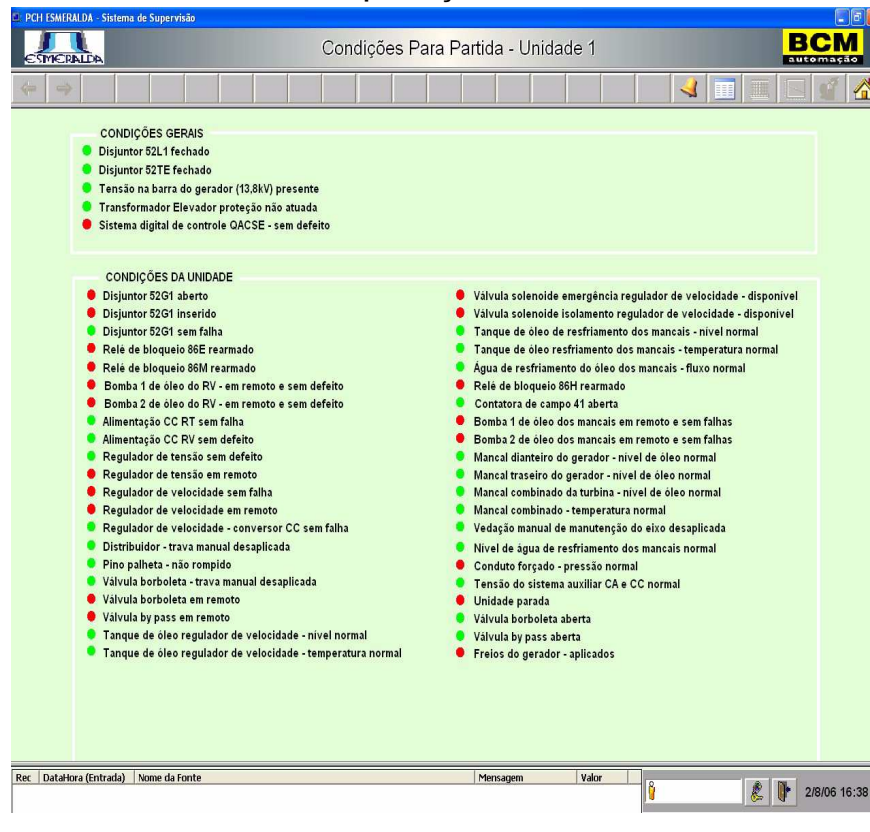


Monitoração de grandezas elétricas (correntes,tensões,potências,etc)



Partida da Usina:

- Manual ou Automático
- Passo a passo monitorando as condições
- permitindo ou não o próximo passo
- informando se as operações são ou não válidas



CONDIÇÕES GERAIS

- Disjuntor 52L1 fechado
- Disjuntor 52TE fechado
- Tensão na barra do gerador (13,8kV) presente
- Transformador Elevador proteção não atuada
- Sistema digital de controle OACSE - sem defeito

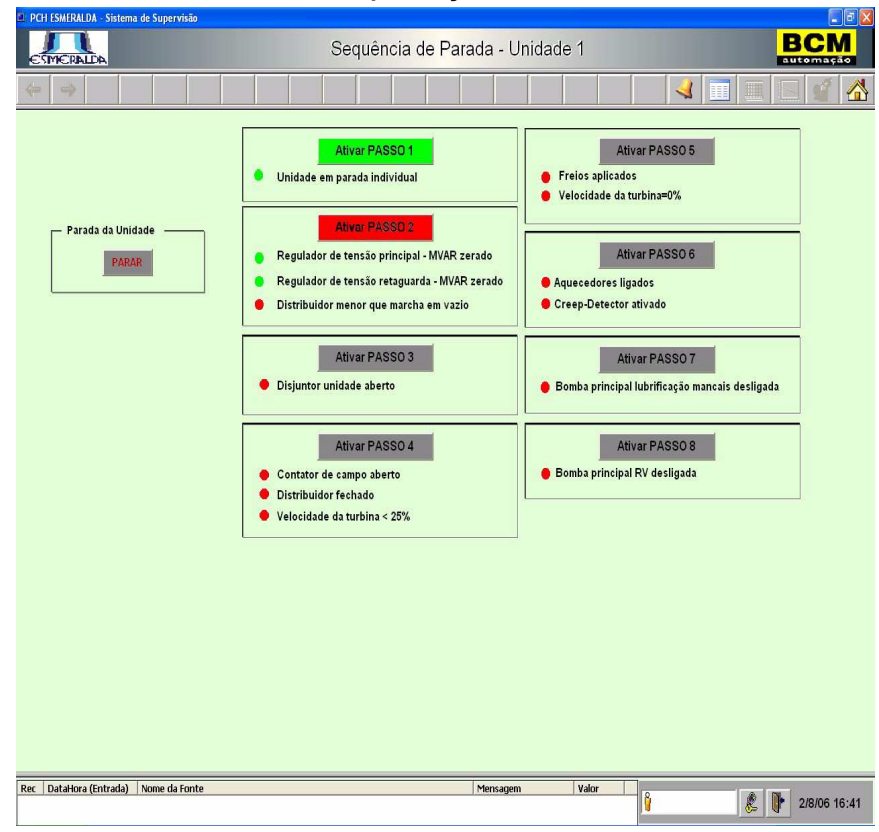
CONDIÇÕES DA UNIDADE

- Disjuntor 52G1 aberto
- Disjuntor 52G1 inserido
- Disjuntor 52G1 sem falha
- Relé de bloqueio 86E rearmado
- Relé de bloqueio 86M rearmado
- Bomba 1 de óleo do RV - em remoto e sem defeito
- Bomba 2 de óleo do RV - em remoto e sem defeito
- Alimentação CC RT sem falha
- Alimentação CC RV sem defeito
- Regulador de tensão sem defeito
- Regulador de tensão em remoto
- Regulador de velocidade sem falha
- Regulador de velocidade em remoto
- Regulador de velocidade - conversor CC sem falha
- Distribuidor - trava manual desaplicada
- Pino palheta - não rompido
- Válvula borboleta - trava manual desaplicada
- Válvula borboleta em remoto
- Válvula by pass em remoto
- Tanque de óleo regulador de velocidade - nível normal
- Tanque de óleo regulador de velocidade - temperatura normal
- Válvula solenoide emergência regulador de velocidade - disponível
- Válvula solenoide isolamento regulador de velocidade - disponível
- Tanque de óleo de resfriamento dos mancais - nível normal
- Tanque de óleo resfriamento dos mancais - temperatura normal
- Água de resfriamento do óleo dos mancais - fluxo normal
- Relé de bloqueio 86H rearmado
- Contadora de campo 41 aberta
- Bomba 1 de óleo dos mancais em remoto e sem falhas
- Bomba 2 de óleo dos mancais em remoto e sem falhas
- Mancal dianteiro do gerador - nível de óleo normal
- Mancal traseiro do gerador - nível de óleo normal
- Mancal combinado da turbina - nível de óleo normal
- Mancal combinado - temperatura normal
- Vedação manual de manutenção do eixo desaplicada
- Nível de água de resfriamento dos mancais normal
- Conduto forçado - pressão normal
- Tensão do sistema auxiliar CA e CC normal
- Unidade parada
- Válvula borboleta aberta
- Válvula by pass aberta
- Freios do gerador - aplicados

Rec | Data/Hora (Entrada) | Nome da Fonte | Mensagem | Valor | 2/8/06 16:38

Parada da Usina:

- Manual ou Automático
- Passo a passo monitorando as condições
- permitindo ou não o próximo passo
- informando se as operações são ou não válidas



Parada da Unidade

Ativar PASSO 1

- Unidade em parada individual

Ativar PASSO 2

- Regulador de tensão principal - MVAR zerado
- Regulador de tensão retaguarda - MVAR zerado
- Distribuidor menor que marcha em vazio

Ativar PASSO 3

- Disjuntor unidade aberto

Ativar PASSO 4

- Contator de campo aberto
- Distribuidor fechado
- Velocidade da turbina < 25%

Ativar PASSO 5

- Freios aplicados
- Velocidade da turbina=0%

Ativar PASSO 6

- Aquecedores ligados
- Creep-Detector ativado

Ativar PASSO 7

- Bomba principal lubrificação mancais desligada

Ativar PASSO 8

- Bomba principal RV desligada

Rec | Data/Hora (Entrada) | Nome da Fonte | Mensagem | Valor | 2/8/06 16:41

Sincronismo da Unidade: A Unidade pode ser sincronizada automaticamente, após a sequência de partida, ou através de comando do operador

PCH ESMERALDA - Sistema de Supervisão

Sequência de Partida - Unidade 1

Partida da Unidade

Condições de partida satisfeitas

Auto

AUTO PaP

PARTIR

Sequência de partida finalizada

Sincronização

Unidade pronta para sincronizar

Desativado

Pre-Sel Sinc Auto

Ativar Sinc Auto

Unidade Sincronizada

PASSO 1: Aquecimento desligado

PASSO 2: RT Principal em automático, RT Retaguarda em automático

PASSO 3: Creep - Detector desativado

PASSO 4: Bomba principal lubrificação mancais ligada

PASSO 5: Bomba principal RV ligada

PASSO 6: Válvula de isolamento do RV energizada

PASSO 7: Válvula de emergência do RV energizada

PASSO 8: Freios desativados

PASSO 9: Regulador de velocidade - ligado

PASSO 10: Regulador de Tensão - ligado

PASSO 11: Velocidade = velocidade nominal, Tensão = tensão nominal, Disjuntor Unidade 52G1 aberto

Rec | Data/hora (Entrada) | Nome da Fonte | Mensagem | Valor | 2/8/06 16:39

Seleção do modo de controle e parametrização dos valores de referência dos Reguladores de Tensão e de Velocidade:

PCH ESMERALDA - Sistema de Supervisão

Regulação - Unidade 1

REGULADOR RT

Seleção modo de controle - RT automático

Modo de operação: Remoto

	Valor ref. desejado	Valor ref. atual	Valor atual	
Tensão	AVR em controle tensão	0,0 V	0,0 V	Enviar
Ativar Controle Tensão	Controle reativos ativado	0,0 MVar	0,0 MVar	Enviar
Ativar Controle Fator Potência	Controle fator pot. desativado	0,0 cos φ	0,0 cos φ	Enviar

Seleção modo de controle - RT manual

Seleção AVR: Auto Manual, AVR em manual

Seleção MVR: Auto Manual, AVR em manual

Valor ref. atual: 0,0 V, Valor atual: 0,0 V

Comutação AVR/MVR: Comutar AVR/MVR, AVR no controle

Ativação PSS: Ativar/Desativar PSS, PSS Ativado

Rearme proteções: REARME

REGULADOR RV

Modo de operação: Remoto

	Valor ref. desejado	Valor ref. atual	Valor atual	
Ativar Controle Potência Ativa	MW	0,0 MW	0,0 MW	Enviar
Ativar Controle Potência Reativa	%	0,0 %	0,0 %	Enviar
Ativar Controle Abertura	%	0,0 %	0,0 %	Enviar
Velocidade	%	0,0 %	0,0 %	Enviar

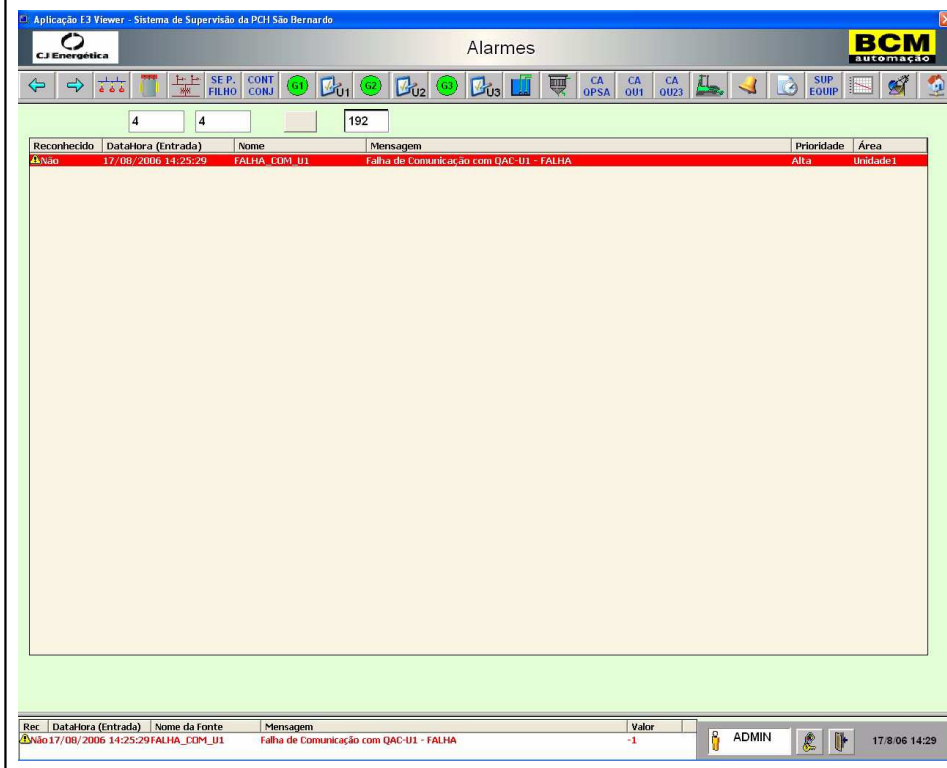
RV - Interligação: RV Rede Isolado, RV Isolado

RV - Rearme: REARME RV

Rec | Data/hora (Entrada) | Nome da Fonte | Mensagem | Valor | 2/8/06 16:36

Registro e apresentação de alarmes :

Algumas transições de estado e medições são pré-selecionadas para indicar a situação de alarme.

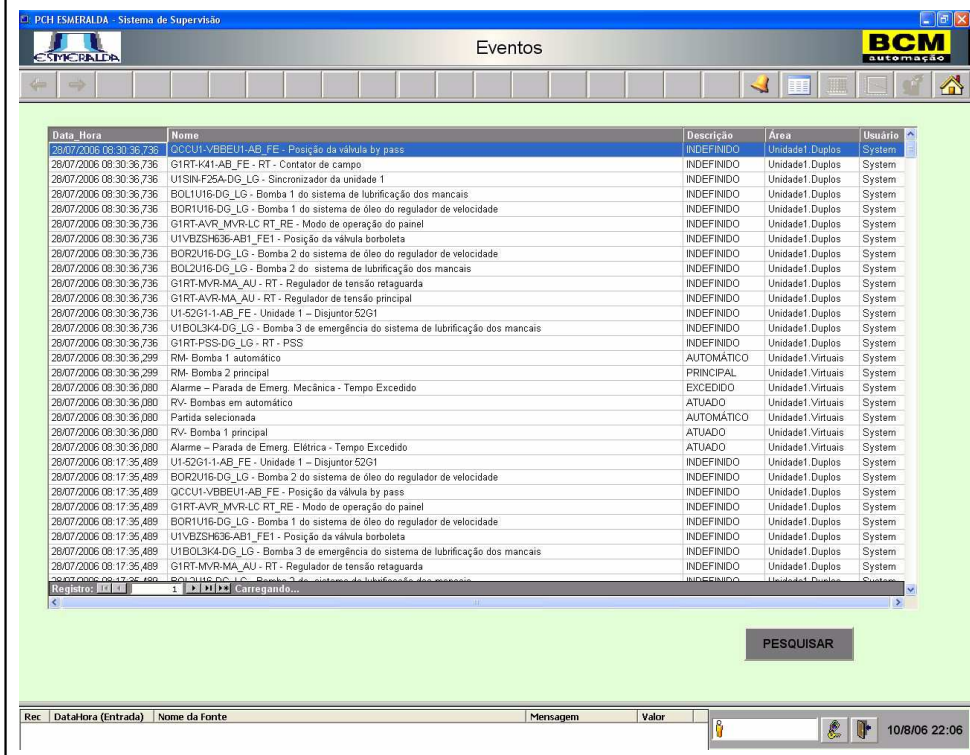


Reconhecido	Data/hora (Entrada)	Nome	Mensagem	Prioridade	Área
Alta	17/08/2006 14:25:29	FALHA COM U1	Falha de Comunicação com QAC-U1 - FALHA	Alta	Unidade1

Rec	Data/hora (Entrada)	Nome da Fonte	Mensagem	Valor
Alta	17/08/2006 14:25:29	FALHA COM U1	Falha de Comunicação com QAC-U1 - FALHA	-1

Registro e apresentação de eventos:

Algumas transições de estado e medições são pré-selecionadas para indicar o registro de eventos com resolução de 1 ms .



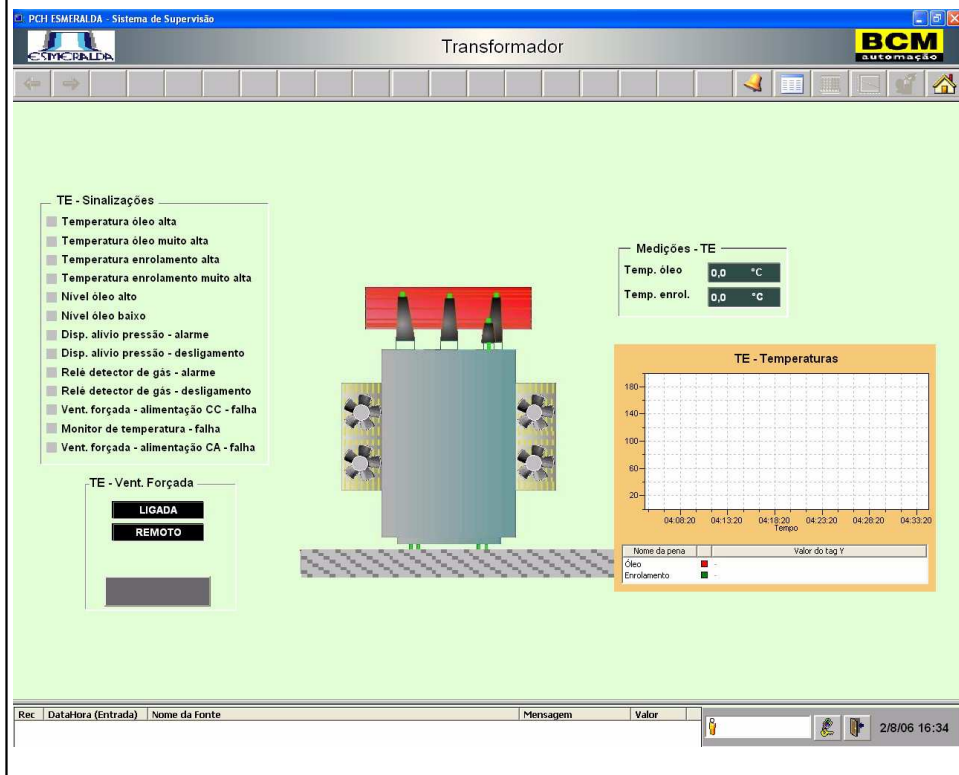
Data	Hora	Nome	Descrição	Área	Usuário
28/07/2006	08:30:36.736	OCCU1-VB6EUI-AB_FE - Posição da válvula by pass	INDEFINIDO	Unidade1 Duplos	System

PESQUISAR

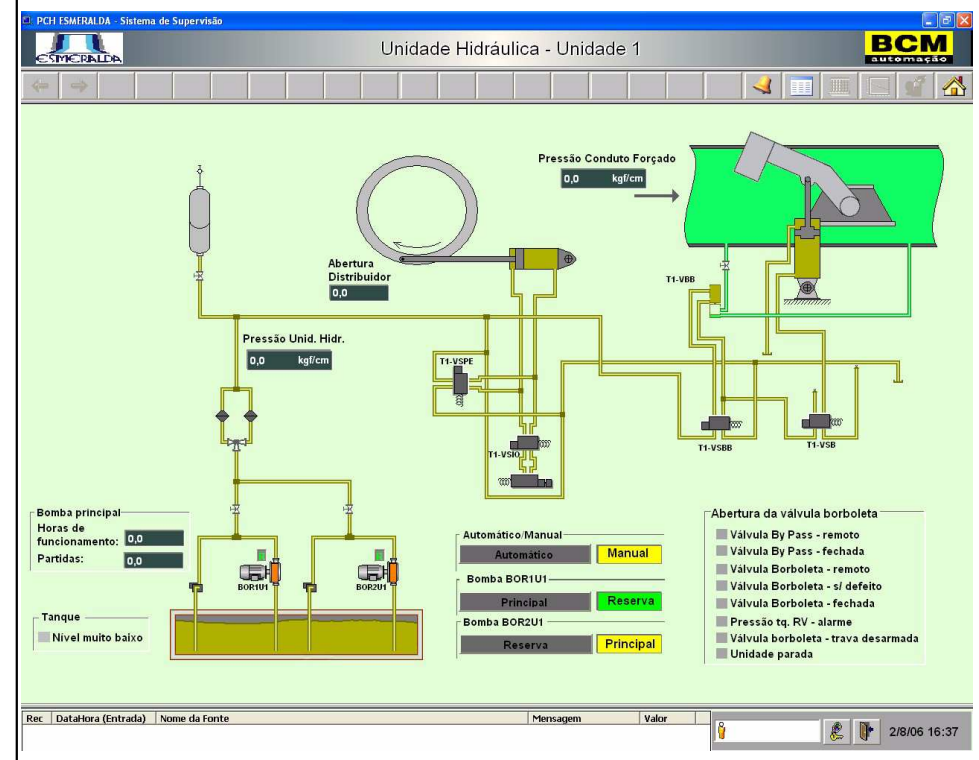
Rec	Data/hora (Entrada)	Nome da Fonte	Mensagem	Valor

Controle e supervisão do transformador:

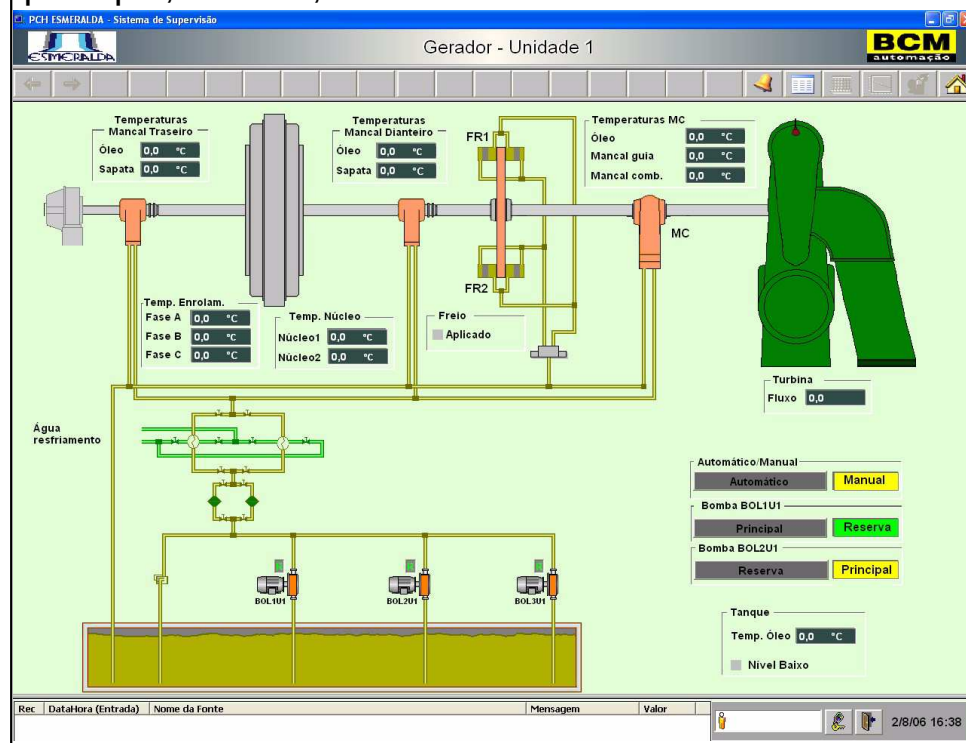
Apresenta as principais informações sobre o funcionamento do transformador. Permite comando de acionamento da ventilação forçada para o controle de temperatura.



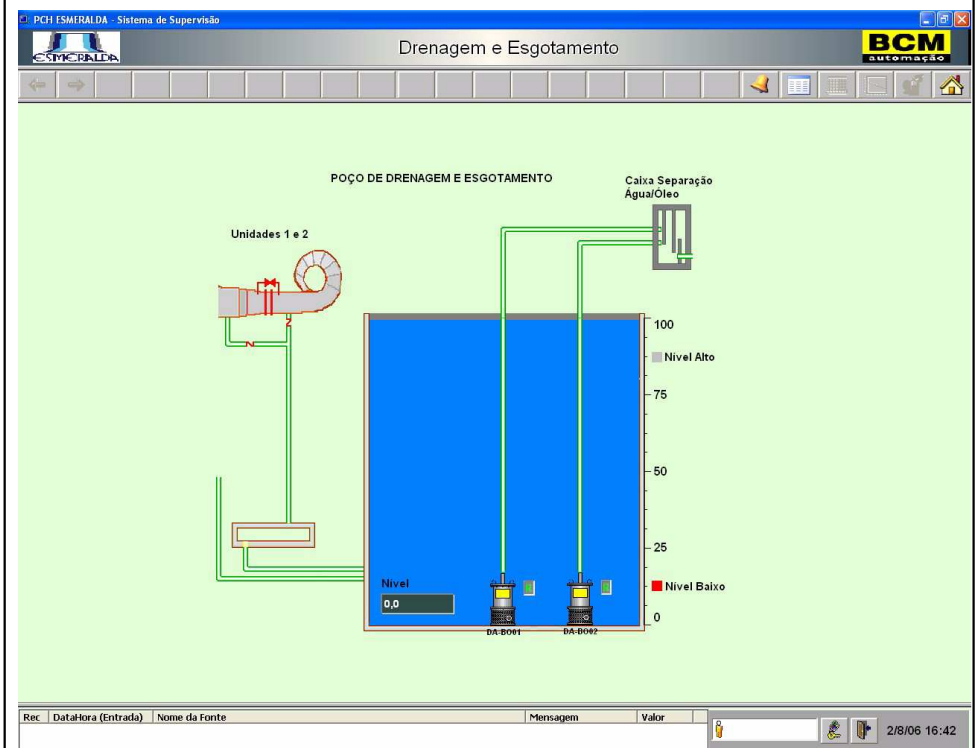
Unidade Hidráulica: Permite o controle das válvulas borboleta e by-pass e informa os valores de pressão e abertura do distribuidor, além de permitir o controle e um apresentar um horímetro das bombas do Regulador de Velocidade.



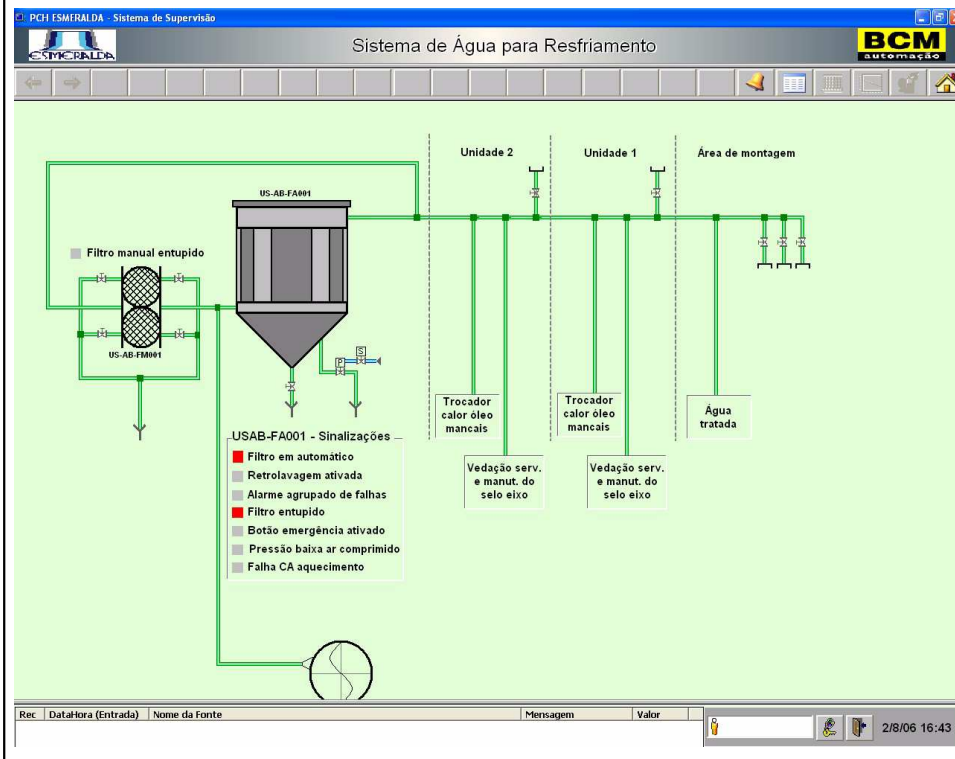
Monitoração do gerador: Apresenta informações sobre o gerador e turbina, como temperaturas de mancais, enrolamento e núcleo. Informa a aplicação do freio e o status das bombas dos mancais. Estas podem ser programadas para posição principal, reserva, manual ou automático.



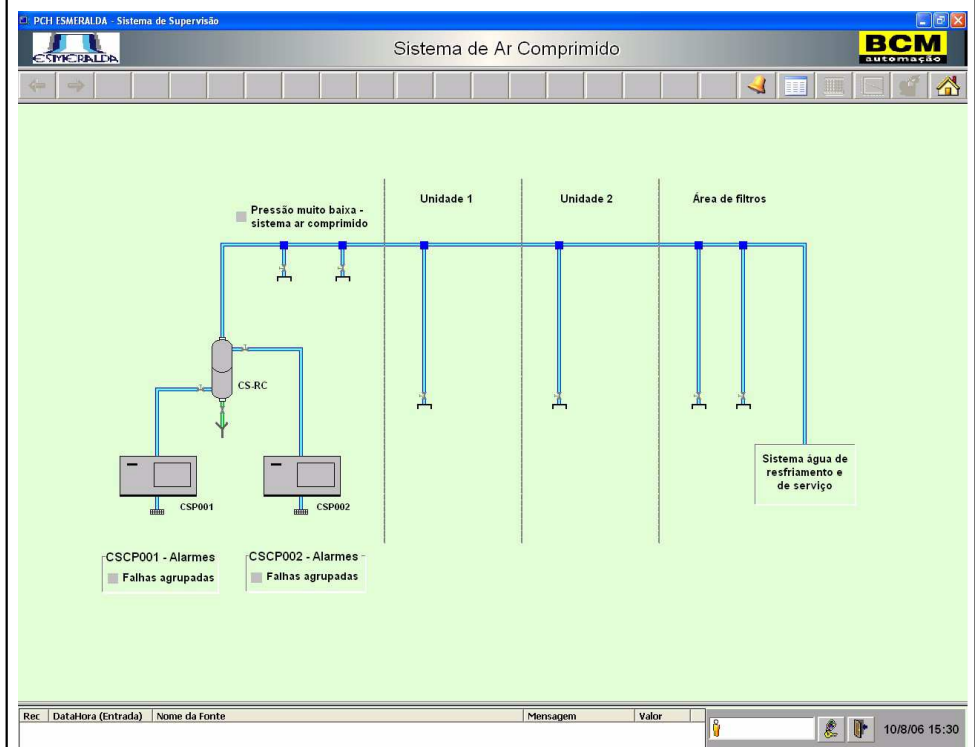
Monitoração do sistema de drenagem e esgotamento das unidades. Informa o nível de água do poço de drenagem e esgotamento e o estado das bombas.



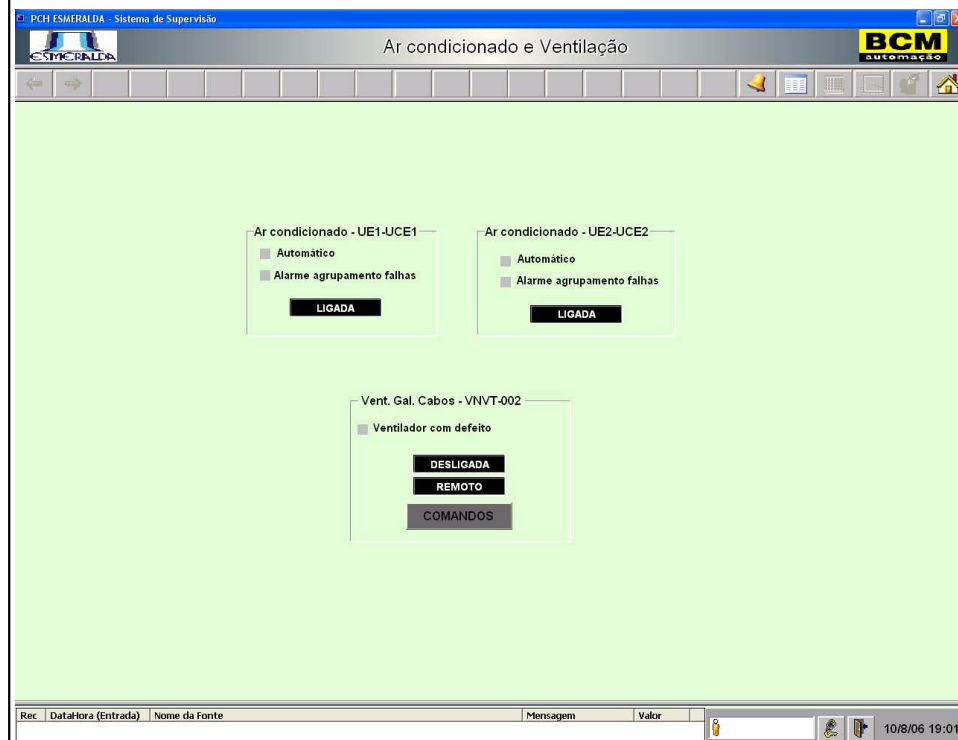
Monitoração do sistema de água para resfriamento:



Monitoração do sistema de ar-comprimado

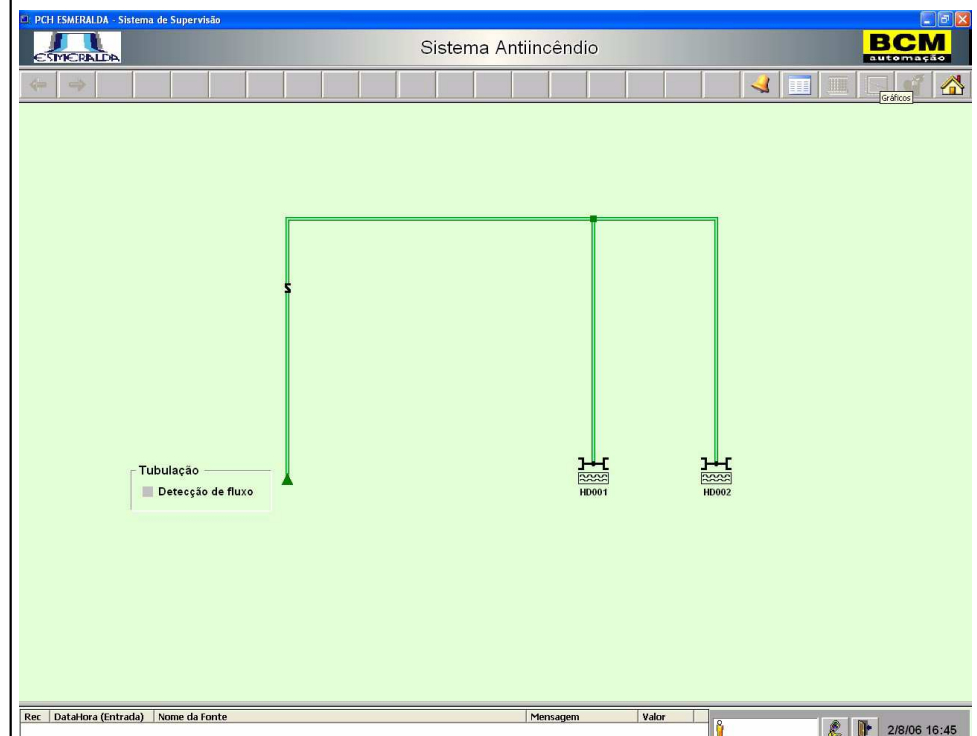


Monitoração e comando do sistema de ar-condicionado das unidades



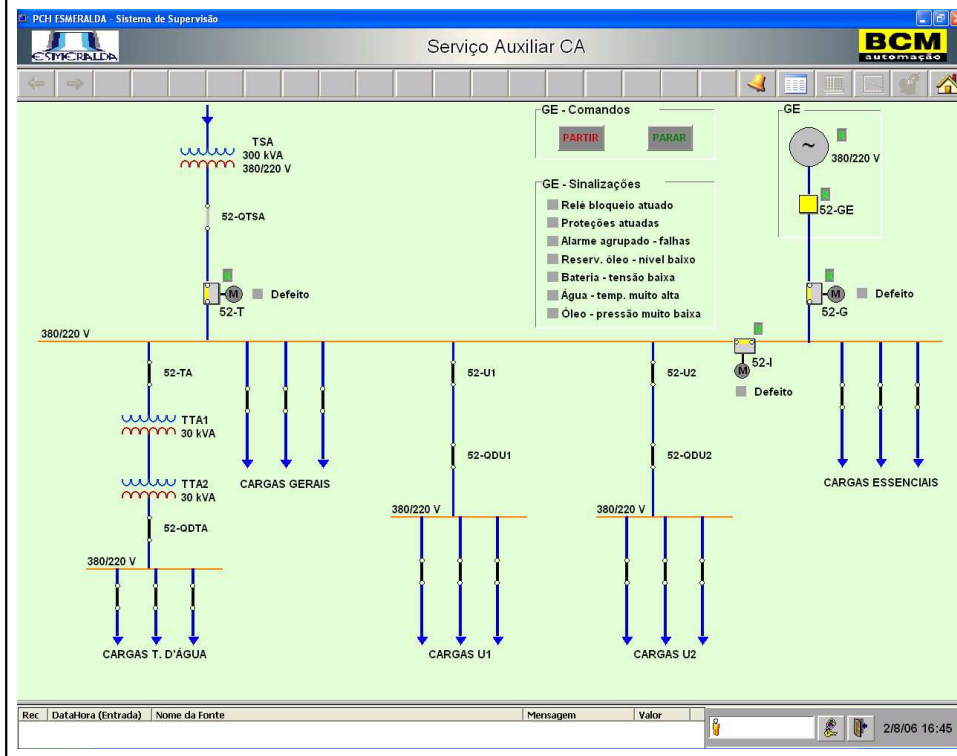
Monitoração do sistema anti-incêndio:

Indica que o sistema foi ativado, monitorando o fluxo de água entre a Central de Água e os "sprinklers".



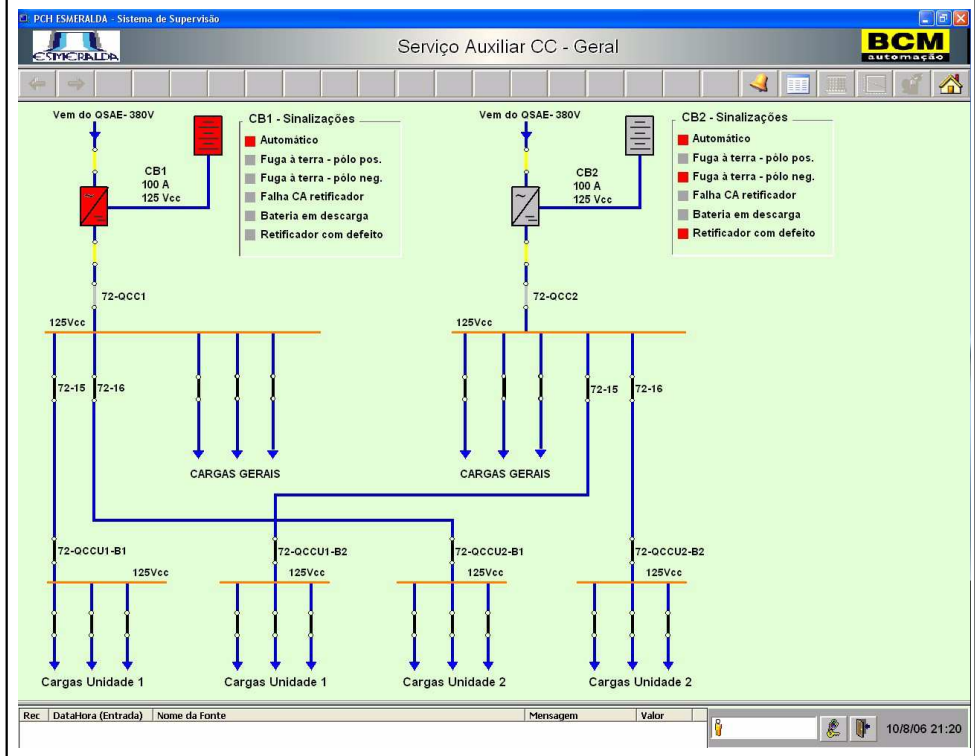
Monitoração e controle de serviços auxiliares CA e gerador:

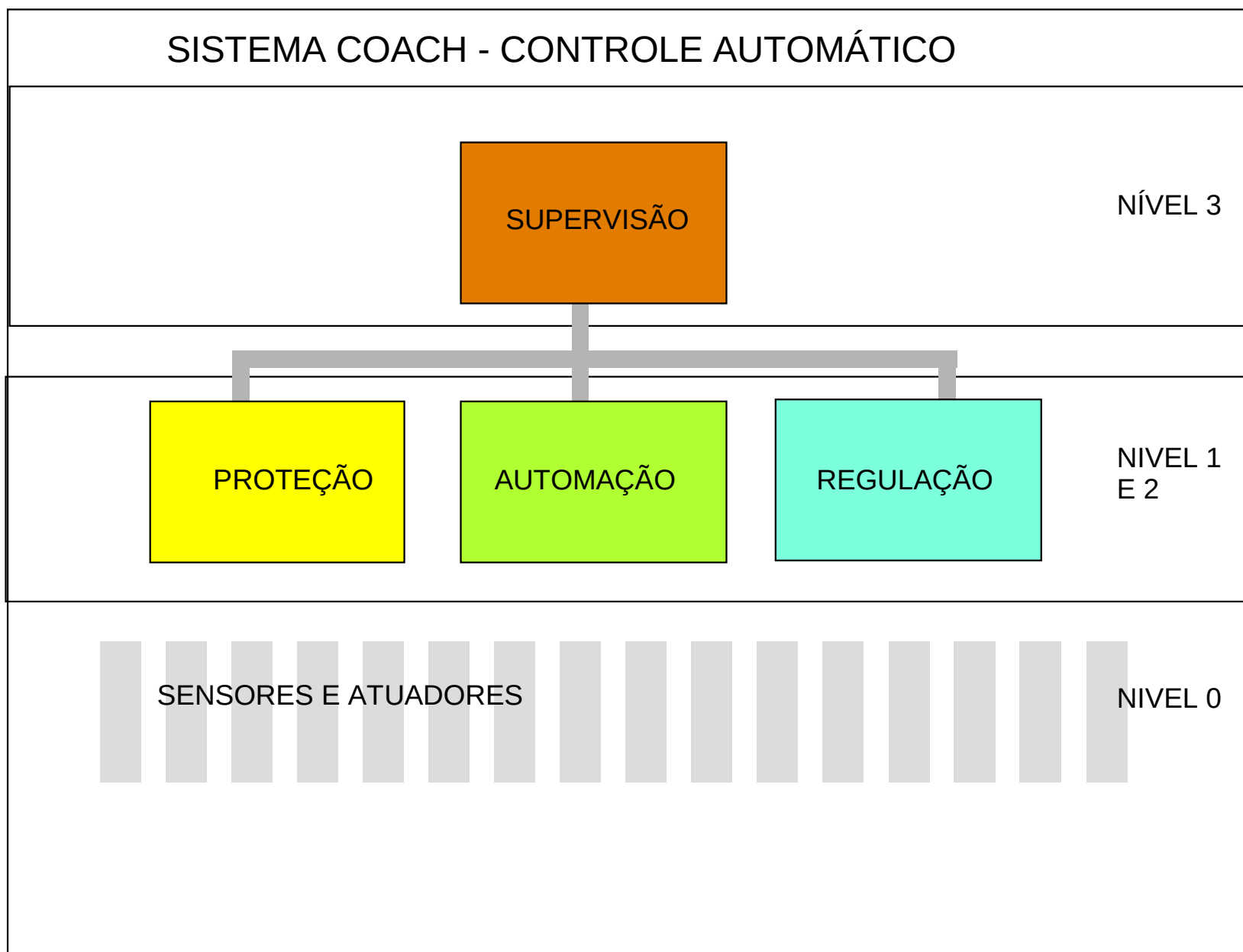
Informações dos serviços auxiliares CA e gerador de emergência e comandos para seccionadoras e partida/parada do gerador de emergência.



Monitoração e controle do sistema de serviços auxiliares CC:

Monitoração e controle das cargas do serviço auxiliar CC e dos retificadores.





COACH - INTEGRA OS SISTEMAS EM:

SUBSISTEMA DE REGULAÇÃO DO
CONJUNTO TURBINA/GERADOR

SUBSISTEMA DE PROTEÇÕES

SUBSISTEMA DE AUTOMAÇÃO DAS
FUNCIONALIDADES - SAFE

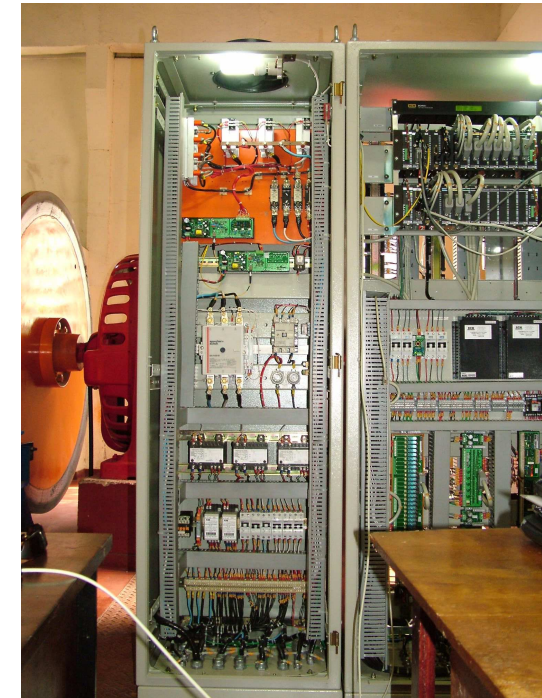


SUBSISTEMA DE REGULAÇÃO DO CONJUNTO TURBINA/GERADOR

REGULADOR DE VELOCIDADE - RAV

REGULADOR DE TENSÃO - RAT

SINCRONISMO



Estes são responsáveis pela operação do conjunto turbina-gerador, de acordo com os critérios projetados, incluindo a sua sincronização às redes elétricas existentes. Isto é feito através da regulação da velocidade da turbina-gerador e pela excitação de campo do gerador de modo a fornecer uma tensão constante em sua saída e reagindo às alterações de demandas, cargas e transitórios de acordo com o esquema de conexão à rede consumidor mantendo as características de tensão e velocidade do conjunto turbina-gerador dentro dos valores adequados para cada fase ou estado do sistema e pela sincronização destes à rede elétrica. Este subsistema de controle leva em conta para as suas ações, os estados em que o CTG se encontra, tais como: repouso, partida, sincronização, condições de regime e procedimentos para situações contingenciais.

SUBSISTEMA DE REGULAÇÃO DO CONJUNTO TURBINA/GERADOR

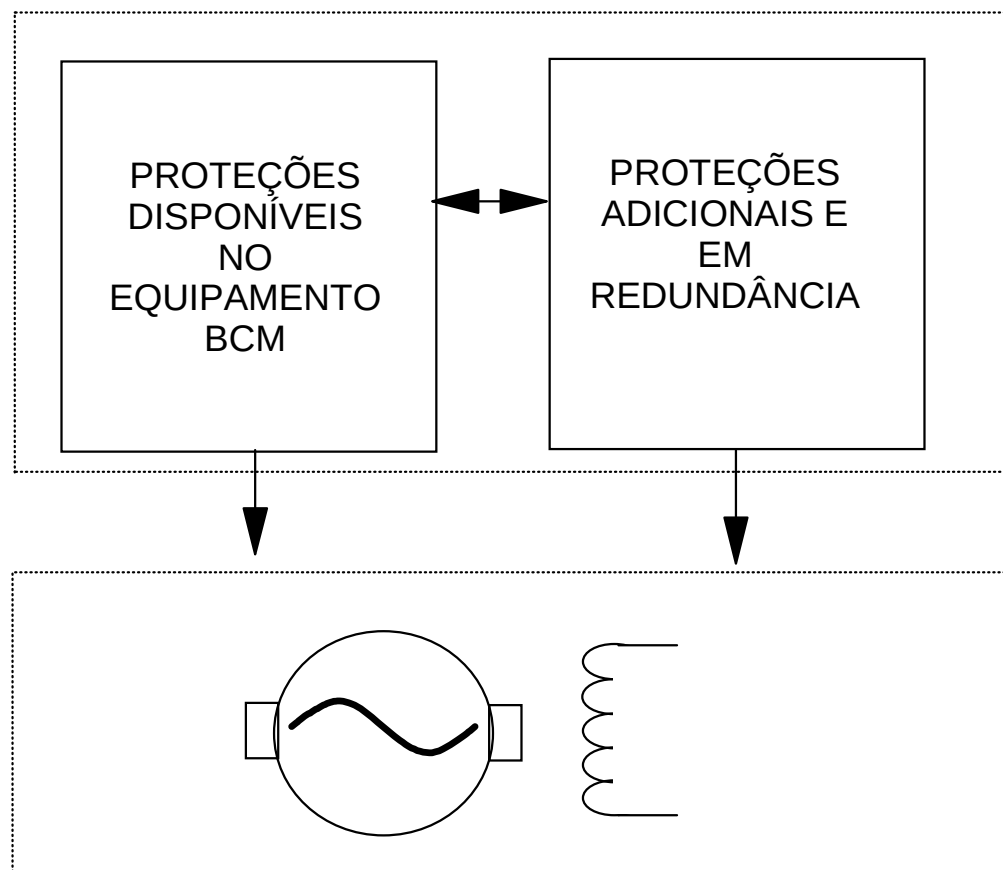
REGULADOR DE VELOCIDADE - RAV

REGULADOR DE TENSÃO - RAT

SINCRONISMO

Estes são responsáveis pela operação do conjunto turbina-gerador, de acordo com os critérios projetados, incluindo a sua sincronização às redes elétricas existentes. Isto é feito através da regulação da velocidade da turbina-gerador e pela excitação de campo do gerador de modo a fornecer uma tensão constante em sua saída e reagindo às alterações de demandas, cargas e transitórios de acordo com o esquema de conexão à rede consumidor mantendo as características de tensão e velocidade do conjunto turbina-gerador dentro dos valores adequados para cada fase ou estado do sistema e pela sincronização destes à rede elétrica. Este subsistema de controle leva em conta para as suas ações, os estados em que o CTG se encontra, tais como: repouso, partida, sincronização, condições de regime e procedimentos para situações contingenciais.

SUBSISTEMA DE PROTEÇÃO



SUBSISTEMA DE PROTEÇÃO

Funções ANSI de proteção disponíveis no equipamento BCM.

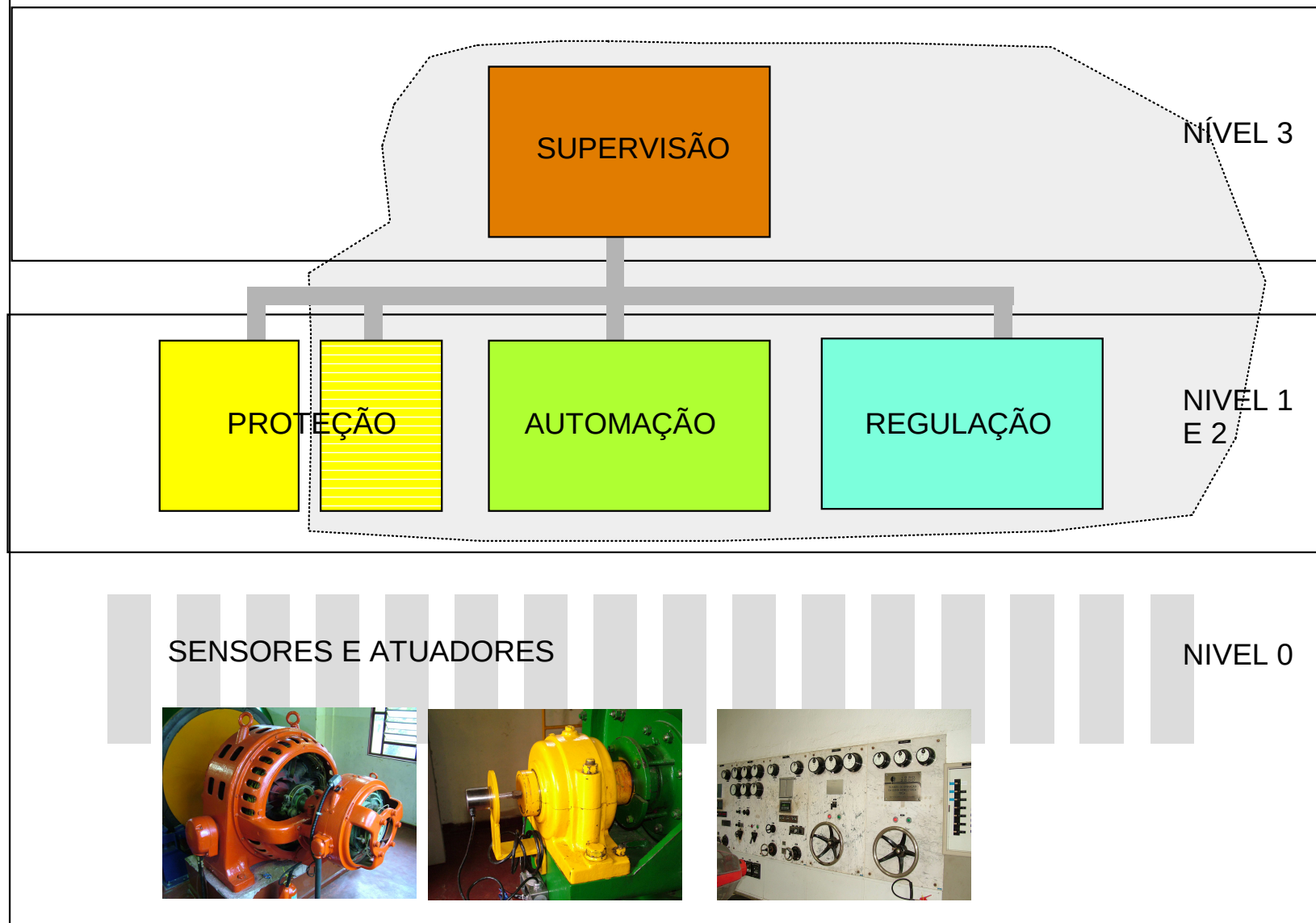
Nro ANSI	Denominação
3	função de verificação ou interbloqueio
12	dispositivo de sobrevelocidade
13	dispositivo de rotação síncrona
14	dispositivo de subvelocidade
15	dispositivo de ajuste ou comparação de velocidade ou frequência
23	dispositivo de controle de temperatura
24	Relé de sobreexcitação ou Volts por Hertz
25	relé de verificação de Sincronismo ou Sincronização
27	relé de subtensão
32	relé direcional de potência
37	relé de subcorrente ou subpotência
38	dispositivo de proteção de mancal
40	relé de perda de excitação
46	relé de desbalanceamento de corrente de fase
48	relé de sequência incompleta/ partida longa
50	relé de sobrecorrente instantâneo
53	relé para excitatriz ou gerador CC
55	relé de fator de potência
56	relé de aplicação de campo
58	relé de falha de retificação
59	relé de sobretensão
60	relé de balanço de tensão/ queima de fusíveis
61	relé de balanço de corrente
63	relé de pressão de gás (Buchholz)
66	relé de supervisão do número de partidas
67	relé direcional de sobrecorrente
76	relé de sobrecorrente CC
77	transmissor de impulsos
78	relé de medição de ângulo de fase/ proteção contra falta de sincronismo
81	relé de sub/ sobrefrequência

Este subsistema é responsável pelos seqüenciamentos e intertravamentos operacionais de toda a usina e seus sistemas auxiliares, envolvendo todas as lógicas de partida, parada, sincronismo, regime, contingências e outras .Normalmente este sistema engloba também a automação da subestação da usina e sua integração aos centros de controle.

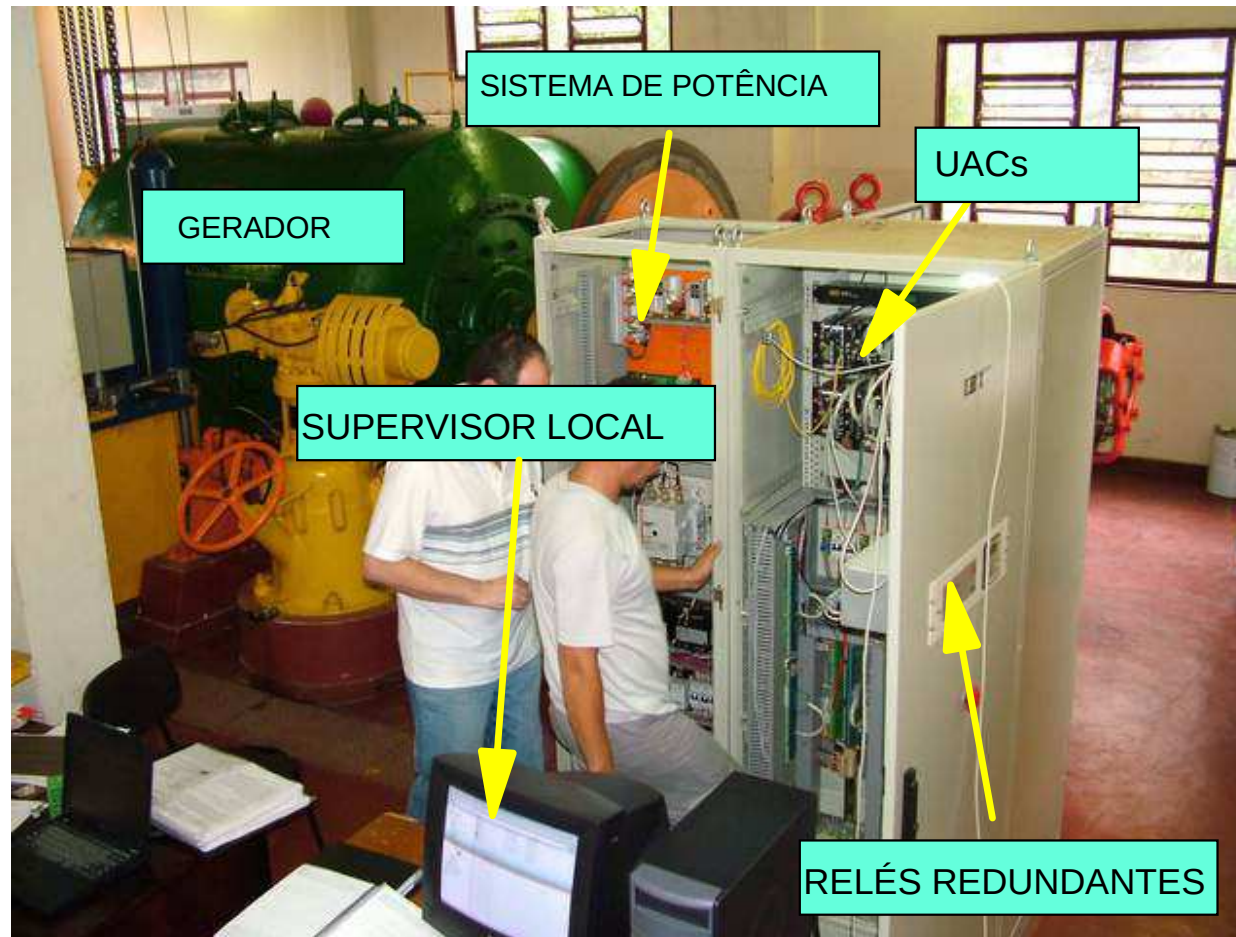
SUBSISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE FUNCIONALIDADES (SAFE)

- ☐ Garantir um seqüenciamento adequado nas partidas e paradas
- ☐ Monitorar as condições da usina
- ☐ Garantir o funcionamento e disponibilidade das utilidades
- ☐ Manter centros de operação informados acerca das condições da usina
- ☐ Auxiliar nas situações de contingência
- ☐ Permitir uma interface adequada entre os processos e os operadores da usina
- ☐ Permitir a comunicação entre a usina e os centros de controle
- ☐ Automatizar a subestação da usina

PARA GERADORES DE ATÉ 2 MW - INTEGRADOS NUM EQUIPAMENTO



EXEMPLO DE PCH COM SISTEMA COACH



CONCLUSÕES

A integração dos sistemas de controle e automação propiciou uma série de vantagens, listadas sucintamente abaixo:

- Menores custos gerais de equipamentos e instalações
- Diminuição dos custos de comissionamento e partida
- Integração das informações coletadas em campo
- Funcionamento mais confiável da usina
- Ampla gama de arquiteturas possíveis
- Redundâncias seletivas com menores custos
- Integração com centros de operação - COS
- Facilidade maior na manutenção
- Expansibilidade das funcionalidades facilitada
- Facilidade na compatibilização IEC 61850
- Redução substancial nos tempos de implementação