

Brasília, 26 de fevereiro de 2007.

**RELATÓRIO DE ATIVIDADES DE PROJETO DE PESQUISA**  
fevereiro/2007

**Edgar Jhonny Amaya Simeón**

FINATEC  
ELETRONORTE  
Universidade de Brasília – UnB

### **1. Objetivo**

Apresentar o trabalho feito no segundo trimestre do projeto de pesquisa que é parte integrante do projeto de modernização da área de automação de processos da usina hidrelétrica de Balbina, desenvolvido pelo programa de pesquisa e desenvolvimento tecnológico da empresa de geração e transmissão de energia elétrica, ELETRONORTE, em parceria com a FINATEC e UnB.

### **2. Atividades realizadas**

Podem ser listadas as seguintes atividades específicas:

- ✓ Implementacion de Controle avançado tais como Redes Neurais na planta didatica 3 da Smar nos dispositivos Fieldbus Foundation usando o Servidor OPC.
- ✓ Utilização dos softwares disponiveis com a planta tais como Logic View, Syscon, Process View, Asset View.
- ✓ Estudo e elaboração dos casos de uso UML usando o software JUDE para o sistema I-Kernel um sistema Inteligente para o SIMPREBAL sistema de manutenção Preditiva de Balbina.
- ✓ Visita Tecnica à Usina Hidreletrica de Balbina no periodo 08/01/2007 ao 09/02/2007, Localizado no Município de Presidente Figueredo no Estado de Amazonas a 107 km da cidade de Manaus. O lago de Balbina proporcionado pela construção da usina é localizado a 180 km da cidade de Manaus, no Rio Uatumã, um dos afluentes do Rio Amazonas.
- ✓ Estudo da Instrumentação Fieldbus Foundation Instalada na Usina de Balbina o acesso aos valores disponibilizados pelos transmissores no servidor OPC atraves de uma conexão cliente servidor usando Matlab 7 e JOPCClient em ambiente Java. Registro de todas as TAGs dos instrumentos instalador e por instalar os valores normais de operação. Elaboração de um sinotico usando o GUI de Matlab para a instrumentação de Temperatura da Usina Hidreletrica de Balbina.
- ✓ Elaboração de Abstracts submetidos ao COBEM 2007 - 19th International Congress of Mechanical Engineering

- ✓ Estudo das ferramentas de aquisição de dados para implementação do sistema inteligente via OPC usando Microsoft Visual Studio Net e aplicativos em Java.

### 3. Cadastro da Instrumentação Fieldbus Foundation da Usina Hidreletrica de Balbina

#### UGH01 Unidade Geradora Hidráulica

#### GEP01 GERADOR ELÉTRICO PRINCIPAL

##### Equipamentos

Rotor

Anéis Coletores

Cubículo Terminal de Neutro

TC's Fases A, B e V Saída do Gerador Barr

Caixa Geral de Terminais

Cubículo Terminal de Fases e Surto

Estator

Sistema de Resfriamento

Acopladores/Sensores - Med. PDA Sistem

Medidor de Descargas Parciais 01

Medidor de Descarga Parcial - PDA Sistem

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G149G1A	Temperatura do enrolamento do estator fase A	85	130	155	0-200 °C
G149G1B	Temperatura do enrolamento do estator fase B	85	130	155	0-200 °C
G149G1V	Temperatura do enrolamento do estator fase V	85	130	155	0-200 °C
G149G2A	Temperatura do núcleo do estator fase A	80	não	não	0-200 °C
G149G2B	Temperatura do núcleo do estator fase B	80	não	não	0-200 °C
G149G2V	Temperatura do núcleo do estator fase V	80	não	não	0-200 °C

#### SRG01 Sistema de Resfriamento do Gerador

##### Equipamentos

Radiador 01, Radiador 02, Radiador 03, Radiador 04, Radiador 05, Radiador 06,

Radiador 07 e Radiador 08

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA.
G126GAF1	Temperatura de ar frio do radiador n° 1	44	45	não	20-60 °C
G126GAF2	Temperatura de ar frio do radiador n° 2	44	45	não	20-60 °C
G126GAF3	Temperatura de ar frio do radiador n° 3	44	45	não	20-60 °C
G126GAF4	Temperatura de ar frio do radiador n° 4	44	45	não	20-60 °C
G126GAF5	Temperatura de ar frio do radiador n° 5	44	45	não	20-60 °C
G126GAF6	Temperatura de ar frio do radiador n° 6	44	45	não	20-60 °C
G126GAF7	Temperatura de ar frio do radiador n° 7	44	45	não	20-60 °C
G126GAF8	Temperatura de ar frio do radiador n° 8	44	45	não	20-60 °C
G126GAQ1	Temperatura de ar quente	65	75	85	20-100°C

## BRB01 Barramento Blindado

ALM / HI	21	ALM.
CONDIÇÃO 2	20	desliga o compressor do sistema de pressurização, através da SD G163PBBA.
CONDIÇÃO 1	5	liga o compressor do sistema de pressurização, através da SD G163PBBA.
ALM / LO	4	ALM.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G163PBB	Pressão do sistema de pressurização do barramento blindado	N	20	não	0-50 mbar

## CTN01 Cubículo Terminal de Neutro

## CTF01 Cubículo Terminal de Fase

## SRT01 - Sistema de Regulação de Tensão

### Equipamentos

Pontes Retificadoras (Tiristores)  
Regulador Manual  
Regulador Automático  
Motoventiladores de Refrigeração  
Cartelas Eletrônicas  
Trafo de Excitação  
Contator de Campo  
Transdutores Para medição

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G149TEA1	Temperatura do trafo de excitação fase A enrolamento nº 1	96	110	130	0-200 °C
G149TEA2	Temperatura do trafo de excitação fase A enrolamento nº 2	96	110	130	0-200 °C
G149TEB1	Temperatura do trafo de excitação fase B enrolamento nº 1	93	110	130	0-200 °C
G149TEB2	Temperatura do trafo de excitação fase B enrolamento nº 2	93	110	130	0-200 °C
G149TEV1	Temperatura do trafo de excitação fase V enrolamento nº 1	99	110	130	0-200 °C
G149TEV2	Temperatura do trafo de excitação fase V enrolamento nº 2	99	110	130	0-200 °C

## SMN01 SISTEMA DE MANCAL

### MGT01 Mancal Guia da Turbina (Mancal Guia Inferior)

#### Equipamentos

Patins (Sapata)  
Cuba de Óleo  
Sensores de Temperatura (Sondas)

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G138MK1	Temperatura do metal do mancal guia inferior nº 1	54	75	85	0-200 °C
G138MK2	Temperatura do metal do mancal guia inferior nº 2	54	75	85	0-200 °C
G138MK3	Temperatura do metal do mancal guia inferior nº 3	54	75	85	0-200 °C
G138MJ1	Temperatura do óleo do mancal guia inferior nº 1	53	70	não	0-200 °C
G138MJ2	Temperatura do óleo do mancal guia inferior nº 2	53	70	não	0-200 °C
G138MJ3	Temperatura do óleo do mancal guia inferior nº 3	53	70	não	0-200 °C
G163MS	Pressão de óleo na cuba	N	0.25	0.06	0-10 bar

### Itens de PV

ItmPv138MK1 = additem(grp\_PvGdr1,'138MK1\_AI1.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138MK2 = additem(grp\_PvGdr1,'138MK2\_AI1.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138MK3 = additem(grp\_PvGdr1,'138MK3\_AI2.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138MJ1 = additem(grp\_PvGdr1,'138MJ1\_AI2.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138MJ2 = additem(grp\_PvGdr1,'138MJ2\_AI1.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138MJ3 = additem(grp\_PvGdr1,'138MJ3\_ALM.OUT.VALUE','single');

### Itens de Alarme

ItmAlm138MK1 = additem(grp\_AlmGdr1,'138MK1\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138MK2 = additem(grp\_AlmGdr1,'138MK2\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138MK3 = additem(grp\_AlmGdr1,'138MK3\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138MJ1 = additem(grp\_AlmGdr1,'138MJ1\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138MJ2 = additem(grp\_AlmGdr1,'138MJ2\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138MJ3 = additem(grp\_AlmGdr1,'138MJ3\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');

### Itens de Trip

ItmTrip138MK1 = additem(grp\_TripGdr1,'138MK1\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138MK2 = additem(grp\_TripGdr1,'138MK2\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138MK3 = additem(grp\_TripGdr1,'138MK3\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');

## MGG01Mancal Guia do Gerador (Mancal Guia Superior)

### Equipamentos

Patins (Sapata)

Cuba de Óleo

Sensores de Temperatura (Sondas)

condição para G171GMO

Condição	>= 20	intertravamento na pré-condição para partida da máquina.
ALM / HI	260	gera alarme no campo, através da SD G171GMOAA.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G171GMO	Nível de óleo da cuba	N	20	10	0-300 mmH2O
G138GMM1	Temperatura do metal do mancal guia superior nº 1	59	80	85	0-200 °C
G138GMM2	Temperatura do metal do mancal guia superior nº 2	59	80	85	0-200 °C
G138GMM3	Temperatura do metal do mancal guia superior nº 3	59	80	85	0-200 °C
G138GMO1	Temperatura do óleo do mancal guia superior nº 1	55	70	75	0-200 °C
G138GMO2	Temperatura do óleo do mancal guia superior nº 2	55	70	75	0-200 °C
G138GMO3	Temperatura do óleo do mancal guia superior nº 3	55	70	75	0-200 °C

### Itens de PV

ItmPv138GMM1 = additem(grp\_PvGdr1,'138GMM1\_AI1.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138GMM2 = additem(grp\_PvGdr1,'138GMM2\_AI2.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138GMM3 = additem(grp\_PvGdr1,'138GMM3\_AI1.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138GMO1 = additem(grp\_PvGdr1,'138GMO1\_AI1.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138GMO2 = additem(grp\_PvGdr1,'138GMO2\_AI2.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138GMO3 = additem(grp\_PvGdr1,'138GMO3\_ALM.OUT.VALUE','single');

### Itens de Alarme

ItmAlm138GMM1 = additem(grp\_AlmGdr1,'138GMM1\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138GMM2 = additem(grp\_AlmGdr1,'138GMM2\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138GMM3 = additem(grp\_AlmGdr1,'138GMM3\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138GMO1 = additem(grp\_AlmGdr1,'138GMO1\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138GMO2 = additem(grp\_AlmGdr1,'138GMO2\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138GMO3 = additem(grp\_AlmGdr1,'138GMO3\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');

### Itens de Trip

ItmTrip138GMM1 = additem(grp\_TripGdr1,'138GMM1\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138GMM2 = additem(grp\_TripGdr1,'138GMM2\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138GMM3 = additem(grp\_TripGdr1,'138GMM3\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138GMO1 = additem(grp\_TripGdr1,'138GMO1\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138GMO2 = additem(grp\_TripGdr1,'138GMO2\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138GMO3 = additem(grp\_TripGdr1,'138GMO3\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');

### MCB01 Mancal Combinado (Guia/Escora)

#### Equipamentos

Patins

Sapatas do Mancal Guia

Sapatas do Mancal Escora

Cuba de Óleo

Sensores de Temperatura (Sondas)

Se G163CS >60

intertravamento no CKT de partida da máquina

condição para G171MC

TRIP/LOLO	15	gera alarme no campo e TRIP, através da SD G171MDA.
ALM / LO	30	intertravamento na pré-condição da partida da máquina por nível baixo de óleo na cuba.
Condição	>30	intertravamento na pré-condição para partida da máquina.
ALM / HI	280	gera alarme no campo, através da SD G171MCA.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G163CS	Pressão de óleo de injeção do mancal escora	N	60	não	0-200 bar
G171MC	Nível de óleo na cuba	N	30	15	0-400 mmH2O
G138MG1	Temperatura do metal do mancal guia intermediário nº 1	51	75	85	0-200 °C
G138MG2	Temperatura do metal do mancal guia intermediário nº 2	51	75	85	0-200 °C
G138MG3	Temperatura do metal do mancal guia intermediário nº 3	51	75	85	0-200 °C
G138ME1	Temperatura do metal do mancal escora nº 1	72	85	90	0-200 °C
G138ME2	Temperatura do metal do mancal escora nº 2	72	85	90	0-200 °C
G138ME3	Temperatura do metal do mancal escora nº 3	72	85	90	0-200 °C
G138MI	Temperatura de óleo da cuba do mancal combinado	51	75	não	0-200 °C

### Itens de PV

ItmPv138MG1 = additem(grp\_PvGdr1,'138MG1\_AI1.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138MG2 = additem(grp\_PvGdr1,'138MG2\_AI1.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138MG3 = additem(grp\_PvGdr1,'138MG3\_AI2.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138ME1 = additem(grp\_PvGdr1,'138ME1\_AI1.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138ME2 = additem(grp\_PvGdr1,'138ME2\_AI2.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138ME3 = additem(grp\_PvGdr1,'138ME3\_AI1.OUT.VALUE','single');  
ItmPv138MI = additem(grp\_PvGdr1,'138MI\_AI2.OUT.VALUE','single');

### Itens de Alarme

ItmAlm138MG1 = additem(grp\_AlmGdr1,'138MG1\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138MG2 = additem(grp\_AlmGdr1,'138MG2\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138MG3 = additem(grp\_AlmGdr1,'138MG3\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138ME1 = additem(grp\_AlmGdr1,'138ME1\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138ME2 = additem(grp\_AlmGdr1,'138ME2\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138ME3 = additem(grp\_AlmGdr1,'138ME3\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmAlm138MI = additem(grp\_AlmGdr1,'138MI\_ALM.HI\_LIM.VALUE','single');

### Itens de Trip

ItmTrip138MG1 = additem(grp\_TripGdr1,'138MG1\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138MG2 = additem(grp\_TripGdr1,'138MG2\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138MG3 = additem(grp\_TripGdr1,'138MG3\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138ME1 = additem(grp\_TripGdr1,'138ME1\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138ME2 = additem(grp\_TripGdr1,'138ME2\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');  
ItmTrip138ME3 = additem(grp\_TripGdr1,'138ME3\_TRIP.HI\_HI\_LIM.VALUE','single');

## SLR01 Sist. de Lub. e Ref. do Man Guia do Gdor e Combinado

### Sist. de Lub. e Resf. do Mancal Guia do Gerador

#### Equipamentos

Bomba 1  
Motor Elétrico da Bomba 1  
Bomba 2  
Motor Elétrico da Bomba 2  
Trocador de Calor  
Filtros 1 e 2

Se G180GMO maior 28  
Intertravamento no CKT de partida máquina por baixa vazão

Se G180GMA maior 60  
Intertravamento na pré-condição

Condição para G163B1 e G163B2

TRIP/LOLO	2	desliga bba prioritária e liga bba reserva na pressão baixa (estas condições valem para o E3 PLUS)
ALM / LO	2,5	
ALM / HI	5	
ALM / HIHI TRIP/HIHI	6	desliga bba prioritária e liga bba reserva na pressão alta (estas condições valem para o E3 PLUS)

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G180GMO	Vazão de óleo	N	28	19	0-200 l/min
G180GMA	Vazão de água	N	60	40	0-200 l/min
G126ATMGSS	Temperatura de água na saída do trocador de calor	66	35	não	20-50 °C
G126OTMGSE	Temperatura do óleo na entrada do trocador de calor	47	55	não	20-70 °C
G126OTMGSS	Temperatura do óleo na saída do trocador de calor	30	55	não	20-70 °C
G163B1	Pressão na saída da motobomba 01	4.8	Ver Condição		0-10 bar
G163B2	Pressão na saída da motobomba 02	4.8	Ver Condição		0-10 bar
G163FOMGS	Pressão diferencial do filtro de óleo	1.6	2	não	0-2.5 bar

### Sist. de Lub. e Resf. do Mancal Combinado

#### Equipamentos

Bomba AI

Motor Elétrico da Bomba AI

Bomba AJ

Motor Elétrico da Bomba AJ

Filtro Duplo

Trocador de Calor

Painel Elétrico de Comando e Controle

Se G180GMM maior 20

intertravamento no CKT de partida da máquina por baixa vazão.

Se G180LP maior 25

intertravamento para comando de partida da bomba AH e AG.

Se G163LW = 0

intertravamento no CKT de partida da máquina.

Se G163LV = 0

intertravamento no CKT de partida da máquina.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G180LP	Vazão de óleo	N	25	19	0-200 l/min
G180GMM	Vazão de água	N	20	19	0-200 l/min
G163LW	Pressão na saída da motobomba AH	N	50	35	0-150 bar
G163LV	Pressão na saída da motobomba AG	N	50	35	0-200 bar
G163LX	Pressão na saída da motobomba AI	3.1	2	1.2	1-10 bar
G163LY	Pressão na saída da motobomba AJ	3.1	2	1.2	1-10 bar
G163MB	Pressão diferencial dos filtros de óleo	1.9	0.5	não	0-2.5 bar
G126ATMCS	Temperatura de água na saída do trocador de calor	N	35	não	20-50 °C
G126OTMCE	Temperatura de óleo na entrada do trocador de calor	45	55	não	20-70 °C
DT302-1	Densidade do óleo no mancal combinado	0.865	0.87	não	0.5-1.2
DT302-T	Temperatura do óleo na tubulação na entrada da cuba	47	não	não	

lTmPvDT3021 = additem(grp\_PvGdr1,'DT302-1\_AI1.OUT.VALUE','single');  
lTmPvDT302T1 = additem(grp\_PvGdr1,'DT302-T\_1.OUT.VALUE','single');

## **SPC01 SISTEMA DE PROTEÇÃO E CONTROLE**

### **Equipamentos**

Relé de Sincronismo  
Relé de Subtensão do Gerador  
Relé de Subtensão da LT6CR (Lado UHE)  
Relé de Proteção Motor Gerador 1  
Relé de Proteção Motor Potência Ativa Nula  
Relé de Proteção Motor Potência Reativa Nula  
Relé de Perda de Excitação  
Relé de Desequilíbrio de Corrente R46.TI  
Relé de Desequilíbrio de Corrente R46.YD  
Relé Térmico do Estator - Fase A  
Relé Térmico do Estator - Fase B  
Relé Térmico do Estator - Fase V  
Relé Sobrecorrente de Fase Inst/Temp.  
Relé Sobrecorrente de Neutro Inst/Temp.  
Relé Sobrecorrente Inst/Temp. de Terra TF.1  
Relé Sobrecorrente Inst/Temp. Trans. Excit.  
Relé Sobrecorrente Inst/Temp. de Terra TR.1  
Relé Sobrecorrente Inst/Temp. - Lado UHE R50.1N  
Relé Sobrecorrente Inst/Temp. - Lado UHE R50.1P  
Relé Sobrecorrente Inst/Temp. - Lado SE R50.2N  
Relé Sobrecorrente Inst/Temp. - Lado UHE R50.2P  
Relé Sobretensão Temp. Fase A (Lado UHE)  
Relé Sobretensão Temp. Fase B (Lado UHE)  
Relé Sobretensão Temp. Fase V (Lado UHE)  
Relé de Desequilíbrio de Tensão R60.V1  
Relé de Desequilíbrio de Tensão R60.V2  
Relé de Proteção de Terra no Estator  
Relé de Proteção de Terra no Rotor  
Relé de Supervisão - Fio Piloto  
Relé de Sobrefrequência  
Relé de Bloqueio p/ Def. Aut. H-M-E  
Relé de Bloqueio p/ Def. Aut. P/P  
Relé de Bloqueio p/ Defeitos Elétricos  
Relé de Bloqueio p/ Defeitos Hidráulicos  
Relé de Bloqueio p/ Defeitos Mecânicos  
Relé de Bloqueio p/ Defeitos Tipo P1  
Relé de Bloqueio p/ Defeitos Tipo P2  
Relé de Bloqueio p/ Falta de Tensão  
Relé Diferencial do Gerador  
Relé Diferencial da Unidade  
Relé Diferencial Fio Piloto  
Relé Temp. Diferencial Fio Piloto  
Relé de Sobre Excitação  
Sistema de Proteção - Deslig. Rápido - DDR1000  
Relés Auxiliares do Gerador  
Relés Principais do Gerador  
Relés Auxiliares do Regulador de Tensão  
Relés Auxiliares do Regulador de Velocidade  
Relés de Proteção do TF6.01  
Relés Auxiliares da Turbina Hidráulica



QLC01 Quadro de Comando e Controle Local  
 Chaves de Comando e Controle do Grupo  
 Aparelhos de Medição  
 Anunciadores e Alarmes  
 PCC01 Proteção de Comando e Controle  
 PTF01 Proteção do Transformador  
 PRV01 Proteção do Regulador de Velocidade  
 PRT01 Proteção do Regulador de Tensão  
 PLT01 Proteção da Linha de Transmissão  
 PTH01 Proteção da Turbina  
 PGE01 Proteção do Gerador

## **THP01 TURBINA HIDRÁULICA PRINCIPAL**

### **Equipamentos**

Rotor  
 Eixo  
 Sistema de Água de Resfriamento dos Carvões  
 Pás do Rotor  
 Ogiva  
 Servo Motor das Pás  
 Cabeçote Kaplan

### **SVE01 Sistema de Vedação do Eixo da Turbina**

#### **Equipamentos**

Junta de Manutenção  
 Junta de Carvão  
 Fluxostato/Pressostato  
 Tubulações/Válvulas

Se G180MP maior que 90  
intertravamento na pré-condição de partida da máquina.

Se G163CW = 0  
intertravamento na pré-condição de partida da máquina.

<b>TAG</b>	<b>Descrição</b>	<b>PV</b>	<b>ALM</b>	<b>TRIP</b>	<b>FAIXA</b>
G180MP	Vazão de água de vedação	N	90	não	0-200 l/min
G163MQ	Pressão de água de vedação do eixo	N	2.5	1	0-10 bar
G163AVE	Pressão diferencial da água de vedação do eixo	N	2	não	0-10 bar
G163CW	Pressão de água da junta de manutenção	N	2	não	0-10 bar
G126AVE	Temperatura da água de vedação do eixo da turbina				

### **SRV01 Sistema de Regulação de Velocidade**

#### **Equipamentos**

Bomba AE  
 Motor Elétrico da Bomba AE  
 Bomba AF  
 Motor Elétrico da Bomba AF  
 Filtros de Óleo  
 Trocadores de Calor  
 Acumulador Ar/Óleo  
 Acumulador Ar

Tanque de Óleo Sem Pressão  
 Válvulas/Tubulações  
 Regulador Hidráulico  
 Regulador Eletrônico  
 Transdutores de Posição  
 Transdutores de Potência Ativa

### Sistema de Resfriamento

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G180MN	Vazão de água do trocador de calor	N	35	não	0-200 l/min
G126AR	Temperatura da água de resfriamento	34	35	não	0-200 °C
G126LK	Temperatura do óleo de regulação	46	48	55	0-200 °C

lrmPv126LK = additem(grp\_PvGdr1,'126LK\_AI1.OUT.VALUE','single');  
 lrmPv126AR = additem(grp\_PvGdr1,'126AR\_AI2.OUT.VALUE','single');

### Sistema de Alimentação de Óleo

Se G163CR = 36.8

intertravamento para abertura da válvula de isolamento, através da SD G1 20BBOA, considerando a subida de pressão.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G171LI	Nível de óleo do tanque sem pressão	N	400	350	0-1200 mmH2O
G163CR	Pressão de óleo de regulação	38	35		0-60 bar
G1DTOR	Densidade do óleo de regulação	N	Não definida ainda		

### Sistema de Comando Hidráulico

Condições para G171LA

ALM / HIHI	1637	PV e ALM no supervisório e gera alarme no campo através da SD G171LCA.
ALM / HI	1587	PV supervisório , pré-condição para comandar a eletro-válvula de injeção de ar no balão de 40bar, através da SD G171CJA.
Condição	maior igual 1437	PV no supervisório e intertravamento no CKT de partida da máquina (pré-condição) quando o nível está abaixo desta faixa.
ALM/LO	1287	PV e ALM no supervisório e pré-condição para ligar a bba reserva (AE ou AF) de óleo de regulação via SMC.
ALM / LOLO	834	PV e ALM no supervisório e gera alarme no campo, através da SD G171LD1A.

TRIP / LOLOLO	799	PV e ALM. no supervisório, gera alarme no campo e TRIP na máquina, através da SD G171LD2A.
TRIP / LOLOLOLO	420	PV e ALM no supervisório, gera alarme no campo e trip da máquina, através da SD G1LEA, comanda o fechamento da válvula de isolamento., através da SD G120BBCA e faz a partida de emergência das motobombas AE e AF, através do SMC.

Se G163LGF > 41

intertravamento no fechamento da eletro-válvula de injeção de ar no balão de 40 bar.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G171LA	Nível de óleo do acumulador ar/óleo	N	Ver Condições		0-2000 mmH2O
G1TPA	Posição do nível de óleo do acumulador ar/óleo	N	Não definida ainda		
G163LGF	Pressão de óleo do acumulador ar/óleo	40	34	31	0-60 bar

#### SMD01 Sistema Distribuidor da Turbina

##### Equipamentos

Pré-Distribuidor

Servo-Motor

Anel Superior

Anel Inferior

Palhetas Móveis

Tampa Inferior

Pinos de Cizalhamento

Caixas de Passagens (Fins de Curso)

#### SAD01 Sistema de Adução e Descarga da Turbina

Caixa Espiral

Tubo de Sucção

Septos Divisores

Válvulas de Esgotamento e Drenagem

Poços das Válvulas de Esgotamento/ Drenagem

Se G163PEP ?? 3.2

intertravamento no ckt de comando de abertura das comportas de tomada água quando a pressão for de 3,2 bar.

#### Condições para PESU

ALM / HI	22000	
C5	6000	liga a segunda motobomba BS01 ou BS02 de esgotamento, através do SMC.
C4	5000	liga primeira a motobomba BS01 ou BS02 de esgotamento, através do SMC..
C3	3000	desliga as motobombas BS01 ou BS02 de esgotamento, através do SMC.

ALM / LO	2900	desliga as motobombas BS01 ou BS02 de esgotamento, através do SMC.
C2	2800	liga motobomba BS03 de esvaziamento, através do E3PLUS.
C1	920	desliga a motobomba BS03 de esvaziamento, através do E3PLUS.
ALM / LOLO	820	desliga motobomba BS03 de esvaziamento, através do E3PLUS.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G163RJ	Pressão diferencial de água turbinada	N			0-7000 mmH2O
G163DJ	Pressão da água da caixa espiral	N			0-10 bar
G163PEP	Pressão estabelecida da caixa espiral normal	N			0-10 bar
G163TS	Pressão no tubo de sucção	N			0-5 bar
PESU	Nível do poço de esgotamento da turbina	N	Ver Condições		0-26000 mmH2O

### SLF01 Sistema de Levantamento e Frenagem

#### Equipamentos

Macacos Pneumáticos

Reservatório de Ar (7,0 BAR)

Eletroválvula

Pista de Frenagem (Placas)

Bomba de Levantamento

Motor Elétrico da Bomba de Levantamento

Reservatório de Óleo

Painel Elétrico de Comando e Controle

Filtro de Ar (Sistema de Frenagem)

Se G163AF < 4

intertravamento no CKT de partida da máquina por pressão baixa.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G163AF	Pressão de ar de frenagem	8.2	4	não	0-15 bar
G163FI	Pressão de frenagem indevida	N	0.5	não	0-10 bar

### SDT01 Sistema de Drenagem da Tampa da Turbina

#### Equipamentos

Bomba AK

Motor Elétrico da Bomba AK

Bomba AL

Motor Elétrico da Bomba AL

Painel Elétrico de Comando e Controle

Chaves de Nível

Condição para G171SDT

TRIP / HIHI	300	gera alarme no campo e TRIP, através da SD G171LQA.
ALM / HI	250	gera alarme no campo, através da SD G171CHA e liga a 2ª motobomba (AK e AL), através do E3PLUS.
Condição 1	150	liga a 1ª motobomba AK ou AL, via E3PLUS, através do E3PLUS.
Condição 2	50	desliga as duas motobombas AK ou AL, através do E3PLUS.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G171SDT	Nível de água do poço de drenagem da turbina	N	250	300	0-400 mmH2O
G163BAKL	Pressão de água na saída das motobombas AK/AL	N	2	1.5	0-10 bar

**SVA01 Sistema da Válvula de Aeração**

**Equipamentos**

Válvula de Aeração - Lado Jusante

Válvula de Aeração - Lado Montante

**SME01 SISTEMA DE MEDIÇÃO**

**CTA01 Comportas da Tomada D'água**

**Equipamentos**

Central Hidráulica

Painel de Comando e Controle Local

Chaves Fins-de-Curso

Motobomba Alta Pressão/Baixa Vazão

Motobomba de Baixa Pressão/Alta Vazão

Caixa de Terminais

Eletroválvulas

Bomba Manual

Indicador de Posição da Comporta - Sec.

Condições para G163PBA

ALM / LOLO TRIP/LOLO	30	Desliga a motobomba principal (MBCT1 ou MBCT2) e liga motobomba reserva (MBCT1 ou MBCT2).
ALM / LO	60	
ALM HI	120	
ALM / HIHI TRIP/HIHI	153	desliga a motobomba principal (MBCT1 ou MBCT2) ou a reserva (MBCT1 ou MBCT2).

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G163PC	Pressão diferencial de perda de carga das comportas	N	3	não	0-10 bar
G163PBA	Pressão de óleo na saída das motobombas das comportas de tomada d'água	N	Ver Condições		0-200 bar
G163TC	Pressão de óleo na tubulação das comportas de tomada d'água	N	80	não	0-200 bar
G171CB	Nível de óleo na centralina das comportas de tomada d'água	N	250	200	0-1200 mmH2O

### TF601 Transformador Elevador

#### Equipamentos

Óleo Mineral Isolante

Motobombas de Circulação de Óleo

Motoventiladores

Painel de Supervisão

Indicador de Posição dos TAP'S

Transformador de Corrente TCH 0/1/2/3I

Transformadores de Corrente TCH 1/2/3J

Transformadores de Corrente TCH0J

Transformador de Corrente TCH2K

Transformador de Corrente TCX2J

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G149TP	Temperatura do enrolamento primário do trafo elevador	55	105	120	0-200 °C
G149TS	Temperatura do enrolamento secundário do trafo elevador	58	105	120	0-200 °C
G126F	Temperatura de óleo	49	85	95	0-200 °C

### LT601 Linha de Transmissão 230 kV - (Usina/SE)

#### Equipamentos

Pára-raio 230kv - Fase A (Lado UHE)

Pára-raio 230kv - Fase B (Lado UHE)

Pára-raio 230kv - Fase V (Lado UHE)

Sistema de Proteção da LT6CR (Usina/SE)

## Galeria de Axiliares Comuns das UGH

### Sistema de Tratamento e Distribuição de Água da Usina

Se G163FAL = 0.3

aciona a SD G163FALA do sistema de limpeza do filtro.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
G163FAL	Pressão diferencial da água do filtro auto-limpante	0.1	0.3	0.4	0-2.5 bar
SAS63	Pressão de saída das motobombas AN e AR	N	2.5	2	0-10 bar
MR63	Pressão diferencial do filtro de água de sucção das bombas AN e AR	N	0.4	2	0-2.5 bar
TQS71MO1	Nível de água do tanque de selagem 01	N			
TQS71MO2	Nível de água do tanque de selagem 02	N			

### Sistema de Drenagem da Casa de Força

Condições para PDRU

ALM / HI	9200	
C3	9000	liga a segunda motobomba BDR01 ou BDR02 de drenagem, através do E3PLUS.
C2	8500	liga primeira motobomba BDR01 ou BDR02 de drenagem, através do E3PLUS.
C1	7500	desliga as motobombas BDR01 ou BDR02 de drenagem, através do E3PLUS.
ALM / LO	7300	desliga as motobombas BDR01 ou BDR02 de drenagem, através do E3PLUS.

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
PDRU	Nível do Poço de drenagem da usina	3.5	Ver Condições		0-20000 mmH2O

### Sistema de Ar de Regulação

Se AO63MU ou AP63MU ou AQ63MU < 0.2  
desligar o compressor na baixa pressão.

Condições para BAR63

ALM / HI	51	
Condição 1	49,5-50,5	desliga os compressores (AO, AP e AQ), através do E3PLUS.
Condição 2	47	liga o 1º compressor AO ou AP ou AQ, através do E3PLUS.
Condição 3	46	liga o 2º compressor AO ou AP ou AQ, através do E3PLUS.
ALM / LO	45	liga o 3º compressor AO ou AP ou AQ, através do E3PLUS.
ALM /LOLO	41	

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
AO63MU	Pressão de óleo de lubrificação do compressor AO	N	1	não	0-6 bar
AP63MU	Pressão de óleo de lubrificação do compressor AP	N	1	não	0-6 bar
AQ63MU	Pressão de óleo de lubrificação do compressor AQ	N	1	não	0-6 bar
BAR63	Pressão do balão de ar de regulação	N	Ver Condições		0-70 bar

### Sistema Anti-Incêndio

ALM / HI	6	segurança para desligamento independente se está em local ou remota
Condição 1	5,5	desliga bba ACI01 de combate a incêndio, através do E3PLUS. Considerar uma temporização para que quando a linha pressurizar a 1 vez não veja esta condição.
Condição 2	2,4	liga bba ACI01 de combate a incêndio, através do E3PLUS. Considerar uma temporização para que quando a linha pressurizar a 1 vez não veja esta condição.
ALM / LO	2	

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
ATCI63	Pressão da água na tubulação de combate a incêndio	N			0-15 bar

### Sistema de Ar de Serviço

Condições para BAS63

ALM / HI	7,4	
Condição 1	7	desliga os compressores CAS01 e CAS02, através do E3PLUS.
Condição 2	6,2	liga o 1º compressor CAS01 ou CAS02 através do E3PLUS.
ALM / LO	5,9	liga o 2º compressor CAS01 ou CAS02 através do E3PLUS.
ALM / LOLO	4,5	

TAG	Descrição	PV	ALM	TRIP	FAIXA
BAS63	Pressão do balão de ar de serviço	6.5	Ver Condições		0-15 bar
CAS0126AR	Temperatura na descarga do compressor 1	N	93	95	0-120 °C
CAS0226AR	Temperatura na descarga do compressor 2	N	93	95	0-120 °C
CAS163F	Pressão diferencial do filtro de óleo no compressor 1	N	1.5	1.7	0-2.5 bar
CAS263F	Pressão diferencial do filtro de óleo no compressor 2	N	1.5	1.7	0-2.5 bar



#### 4. Comunicação Via OPC do Matlab com o Servidor OPC da Usina Hidreletrica de Balbina

A continuação apresento o trabalho feito em entorno Matlab usando comunicação via Servidor OPC quem disponibiliza os dados dos transmissores da smar e fazendo o tratamento das sinais obtidas atravez das TAGs dos valores de Temperatura.

The screenshot shows a software window titled 'SIMPREBAL' with a subtitle 'Manaus Energia S/A - UnB' and 'GERADOR 4'. At the top, there are buttons for G1, G2, G3, G4 (selected), G5, T1, T2, T3, T4, and T5. Below these is a table with columns for TAG, DESCRIÇÃO, PV, ALARME, and TRIP. The table lists various temperature tags and their descriptions, such as 'TEMP. AR FRIO RADIADOR No. 01' through 'TEMP. ÓLEO MANCAL GUIA INFERIOR 03'. A 'Close' button is visible on the right side of the table area. The Windows taskbar at the bottom shows the Start button and several open applications, including 'mail...', 'Rela...', 'Sma...', 'MAT...', 'Help', 'Edit...', and 'SIM...'. The system clock shows 10:33.

TAG	DESCRIÇÃO	PV	ALARME	TRIP
426GAF1	TEMP. AR FRIO RADIADOR No. 01			
426GAF2	TEMP. AR FRIO RADIADOR No. 02			
426GAF3	TEMP. AR FRIO RADIADOR No. 03			
426GAF4	TEMP. AR FRIO RADIADOR No. 04			
426GAF5	TEMP. AR FRIO RADIADOR No. 05			
426GAF6	TEMP. AR FRIO RADIADOR No. 06			
426GAF7	TEMP. AR FRIO RADIADOR No. 07			
426GAF8	TEMP. AR FRIO RADIADOR No. 08			
426GAG1	TEMP. AR QUENTE			
449G1A	TEMP. ENROLAMENTO FASE A			
449G1B	TEMP. ENROLAMENTO FASE B			
449G1V	TEMP. ENROLAMENTO FASE V			
449G2A	TEMP. NUCLEO FASE A			
449G2B	TEMP. NUCLEO FASE B			
449G2V	TEMP. NUCLEO FASE V			
438MG1	TEMP. METAL MANCAL GUIA INTERM. No. 01			
438MG2	TEMP. METAL MANCAL GUIA INTERM. No. 02			
438MG3	TEMP. METAL MANCAL GUIA INTERM. No. 03			
438ME1	TEMP. METAL MANCAL ESCORA No. 01			
438ME2	TEMP. METAL MANCAL ESCORA No. 02			
438ME3	TEMP. METAL MANCAL ESCORA No. 03			
438MI	TEMP. ÓLEO CUBA MANCAL COMBINADO 01			
438MI	TEMP. ÓLEO CUBA MANCAL COMBINADO 02			
438MI	TEMP. ÓLEO CUBA MANCAL COMBINADO 03			
426LK	TEMP. ÓLEO REGUL. TQ. SEM PRESSÃO			
426AR	TEMP. AGUA REFRIGER. DO ÓLEO REGUL.			
DT302-4	DENSIDADE ÓLEO MANCAL COMBINADO			
DT302-T	TEMP. MEDIDOR DENSIDADE DO ÓLEO			
438GMM1	TEMP. METAL MANCAL GUIA SUPERIOR 01			
438GMM2	TEMP. METAL MANCAL GUIA SUPERIOR 02			
438GMM3	TEMP. METAL MANCAL GUIA SUPERIOR 03			
438GMO1	TEMP. ÓLEO MANCAL GUIA SUPERIOR 01			
438GMO2	TEMP. ÓLEO MANCAL GUIA SUPERIOR 02			
438GMO3	TEMP. ÓLEO MANCAL GUIA SUPERIOR 03			
438MK1	TEMP. METAL MANCAL GUIA INFERIOR 01			
438MK2	TEMP. METAL MANCAL GUIA INFERIOR 02			
438MK3	TEMP. METAL MANCAL GUIA INFERIOR 03			
438MJ1	TEMP. ÓLEO MANCAL GUIA INFERIOR 01			
438MJ2	TEMP. ÓLEO MANCAL GUIA INFERIOR 02			
438MJ3	TEMP. ÓLEO MANCAL GUIA INFERIOR 03			

# Anexo 1

## Abstracs Submetidos ao COBEM2007 e Paper Versão Final para o CAIP2007

### DIFFERENT CONTROL STRATEGIES USED IN DIDACTIC PLANT PD-3 OF SMAR THROUGH OPC TECHNOLOGY

**Edgar Amaya Simeón**

Universidade de Brasília (UnB)  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Grupo de Automação e Controle (GRACO)  
Brasília, DF, Brasil  
Email: [eamaya@unb.br](mailto:eamaya@unb.br)

**Alberto José Álvares**

Universidade de Brasília (UnB)  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Grupo de Automação e Controle (GRACO)  
Brasília, DF, Brasil  
Email: [alvares@AlvaresTech.com](mailto:alvares@AlvaresTech.com)

**Victor Rafael R Celestino**

Universidade de Brasília (UnB)  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Grupo de Automação e Controle (GRACO)  
Brasília, DF, Brasil  
Email: [cvictor@uol.com.br](mailto:cvictor@uol.com.br)

**Carlos Frederico Maciel Silveira**

Universidade de Brasília (UnB)  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Grupo de Automação e Controle (GRACO)  
Brasília, DF, Brasil  
Email: [fredericofurlan@yahoo.com.br](mailto:fredericofurlan@yahoo.com.br)

**Abstract** — *In this work, three different control strategies, neural network, fuzzy logic and PID (proportional integral derivative), were implemented in MATLAB®, acting on a Smar PD-3 didactic plant by means of OPC technology (OLE – Object Linking and Embedding – for Process Control). The PD-3 plant employs Foundation Fieldbus protocol and configuration tools of Smar System 302. The PD-3 process chosen for testing control strategies consists on controlling a mix water tank temperature, which has a constant flow input of constant temperature hot water and an input consisting of ambient temperature water controlled by a pneumatic valve. The PID control was developed using differences equation and adjusting the parameters using a Ziegler- Nichols method. The Neural Network, that has a structure (3-20-1) capable to learn the dynamic of the PID controller, was trained using the values saved in vectors from the response of the PID controller. The training was accomplished using a backpropagation method that is least Square Method (LMS). The LMS method, search the minimum valor of the function square error. The Fuzzy Logic Controller was developed using the toolbox of the MATLAB, membership function was edited in the FIS editor. In addition to the controllers a supervisory was developed using GUI of MATLAB®, acting on PD-3 plant independently of SCADA Process View (Smar System 302). Controllers obtained satisfactory results for several combinations of input variables values. Results highlight differences in performance among control strategies.*

**Keywords:** *Control systems, Neural Networks, Fuzzy logic, PID, Fieldbus Foundation*

# SOFTWARE SPECIFICATION FOR CONDITION BASED MAINTENANCE SYSTEM FOR HYDROELECTRIC POWER STATION OF BALBINA

## **Alberto José Álvares**

Universidade de Brasília (UnB)  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Grupo de Automação e Controle (GRACO)  
Brasília, DF, Brasil  
Email: [alvares@AlvaresTech.com](mailto:alvares@AlvaresTech.com)

## **Ricardo Ribeiro Gudwin**

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)  
Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação  
Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial  
Campinas, São Paulo, Brasil  
Email: [gudwin@dca.fee.unicamp.br](mailto:gudwin@dca.fee.unicamp.br)

## **Edgar Amaya Simeón**

Universidade de Brasília (UnB)  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Grupo de Automação e Controle (GRACO)  
Brasília, DF, Brasil  
Email: [eamaya@unb.br](mailto:eamaya@unb.br)

## **Rosimarci Pacheco Tonaco**

Universidade de Brasília (UnB)  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Grupo de Automação e Controle (GRACO)  
Brasília, DF, Brasil  
Email: [rosimarci@hotmail.com](mailto:rosimarci@hotmail.com)

## **Rodrigo de Queiroz Souza**

Universidade de Brasília (UnB)  
Departamento de Engenharia Mecânica  
Grupo de Automação e Controle (GRACO)  
Brasília, DF, Brasil  
Email: [rodrigoqsouza@hotmail.com](mailto:rodrigoqsouza@hotmail.com)

**Abstract** — *In this paper, the methodology called SIMPREBAL (Predictive Maintenance System of Balbina) was developed in the context of the project Modernization Processes of Automation Area of the Hydroelectric power stations of Balbina and Samuel, where the objective is the development of an intelligent system to predictive maintenance of the plant of Balbina. The intelligent system architecture is described using UML (Unified Modeling Language) using the JUDE software. A I-kernel who will get data from supervision system through of JDBC accessing to the database and JNI (Java Native Interface) getting data from the OPC (OLE – Object Linking and Embedding – for Process Control) server, also the I-kernel will process the information using intelligent systems like neural network, fuzzy logic and expert system using JESS or Fuzzy-JESS, the data obtained will be saved in a database that will be used in the future in order to predict flaws using this values. The methodology SIMPREBAL is based on RCM (Reliability centered maintenance) concepts, being used to analyze the manners and effects of flaws of the Hydraulic Generator Units of Balbina, focusing its analysis in the Turbine system. The objective is to conceive a methodology for collection and data analysis of the hydraulic generator units of the plant, and the implementation of a computational system using the methodology OSA-CIM and the seven layers for expert systems, with views to the production of diagnostics that aid the decision taken for the operational actions and of machines maintenance, increasing the readiness of the equipments. The system described is in specification and development waiting to get the better achievements.*

**Keywords:** *Unified Modeling Language, Predictive Maintenance, expert systems, Fieldbus Foundation.*

---

Edgar Jhonny Amaya Siméon – Aluno do curso de Sistemas Mecatrônicos - UnB

---

Prof. Alberto José Álvares – ENM/UnB (Orientador)

