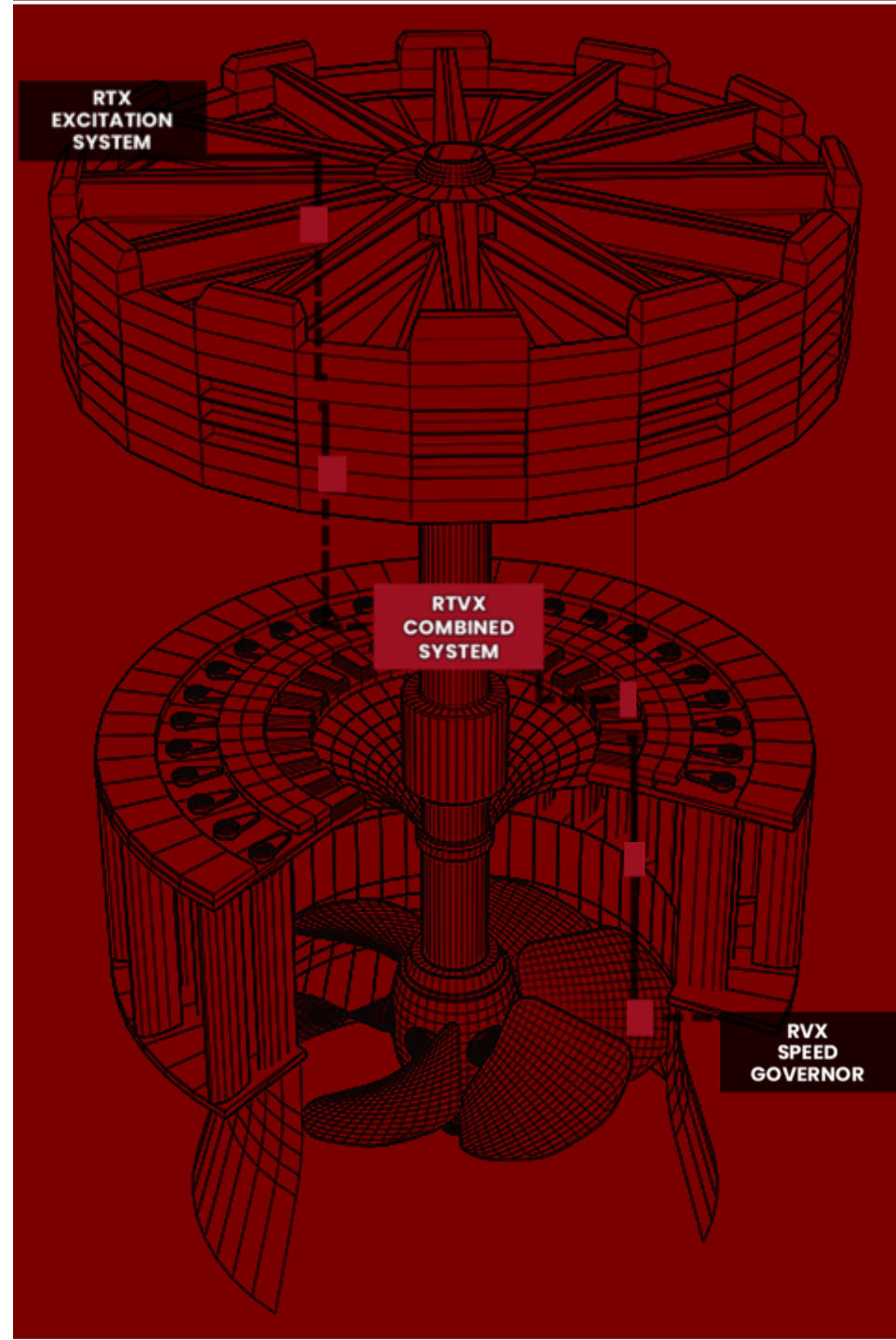


SISTEMAS DE REGULAÇÃO DE VELOCIDADE E APLICAÇÕES

POR CRISTIANO BÜHLER



CONTEÚDO

1) Partes do RV

2) Funções

3) Transdutores

4) Modos de Controle

5) Resposta Dinâmica

6) Aplicações :

- Controle Adaptativo de Turbinas Bulbo

- Modo Compensador:

- Turbinas Pelton

- Turbinas Francis

PRIMEIRA PARTE

PARTES DO RV

PARTES DO RV

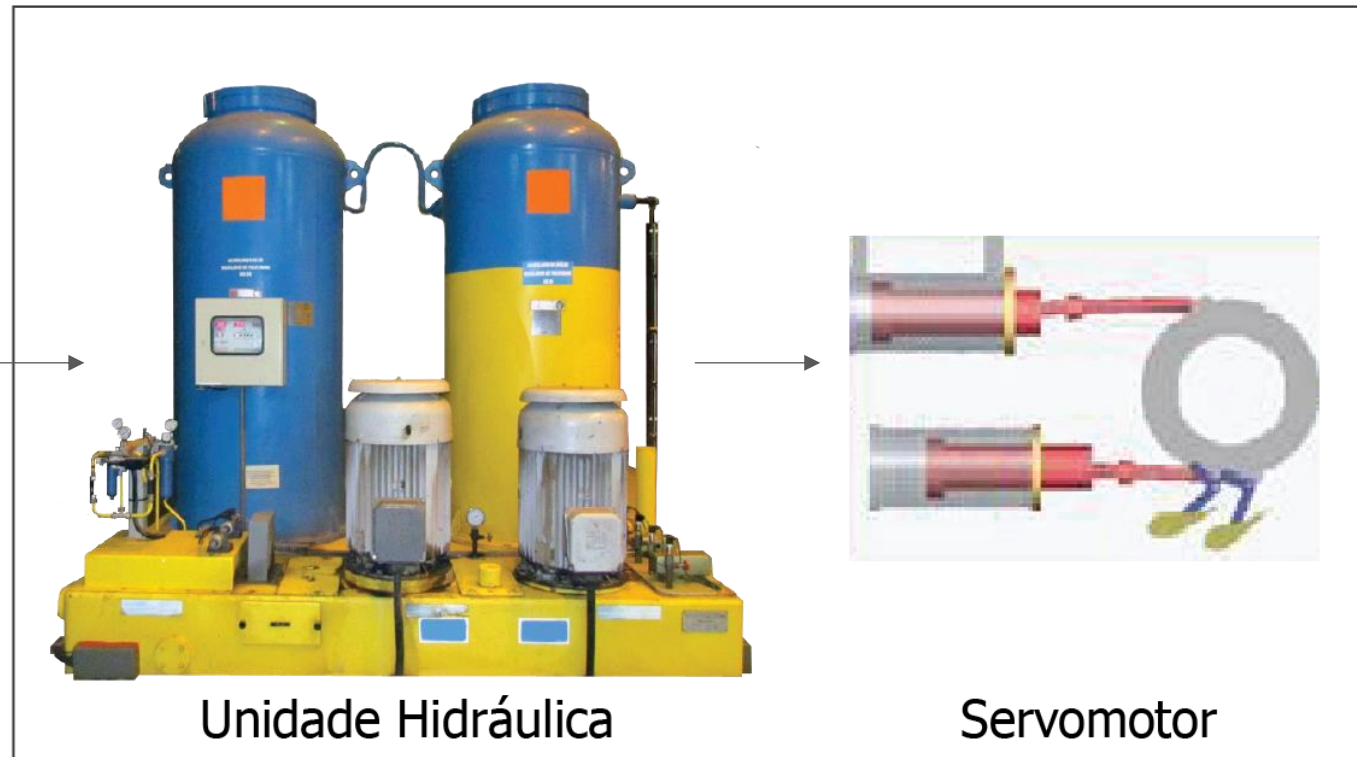
Foco deste webinar!



Controle



Potência



Unidade Hidráulica

Servomotor

SEGUNDA PARTE

FUNÇÕES DO RV

FUNÇÕES DO RV



Quantidade de energia a ser gerada



Turbina

Controle de velocidade



Gerador



Controle de tensão



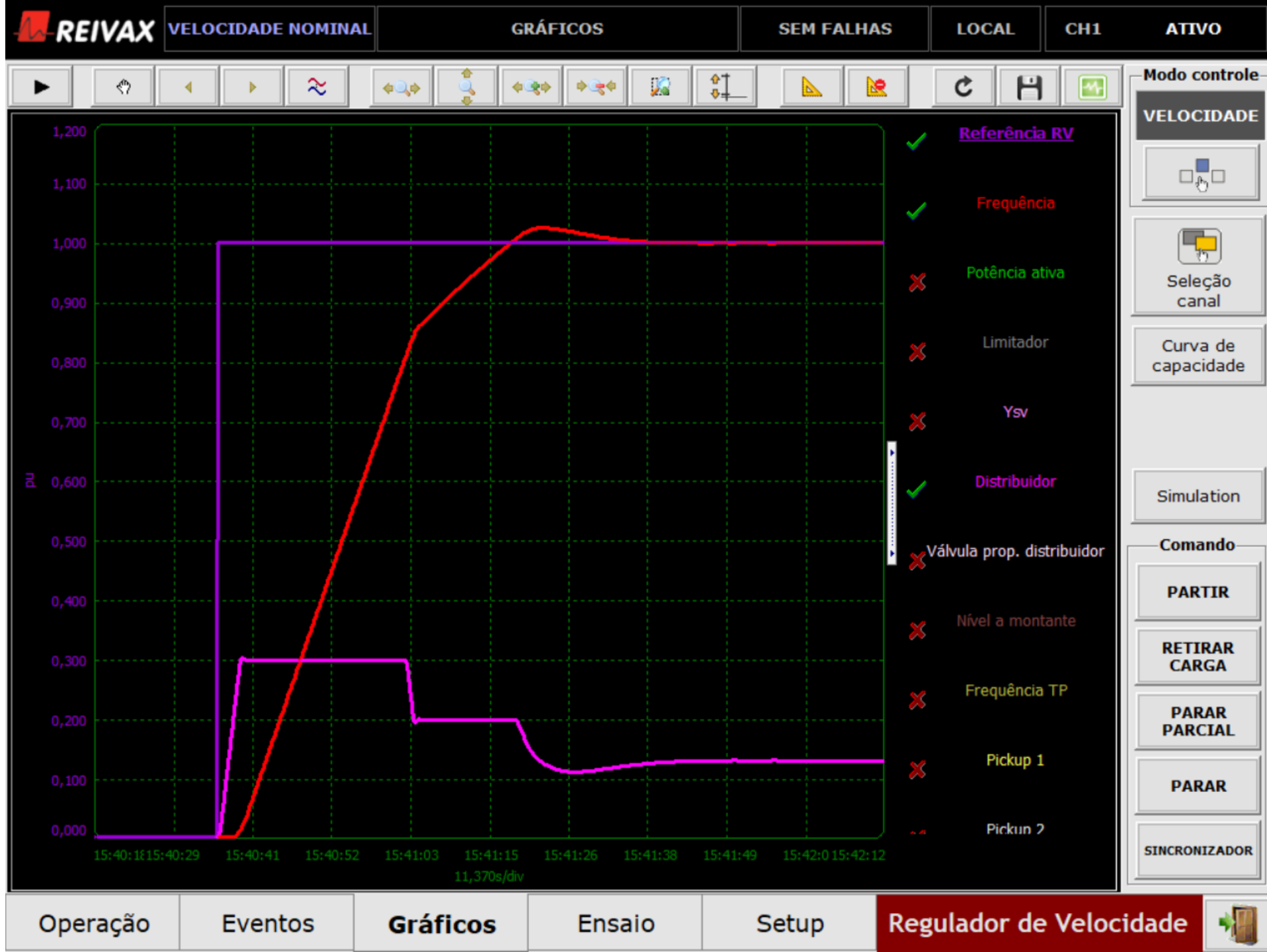
Energia gerada

PRINCIPAIS FUNÇÕES DO RV

- 1. Partida Automática;**
- 2. Controle em vazio;**
- 3. Fechamento rápido do atuador;**
- 4. Limitar a operação;**
- 5. Indicação confiável da rotação;**
- 6. Operação em malha aberta;**
- 7. Controle das pás do rotor em Turbinas Kaplan ou Bulbo;**
- 8. Controle do defletor em Turbinas Pelton;**
- 9. Distribuir carga entre máquinas - Estatismo.**

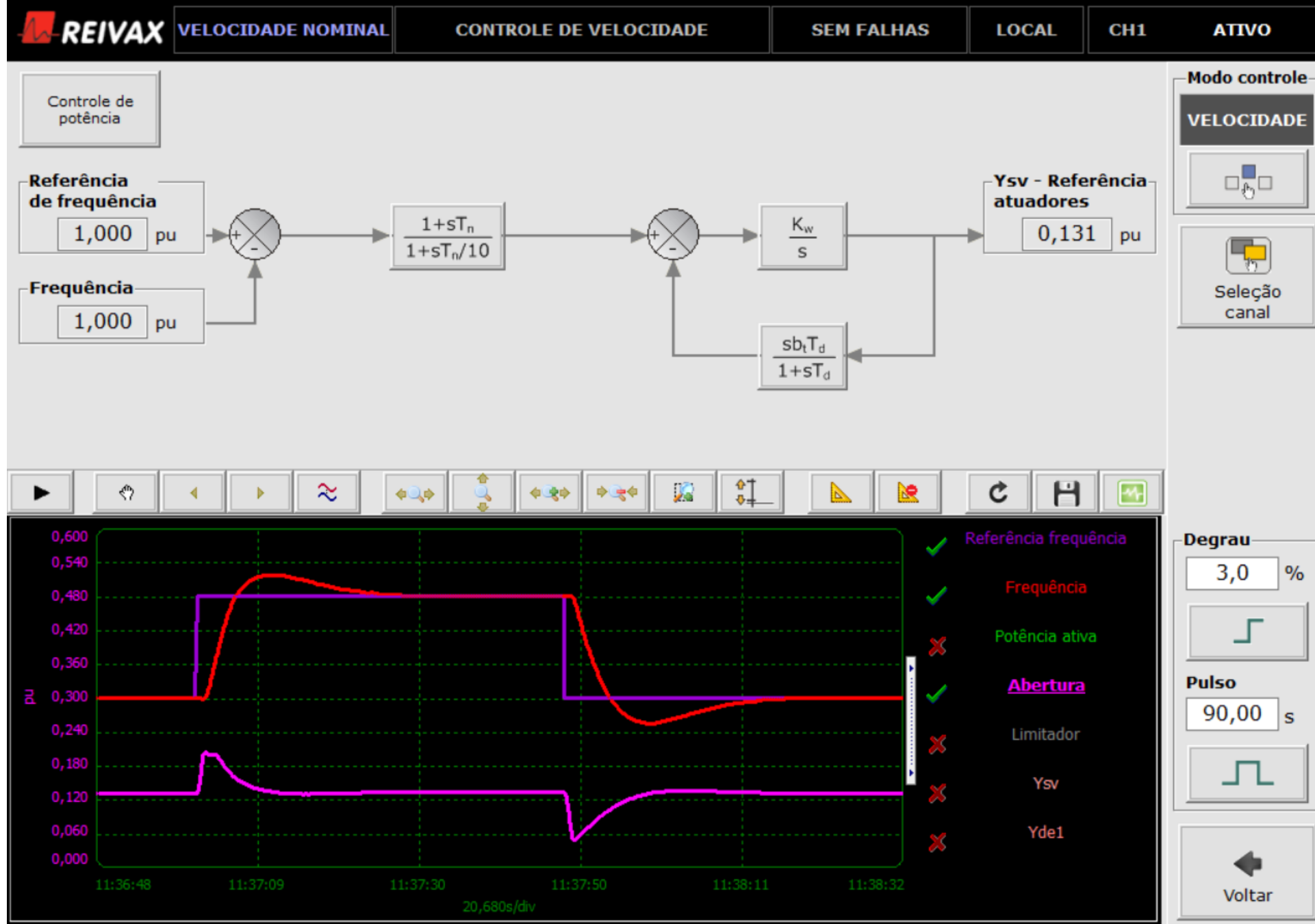
FUNÇÕES DO RV

1. Partida Automática



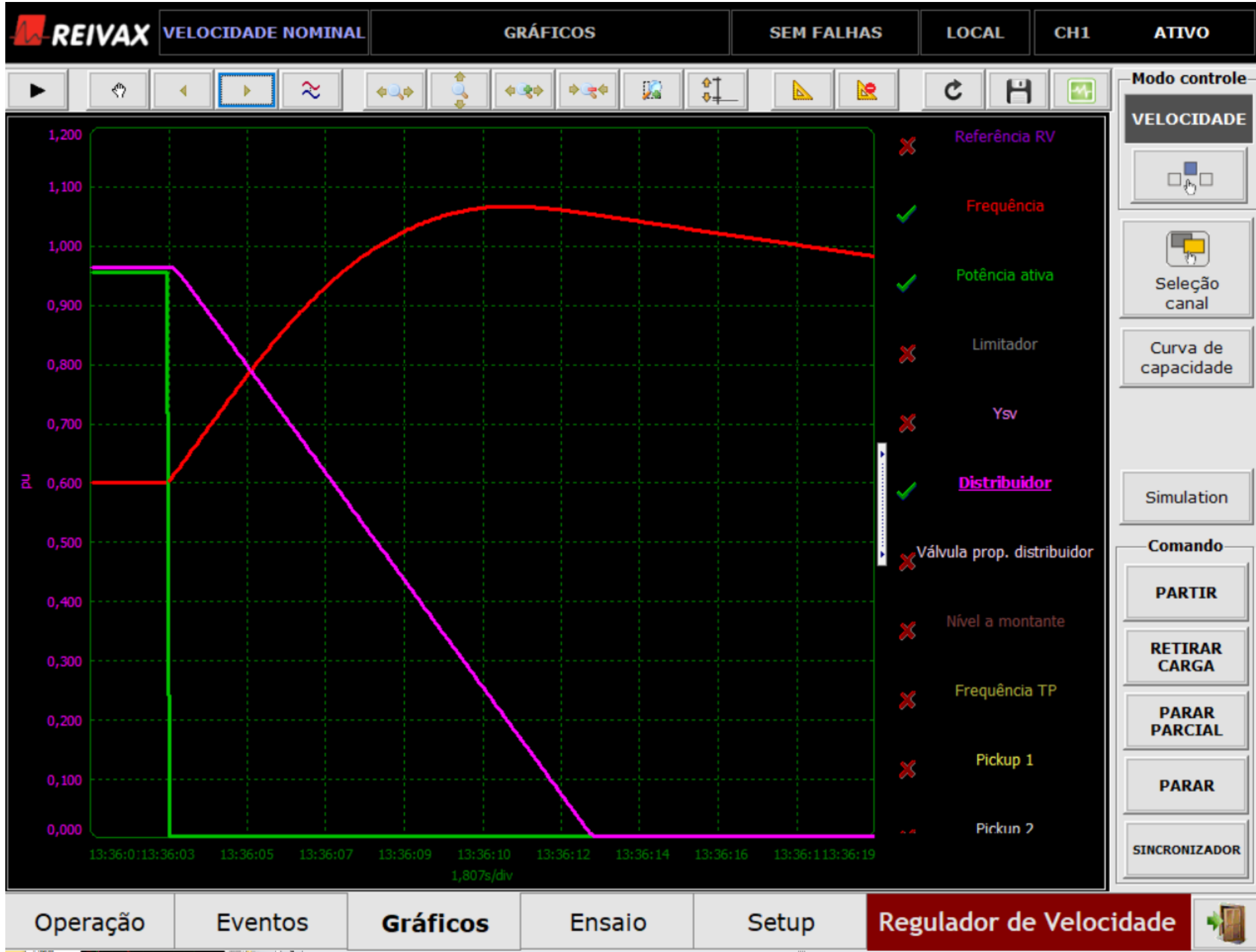
FUNÇÕES DO RV

2. Controle em vazio



FUNÇÕES DO RV

3. Fechamento rápido do atuador



FUNÇÕES DO RV

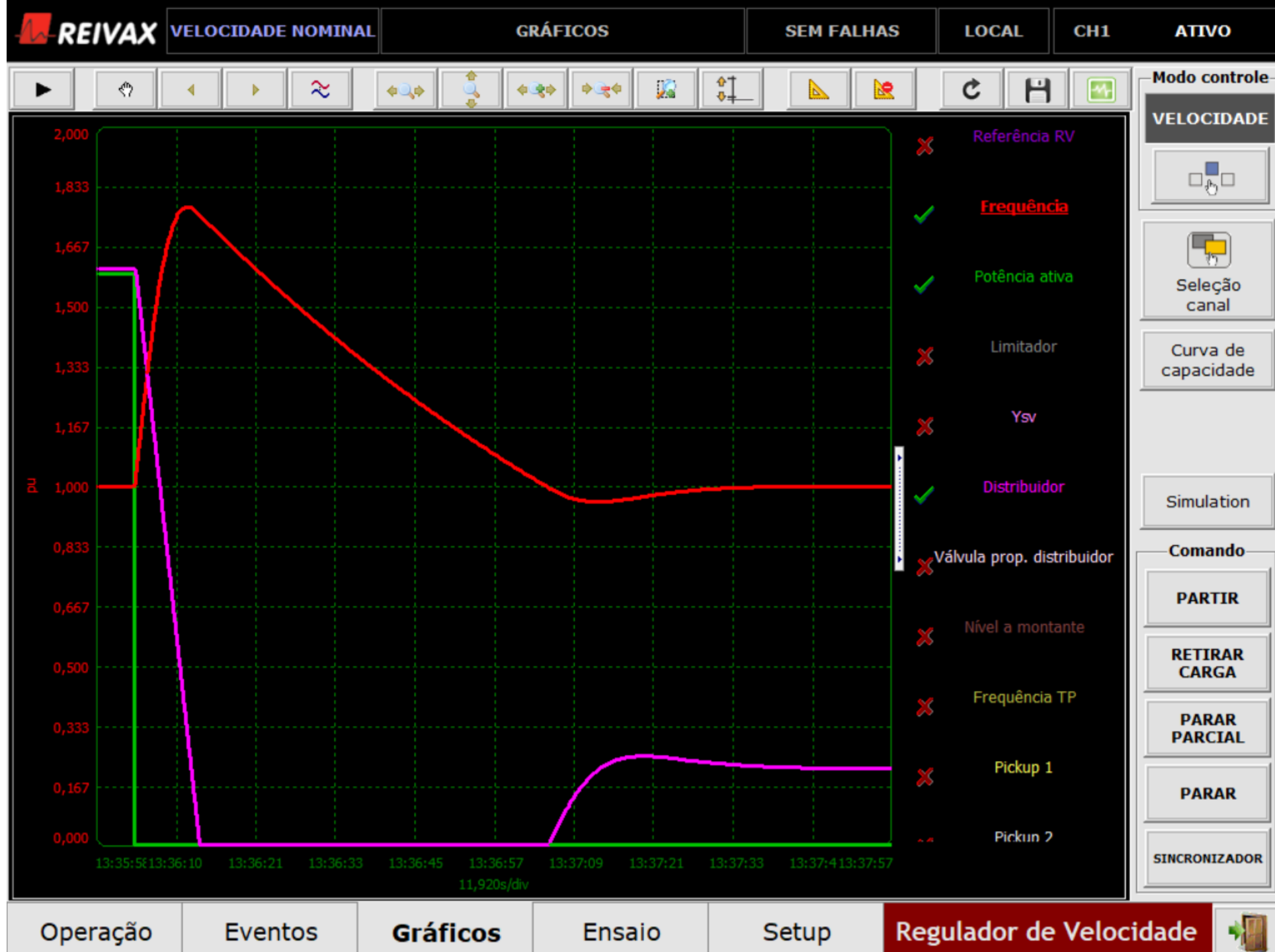
4. Limite de Operação

The interface displays several key parameters and control elements:

- FREQUÊNCIA (Hz):** Gauge showing 60,00 Hz. Reference (Ref.) is 60,00 Hz.
- ABERTURA (%):** Gauge showing 75,01%. Reference (Ref.) is 75,01%.
- MEDIÇÕES:**
 - 75,01 POSIÇÃO DISTRIBUIDOR (%)
 - 500,00 NÍVEL A MONTANTE (m)
 - 480,00 NÍVEL A JUSANTE (m)
 - 300,0 VELOCIDADE (rpm)
 - 13,80 TENSÃO TERMINAL (kv)
- REFERÊNCIA MODO ATIVO:** Control panel with MIN and MAX buttons.
- LIMITADOR (%):** Control panel showing 75,00% with MIN and MAX buttons.
- POTÊNCIA ATIVA (MW):** Gauge showing 75,70 MW. Reference (Ref.) is 80,00 MW.
- NÍVEL (m):** Gauge showing 500,00 m. Reference (Ref.) is 500,00 m.
- SUPERVISÃO:**
 - PROTEÇÃO NÃO ATUADA (86)
 - 50/62BF NÃO ATIVO
 - EMERGÊNCIA NÃO ATUADA
 - PROTEÇÃO RT NÃO ATUADA
 - PERMISSÍVEL PARTIDA NÃO ATIVO
 - LIMITADOR ATUADO** (highlighted)
 - MODO TESTE NÃO ATIVO
 - TESTE SOBREVELOCIDADE NÃO ATIVO
 - OPERAÇÃO INTERLIGADA
 - RELÉ VELOCIDADE NULA NÃO ATIVO
 - ATUADOR ABERTO**
 - 65S ATUADO**
 - 52 FECHADO**
 - RETIRADA CARGA (RPN) NÃO ATUADO
- Modo controle:**
 - POTÊNCIA
 - Seleção canal
 - Curva de capacidade
 - Simulação
- Comando:**
 - PARTIR
 - RETIRAR CARGA
 - PARAR PARCIAL
 - PARAR
 - SINCRONIZADOR
- Bottom Navigation:**
 - Operação
 - Eventos
 - Gráficos
 - Ensaio
 - Setup
 - Regulador de Velocidade** (active)

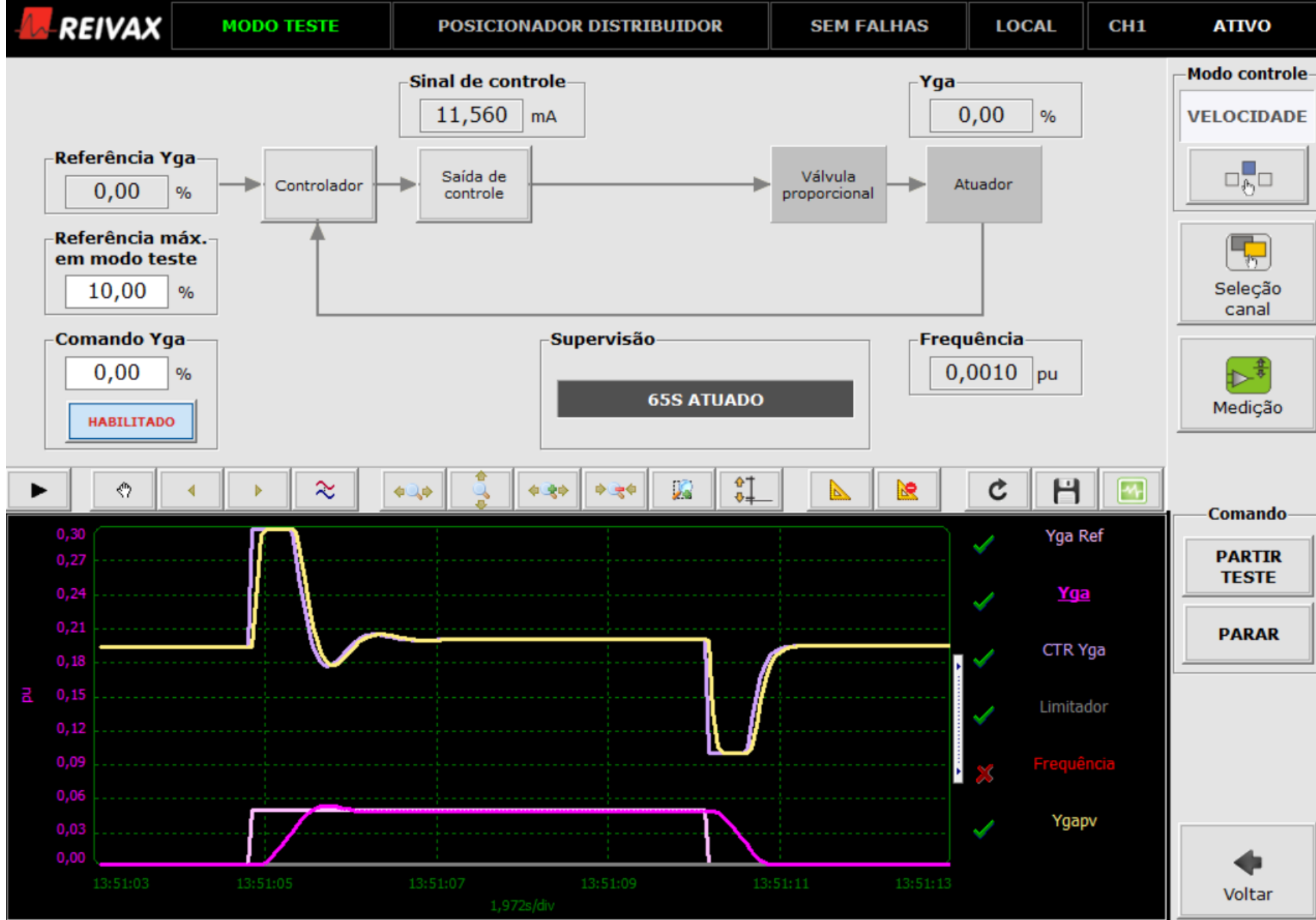
FUNÇÕES DO RV

5. Indicação da Rotação



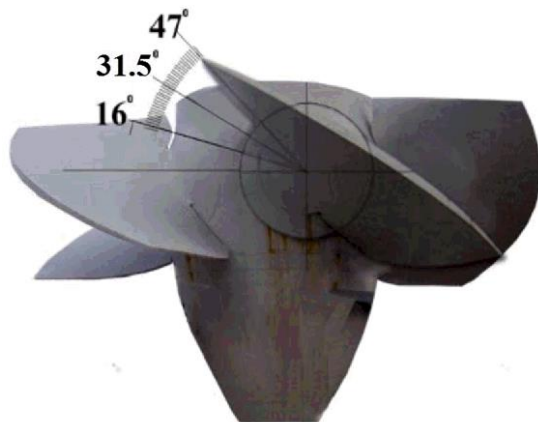
FUNÇÕES DO RV

6. Operação em Malha Aberta



FUNÇÕES DO RV

7. Controle das pás do Rotor em Turbinas Kaplan e Bulbo



REIVAX PRONTO Y x Yru 1 SEM FALHAS LOCAL CH1 ATIVO

Referência Yru 100,00 %

Conjugação pás

Comando Yru 100,00 %

DESABILITADO

Curva distribuidor x pás

Número de curvas 4

Número de pontos 10

	Distribuidor (%)	Pás (%)
Curva 1	0,00	0,00
Curva 2	42,00	0,01
	67,00	45,00
Curva 3	70,00	54,00
	75,00	69,00
Curva 4	83,00	77,00
	87,00	90,00
	92,00	96,00
	95,00	99,80
	100,00	100,00

Queda (m) 18,00

Queda: Constante de tempo filtragem 120,00 s, Valor de forçamento 20,00 m. FORÇAMENTO DESABILITADO

Status da curva: Queda 20,00 m, Abertura 0,00 %, Saída curva 0,00 %

Redução de movimentação: Fator proporcional à potência ativa 0,20 %, Fator independente da potência ativa 0,30 %, Referência pás 0,00 %

Obs: Os pontos devem ser colocados em ordem crescente

FECHAR

Modo controle VELOCIDADE

Seleção canal

Medição

Comando PARTIR TESTE PARAR

Voltar

Regulador de Velocidade

FUNÇÕES DO RV

8. Controle do defletor em Turbinas Pelton



REIVAX NÃO PRONTO POSICIONADOR DEFLETOR 1 SEM FALHAS LOCAL CH1 ATIVO

Sinal de controle 12,000 mA Yde1 0,00 %

Referência Yde1 22,00 %

Comando Yde1 0,00 % DESABILITADO

Conjugação defletor

Curva agulha x defletor 1

Abertura x defletor	
Agulha (%)	Defletor (%)
0,00	22,00
10,00	42,00
20,00	56,00
30,00	63,00
40,00	70,00
50,00	78,00
60,00	82,00
70,00	88,00
80,00	94,00
90,00	100,00

Status da curva

Referência agulha 0,00 %

Referência defletor 1 (saída curva) 22,00 %

OK

APLICAR CURVA

FECHAR

Os pontos devem ser colocados em ordem crescente

Os pontos são os mesmos para todos os defletores

1,000
0,900
0,800
0,700
0,600
0,500
0,400
0,300
0,200
0,100
0,000

00:00:00 00:00:06 00:00:12 00:00:18 00:00:24 00:00:30

6,000s/div

Modo controle VELOCIDADE

Seleção canal

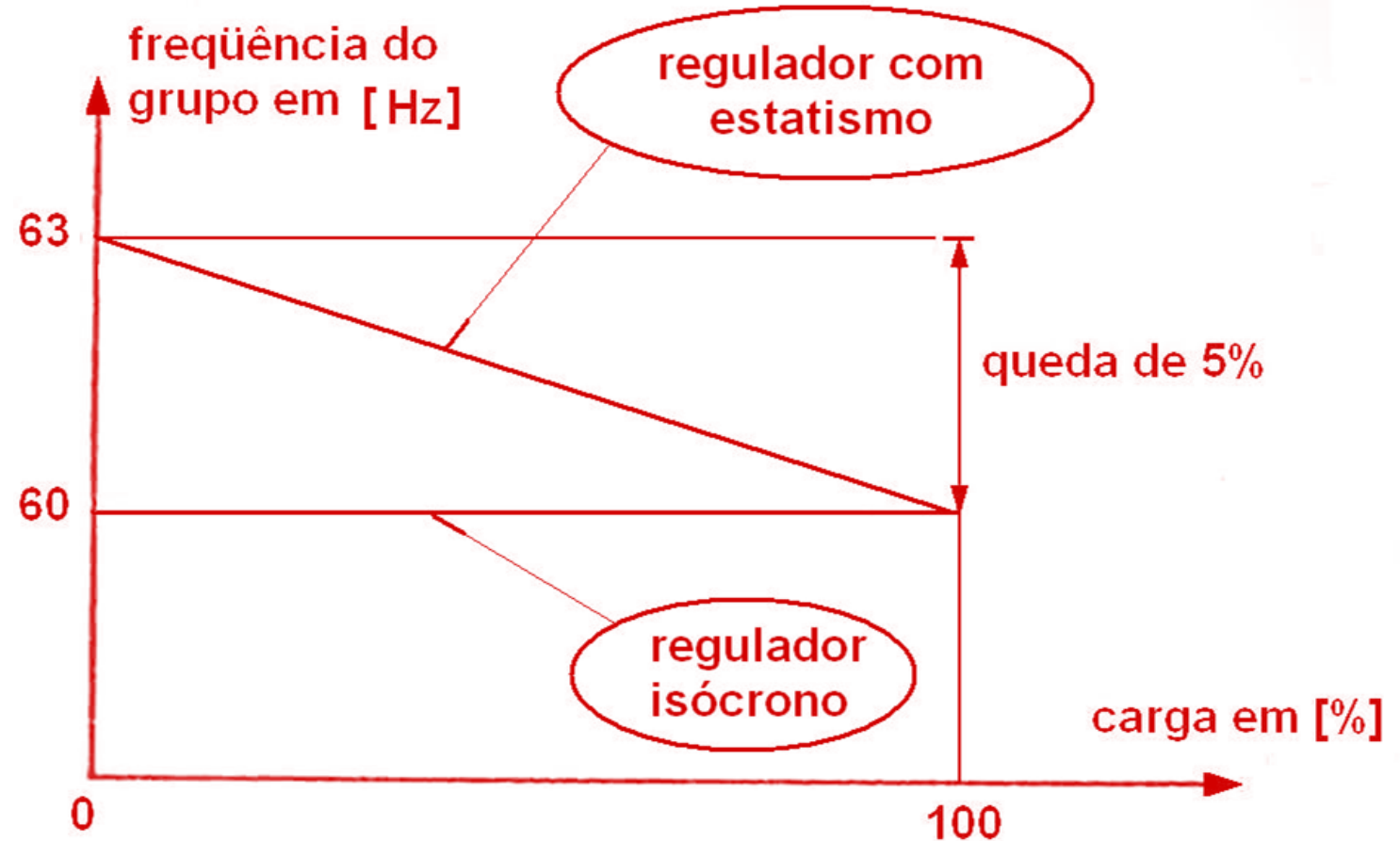
Medição

Comando PARTIR TESTE PARAR

Voltar

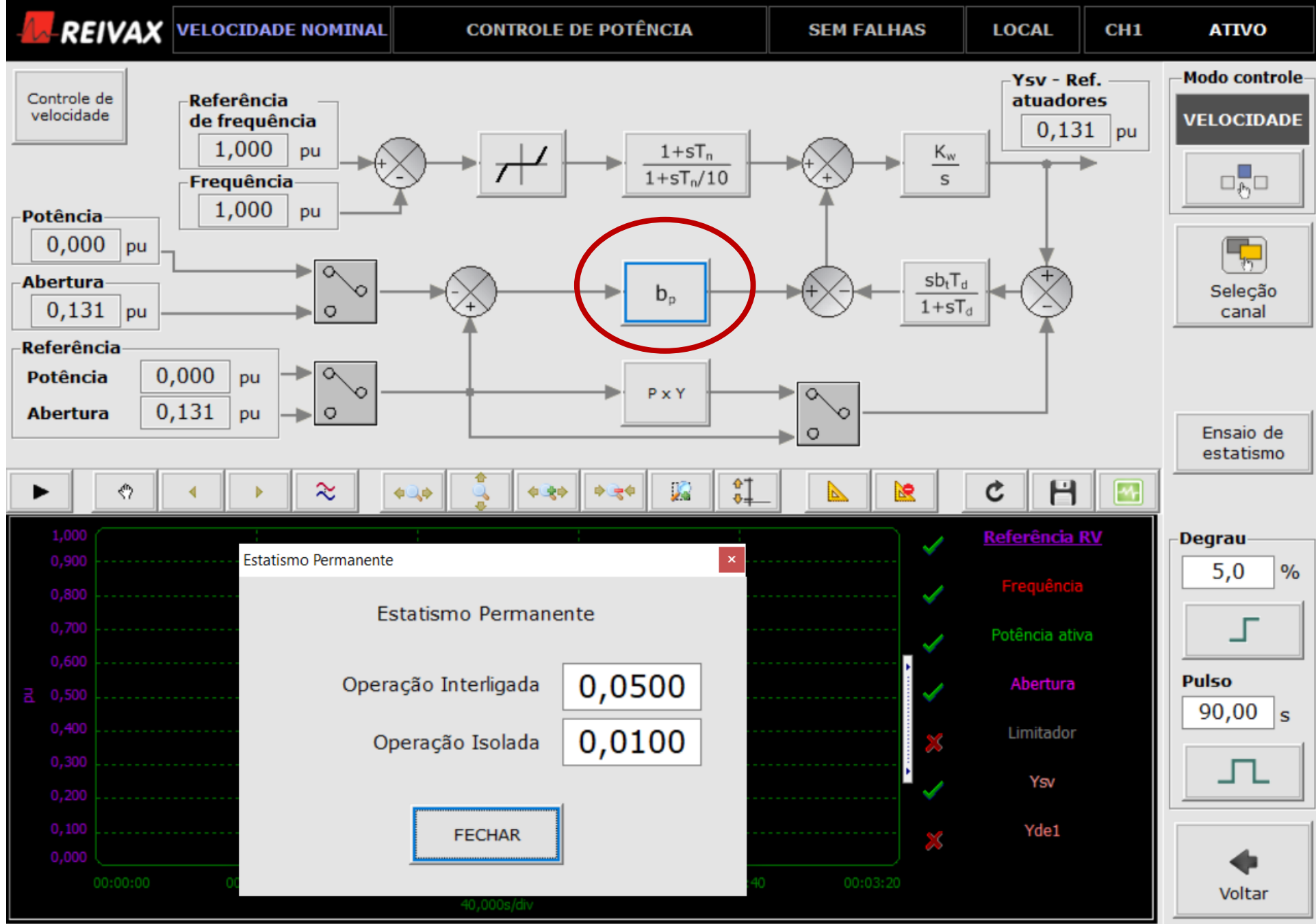
FUNÇÕES DO RV

9. Distribuir carga entre máquinas – Estatismo



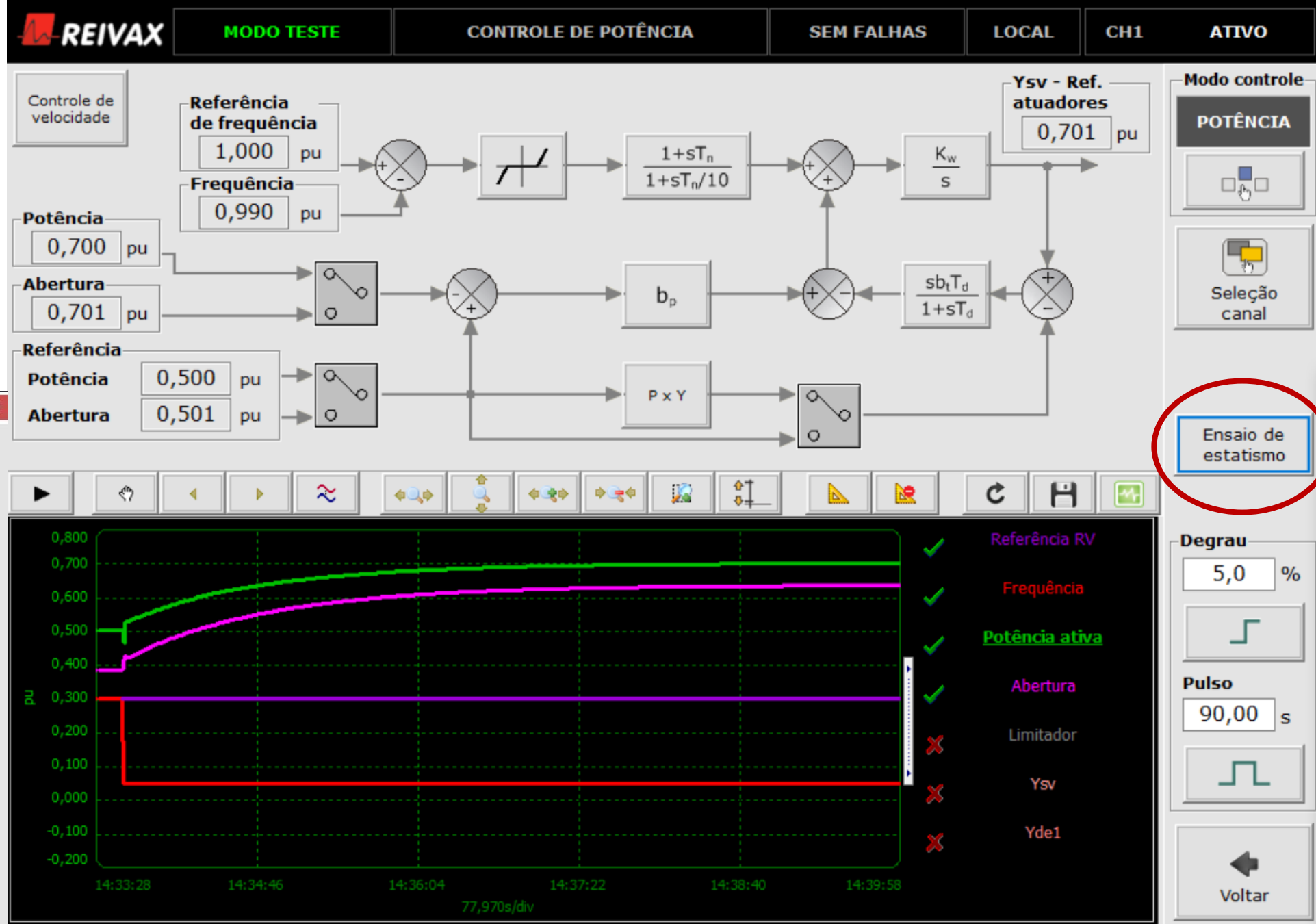
FUNÇÕES DO RV

9. Distribuir carga entre máquinas – Estatismo



FUNÇÕES DO RV

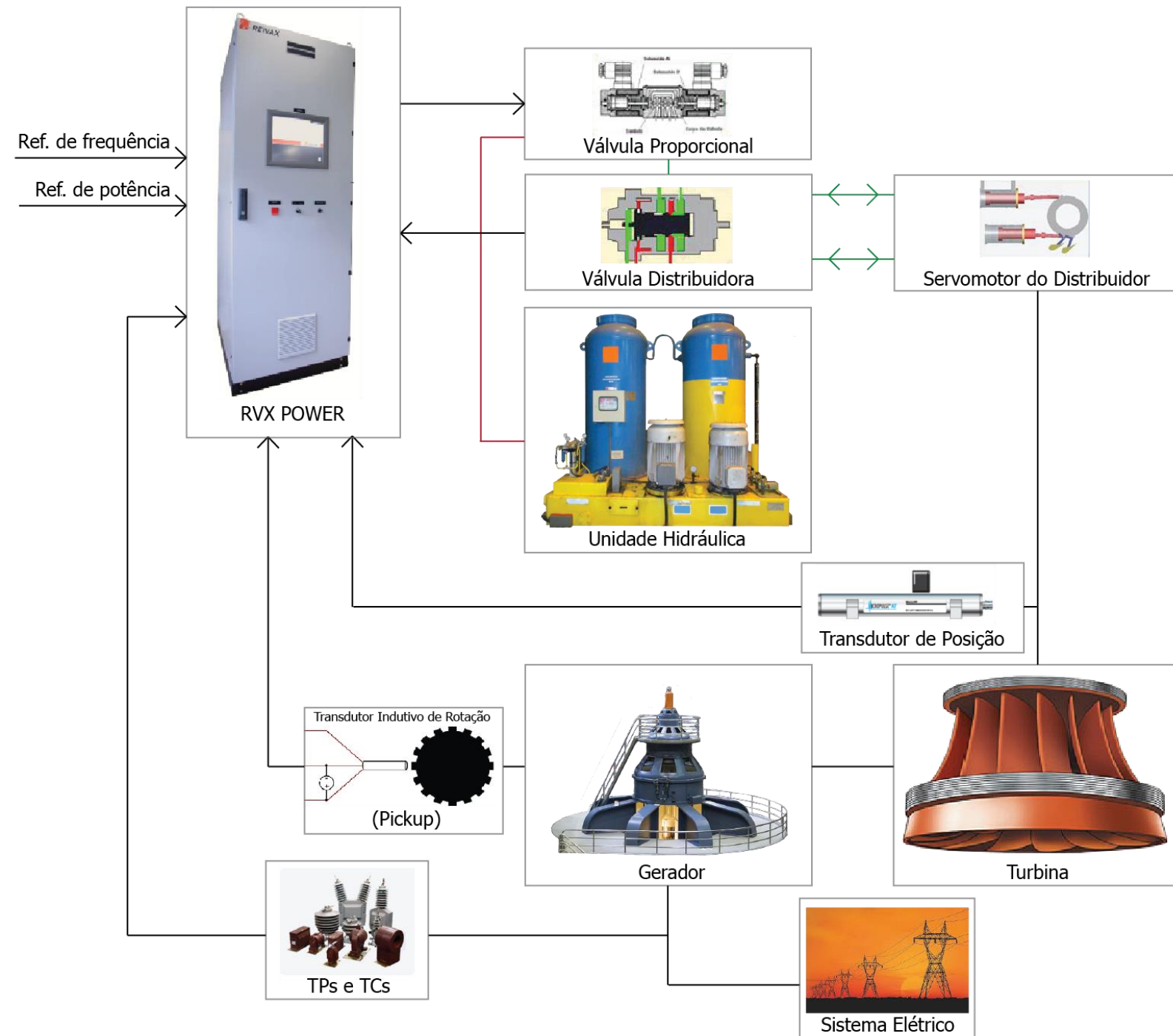
9. Estatismo



TERCEIRA PARTE

TRANSDUTORES DO RV

TRANSDUTORES DO RV



QUARTA PARTE

MODOS DE CONTROLE DO RV

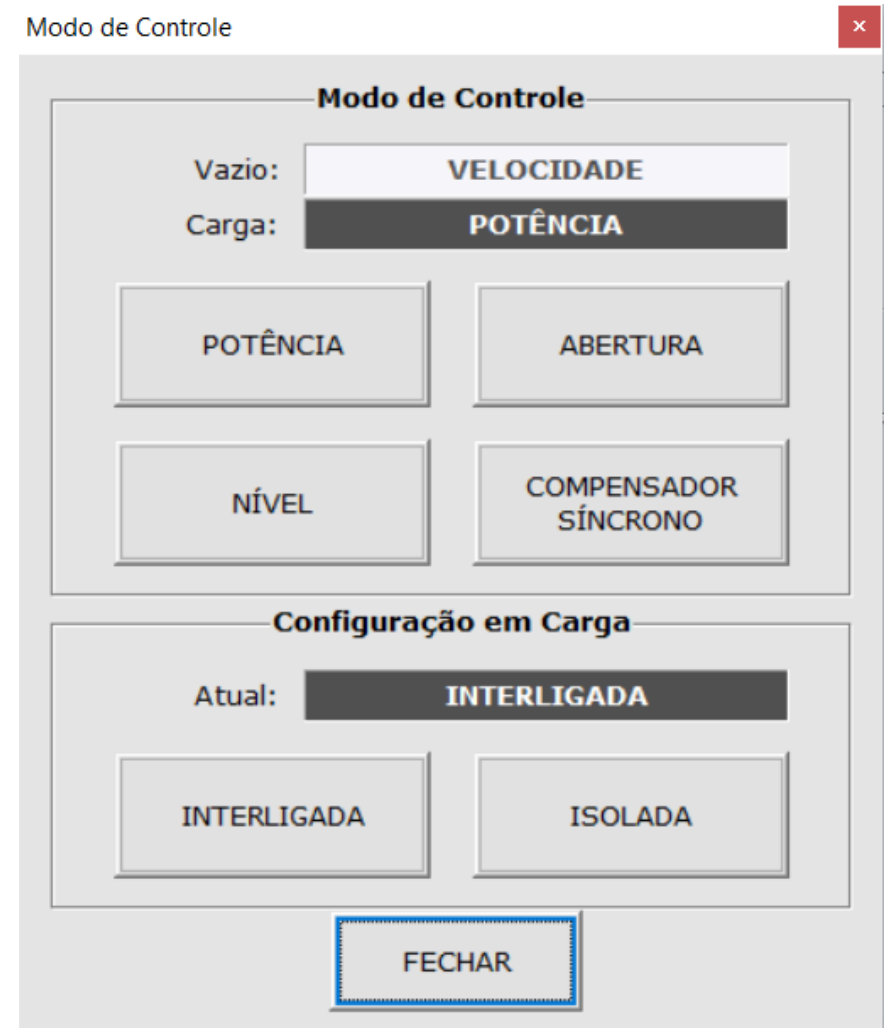
MODOS DE CONTROLE DO RV

Operação em Vazio:

- Controle de Velocidade/Frequência

Operação em Carga:

- Controle de Potência
- Controle por Abertura
- Controle de Nível
- Modo Compensador Síncrono



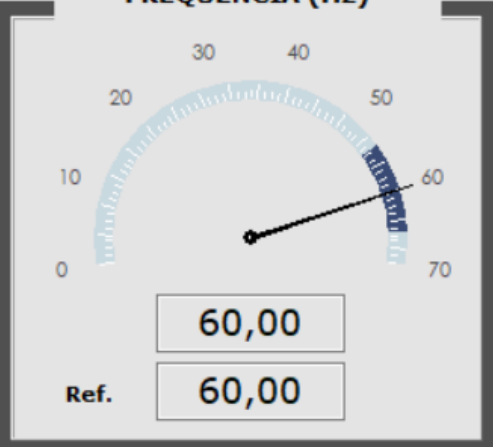
MODOS DE CONTROLE DO RV

VAZIO:

Frequência

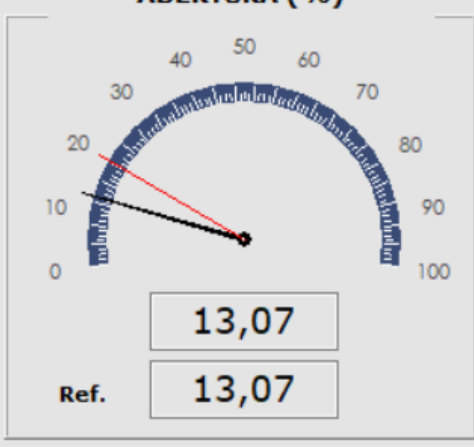
REIVAX VELOCIDADE NOMINAL **OPERAÇÃO** SEM FALHAS LOCAL CH1 ATIVO

FREQUÊNCIA (Hz)



60,00
Ref. 60,00

ABERTURA (%)



13,07
Ref. 13,07

MEDIÇÕES

13,07 POSIÇÃO DISTRIBUIDOR (%)
500,00 NÍVEL A MONTANTE (m)
480,00 NÍVEL A JUSANTE (m)
300,0 VELOCIDADE (rpm)
0,00 TENSÃO TERMINAL (kV)

REFERÊNCIA MODO ATIVO

- +
MIN MAX

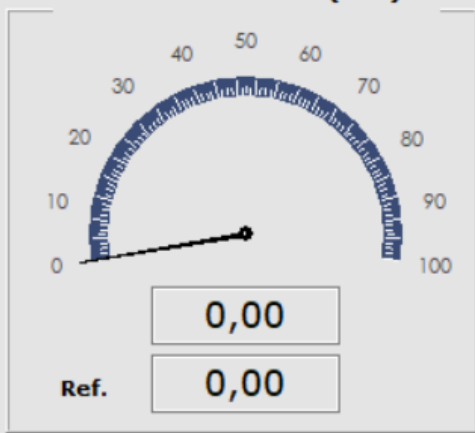
LIMITADOR (%)

- 20,00 +
MIN MAX

SUPERVISÃO

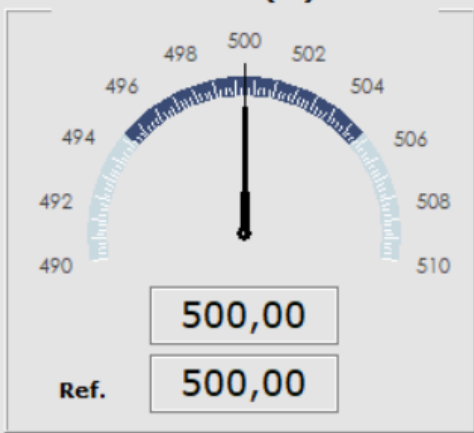
PROTEÇÃO NÃO ATUADA (86) ...
50/62BF NÃO ATIVO
EMERGÊNCIA NÃO ATUADA ...
PROTEÇÃO RT NÃO ATUADA ...
PERMISSÍVEL PARTIDA NÃO ATIVO ...
LIMITADOR NÃO ATUADO
MODO TESTE NÃO ATIVO ...
TESTE SOBREVELOCIDADE NÃO ATIVO ...
OPERAÇÃO INTERLIGADA
RELÉ VELOCIDADE NULA NÃO ATIVO
ATUADOR ABERTO
65S ATUADO
52 ABERTO
RETIRADA CARGA (RPN) NÃO ATUADO

POTÊNCIA ATIVA (MW)



0,00
Ref. 0,00


NÍVEL (m)



500,00
Ref. 500,00

Comando

PARTIR
RETIRAR CARGA
PARAR PARCIAL
PARAR
SINCRONIZADOR

Operação Eventos Gráficos Ensaio Setup **Regulador de Velocidade** 

MODOS DE CONTROLE DO RV

CARGA:

Potência

REIVAX EM CARGA OPERAÇÃO SEM FALHAS LOCAL CH1 ATIVO

FREQUÊNCIA (Hz)
30 40 50 60 70
0 10 20
60,00
Ref. 60,00

ABERTURA (%)
30 40 50 60 70 80 90 100
0 10 20
79,02
Ref. 79,02

MEDIÇÕES
79,02 POSIÇÃO DISTRIBUIDOR (%)
500,00 NÍVEL A MONTANTE (m)
480,00 NÍVEL A JUSANTE (m)
300,0 VELOCIDADE (rpm)
13,80 TENSÃO TERMINAL (kV)

REFERÊNCIA MODO ATIVO
- +
MIN MAX

LIMITADOR (%)
- 100,00 +
MIN MAX

POTÊNCIA ATIVA (MW)
30 40 50 60 70 80 90 100
0 10 20
80,00
Ref. 80,00

NÍVEL (m)
496 498 500 502 504 506 508 510
494 492 490
500,00
Ref. 500,00

SUPERVISÃO
PROTEÇÃO NÃO ATUADA (86) ...
50/62BF NÃO ATIVO
EMERGÊNCIA NÃO ATUADA ...
PROTEÇÃO RT NÃO ATUADA ...
PERMISSÍVEL PARTIDA NÃO ATIVO ...
LIMITADOR NÃO ATUADO
MODO TESTE NÃO ATIVO ...
TESTE SOBREVELOCIDADE NÃO ATIVO ...
OPERAÇÃO INTERLIGADA
RELÉ VELOCIDADE NULA NÃO ATIVO
ATUADOR ABERTO
65S ATUADO
52 FECHADO
RETIRADA CARGA (RPN) NÃO ATUADO

Modo controle
POTÊNCIA
Seleção canal
Curva de capacidade
Simulação

Comando
PARTIR
RETIRAR CARGA
PARAR PARCIAL
PARAR
SINCRONIZADOR

Operação Eventos Gráficos Ensaio Setup **Regulador de Velocidade**

MODOS DE CONTROLE DO RV

CARGA:

Abertura

REIVAX **EM CARGA** **OPERAÇÃO** **SEM FALHAS** **LOCAL** **CH1** **ATIVO**

The interface displays several key parameters and control elements:

- FREQUÊNCIA (Hz):** Gauge showing 60,00 Hz. Reference (Ref.) is 60,00 Hz.
- ABERTURA (%):** Gauge showing 78,93%. Reference (Ref.) is 78,93%. This panel is highlighted with a thick black border.
- POTÊNCIA ATIVA (MW):** Gauge showing 79,90 MW. Reference (Ref.) is 79,90 MW.
- NÍVEL (m):** Gauge showing 500,00 m. Reference (Ref.) is 500,00 m.
- MEDIÇÕES:**
 - 78,93 POSIÇÃO DISTRIBUIDOR (%)
 - 500,00 NÍVEL A MONTANTE (m)
 - 480,00 NÍVEL A JUSANTE (m)
 - 300,0 VELOCIDADE (rpm)
 - 13,80 TENSÃO TERMINAL (kV)
- LIMITADOR (%):** Control panel set to 100,00% (MAX).
- REFERÊNCIA MODO ATIVO:** Control panel with MIN and MAX buttons.
- SUPERVISÃO:** List of protection statuses:
 - PROTEÇÃO NÃO ATUADA (86)
 - 50/62BF NÃO ATIVO
 - EMERGÊNCIA NÃO ATUADA
 - PROTEÇÃO RT NÃO ATUADA
 - PERMISSÍVEL PARTIDA NÃO ATIVO
 - LIMITADOR NÃO ATUADO
 - MODO TESTE NÃO ATIVO
 - TESTE SOBREVELOCIDADE NÃO ATIVO
 - OPERAÇÃO INTERLIGADA
 - RELÉ VELOCIDADE NULA NÃO ATIVO
 - ATUADOR ABERTO**
 - 65S ATUADO**
 - 52 FECHADO**
 - RETIRADA CARGA (RPN) NÃO ATUADO

Modo controle: ABERTURA, Seleção canal, Curva de capacidade, Simulação

Comando: PARTIR, RETIRAR CARGA, PARAR PARCIAL, PARAR, SINCRONIZADOR

Operação | Eventos | Gráficos | Ensaio | Setup | **Regulador de Velocidade**

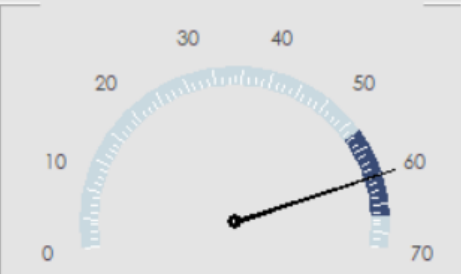
MODOS DE CONTROLE DO RV

CARGA:

Nível

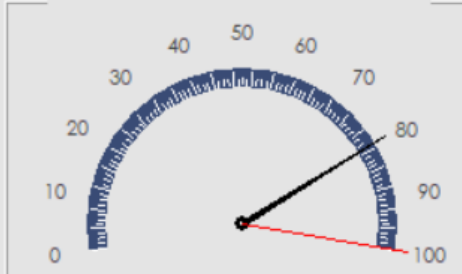
REIVAX **EM CARGA** **OPERAÇÃO** **SEM FALHAS** **LOCAL** **CH1** **ATIVO**

FREQUÊNCIA (Hz)



60,00
Ref. 60,00

ABERTURA (%)



78,93
Ref. 78,93

MEDIÇÕES

78,93 POSIÇÃO DISTRIBUIDOR (%)

500,00 NÍVEL A MONTANTE (m)

480,00 NÍVEL A JUSANTE (m)

300,0 VELOCIDADE (rpm)

13,80 TENSÃO TERMINAL (kV)

REFERÊNCIA MODO ATIVO

- +

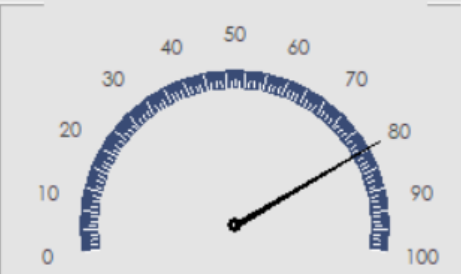
MIN MAX

LIMITADOR (%)

- 100,00 +

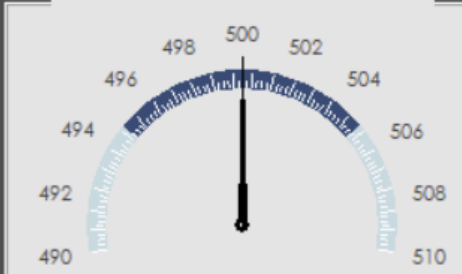
MIN MAX

POTÊNCIA ATIVA (MW)



79,89
Ref. 79,89

NÍVEL (m)



500,00
Ref. 500,00

SUPERVISÃO

PROTEÇÃO NÃO ATUADA (86) ...

50/62BF NÃO ATIVO

EMERGÊNCIA NÃO ATUADA ...

PROTEÇÃO RT NÃO ATUADA ...

PERMISSÍVEL PARTIDA NÃO ATIVO ...

LIMITADOR NÃO ATUADO

MODO TESTE NÃO ATIVO ...

TESTE SOBREVELOCIDADE NÃO ATIVO ...

OPERAÇÃO INTERLIGADA

RELÉ VELOCIDADE NULA NÃO ATIVO

ATUADOR ABERTO

65S ATUADO

52 FECHADO

RETIRADA CARGA (RPN) NÃO ATUADO

Modo controle

NÍVEL

Seleção canal

Curva de capacidade

Simulação

Comando


PARTIR

RETIRAR CARGA

PARAR PARCIAL

PARAR

SINCRONIZADOR

Operação Eventos Gráficos Ensaio Setup **Regulador de Velocidade** 

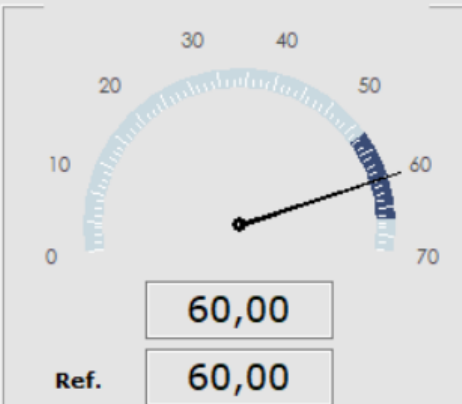
MODOS DE CONTROLE DO RV

CARGA:

Compensador

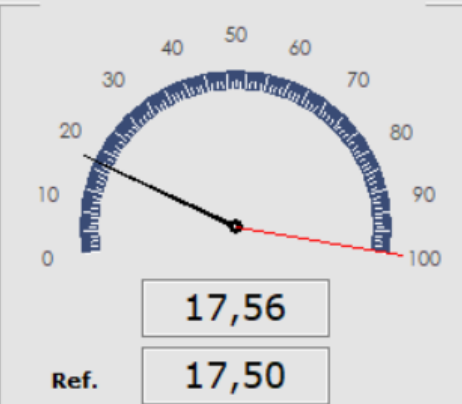
REIVAX EM CARGA OPERAÇÃO SEM FALHAS LOCAL CH1 ATIVO

FREQUÊNCIA (Hz)



60,00
Ref. 60,00

ABERTURA (%)



17,56
Ref. 17,50

MEDIÇÕES

17,56 POSIÇÃO DISTRIBUIDOR (%)

500,00 NÍVEL A MONTANTE (m)

480,00 NÍVEL A JUSANTE (m)

300,0 VELOCIDADE (rpm)

13,80 TENSÃO TERMINAL (kV)

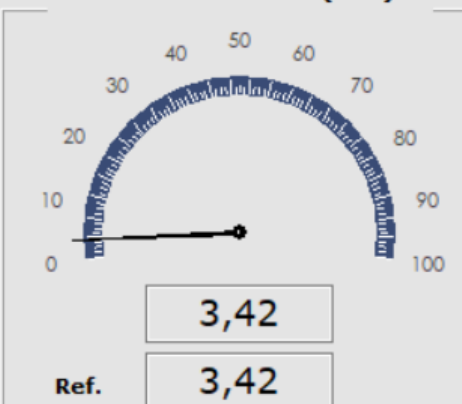
REFERÊNCIA MODO ATIVO

MIN MAX

LIMITADOR (%)

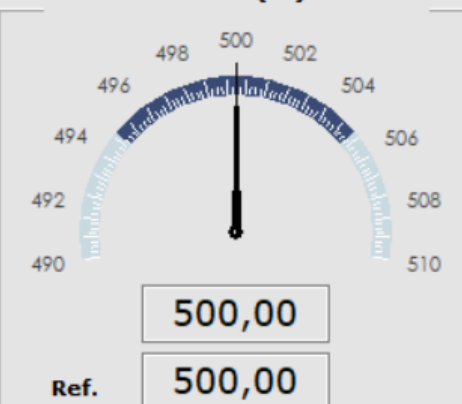
MIN MAX

POTÊNCIA ATIVA (MW)



3,42
Ref. 3,42

NÍVEL (m)



500,00
Ref. 500,00

SUPERVISÃO

PROTEÇÃO NÃO ATUADA (86) 50/62BF NÃO ATIVO

EMERGÊNCIA NÃO ATUADA

PROTEÇÃO RT NÃO ATUADA

PERMISSÍVEL PARTIDA NÃO ATIVO

LIMITADOR NÃO ATUADO

MODO TESTE NÃO ATIVO

TESTE SOBREVELOCIDADE NÃO ATIVO

OPERAÇÃO INTERLIGADA

RELÉ VELOCIDADE NULA NÃO ATIVO

ATUADOR ABERTO

65S ATUADO

52 FECHADO

RETIRADA CARGA (RPN) NÃO ATUADO

Modo controle

COMPENSADOR SÍNCRONO

Seleção canal

Curva de capacidade

Simulação

Comando

PARTIR

RETIRAR CARGA

PARAR PARCIAL

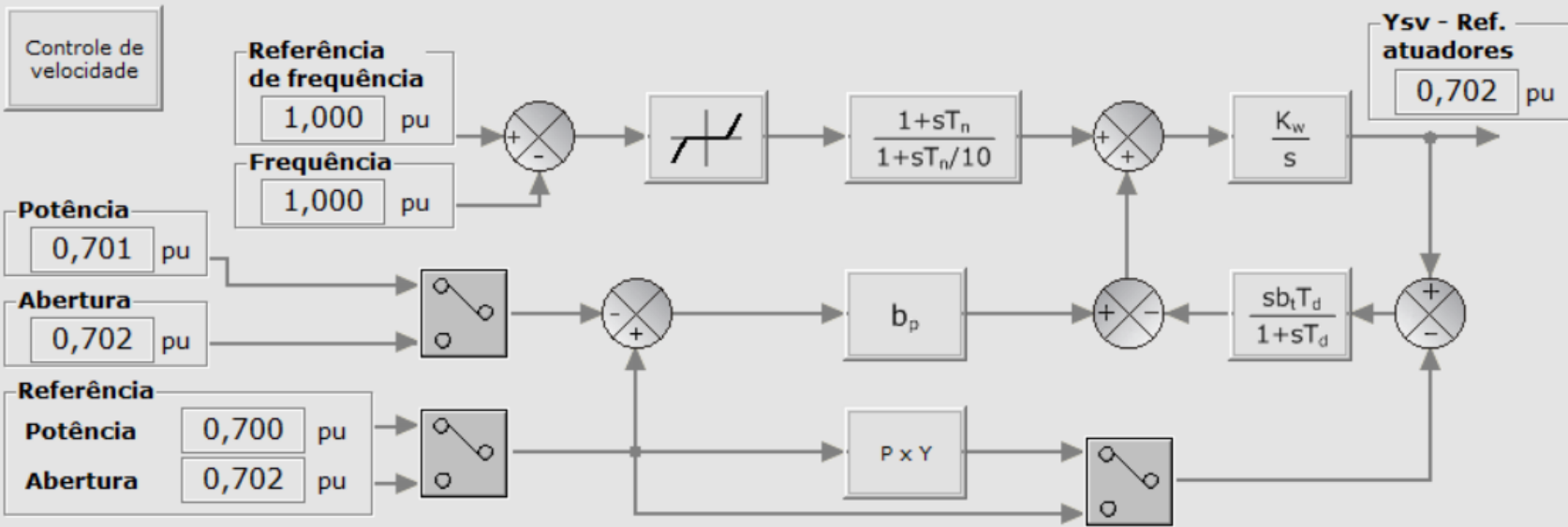
PARAR

SINCRONIZADOR

Operação Eventos Gráficos Ensaio Setup **Regulador de Velocidade**

QUINTA PARTE

RESPOSTA DINÂMICA DO RV



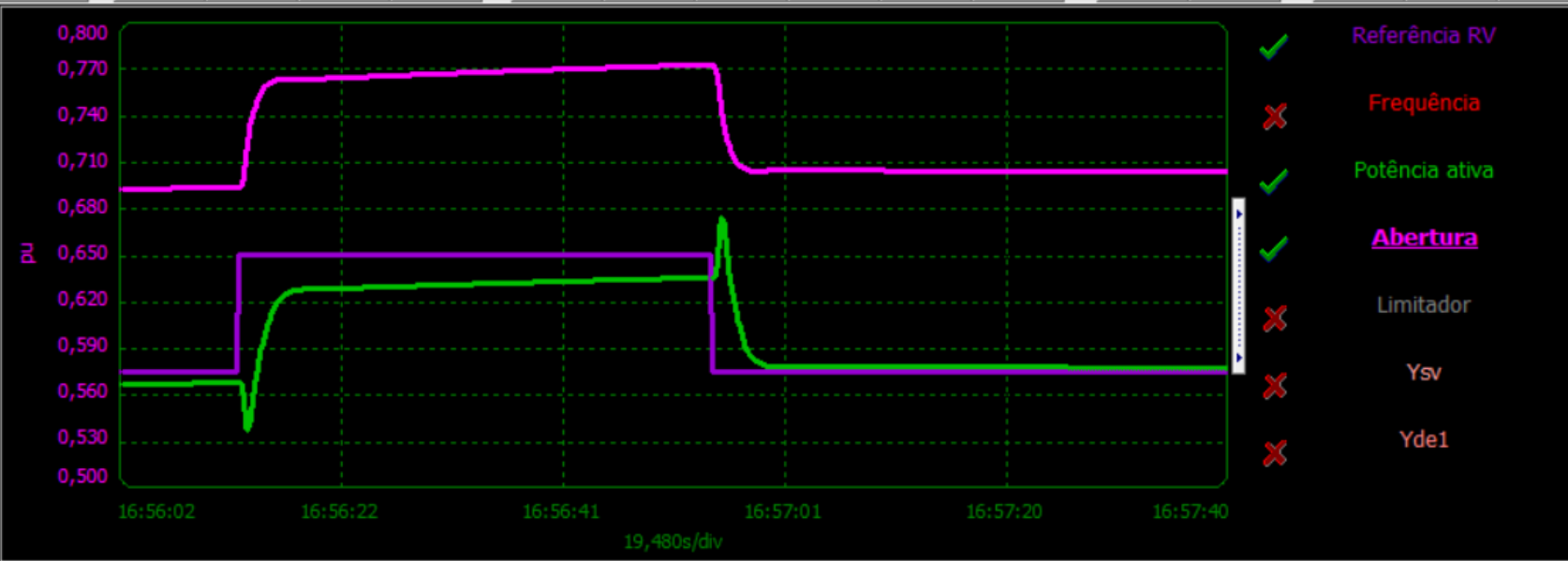
Modo controle

POTÊNCIA



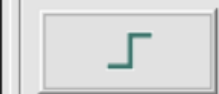
Seleção canal

Ensaio de estatismo



Degrau

10,0 %



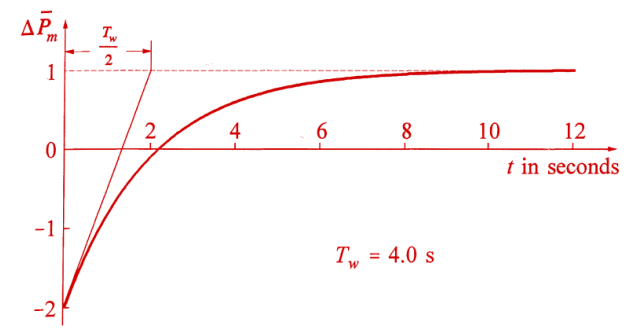
Pulso

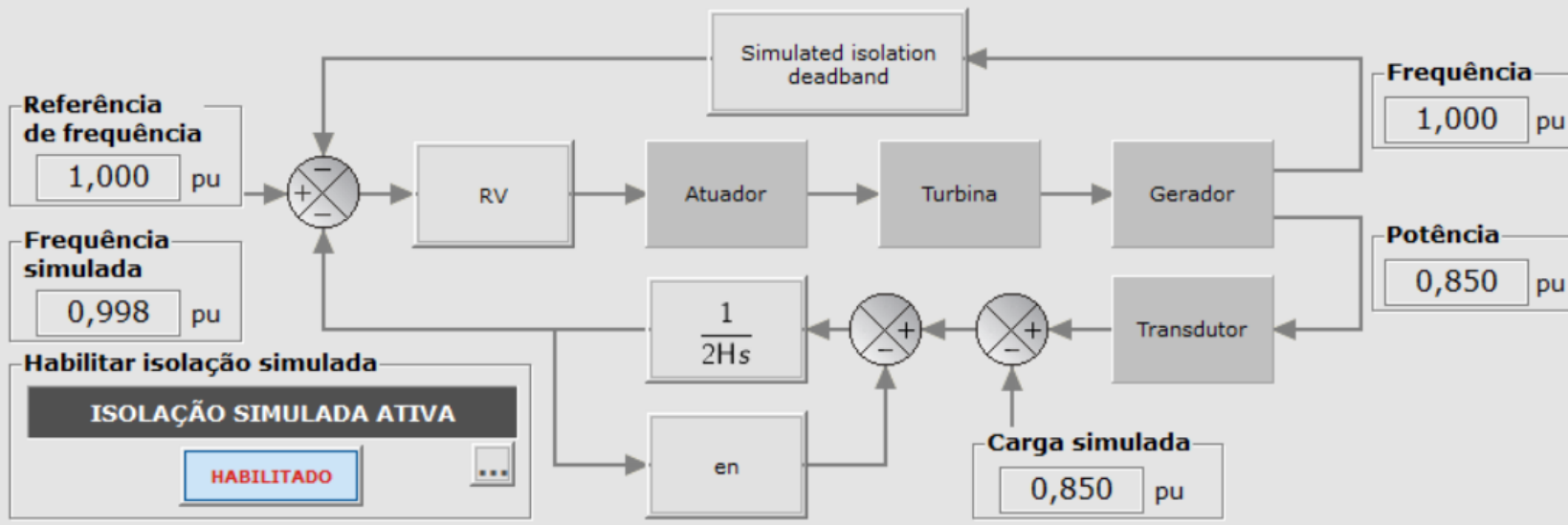
90,00 s



Voltar

RESPOSTA DINÂMICA DO RV



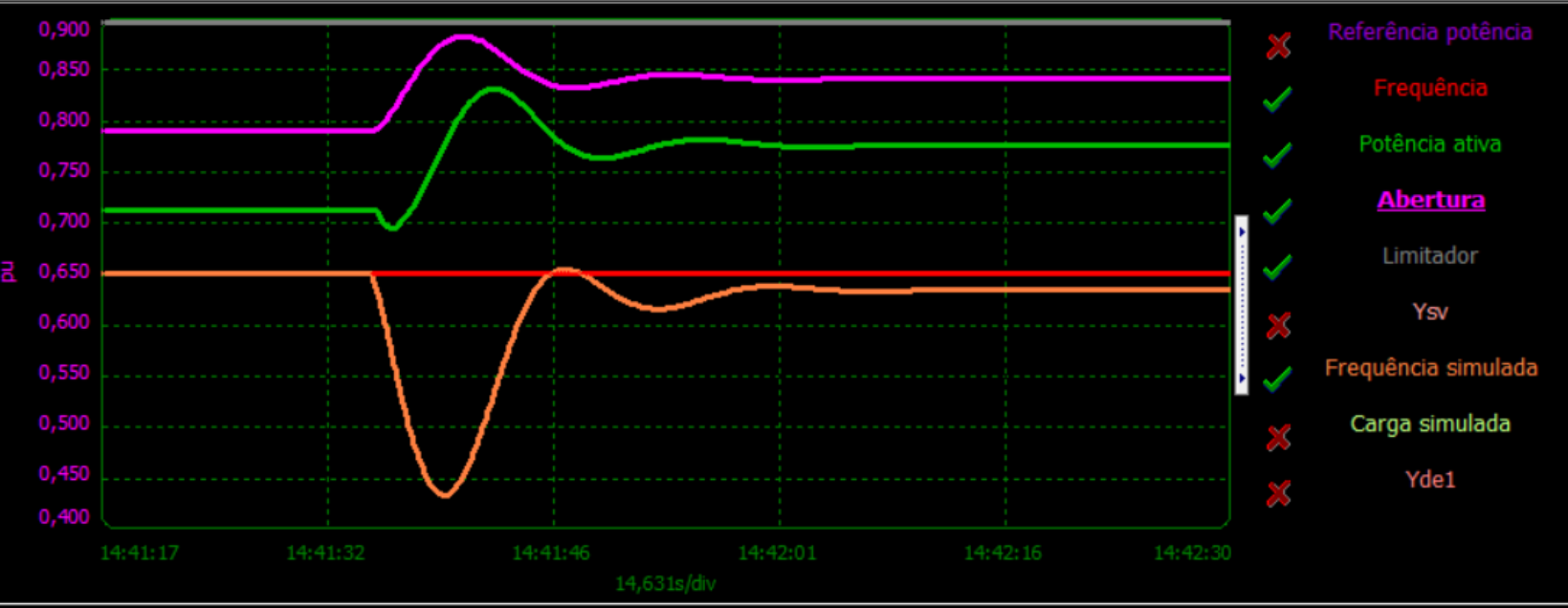


Modo controle

POTÊNCIA

Selecção canal

RESPOSTA DINÂMICA DO RV



Degrau

5,0 %

Pulso

90,00 s

Voltar

Rede Isolada Simulada

IEEE 1207
IEC 60308

SEXTA PARTE

APLICAÇÕES DO RV

CASE 1: CONTROLE ADAPTATIVO PARA TURBINAS BULBO

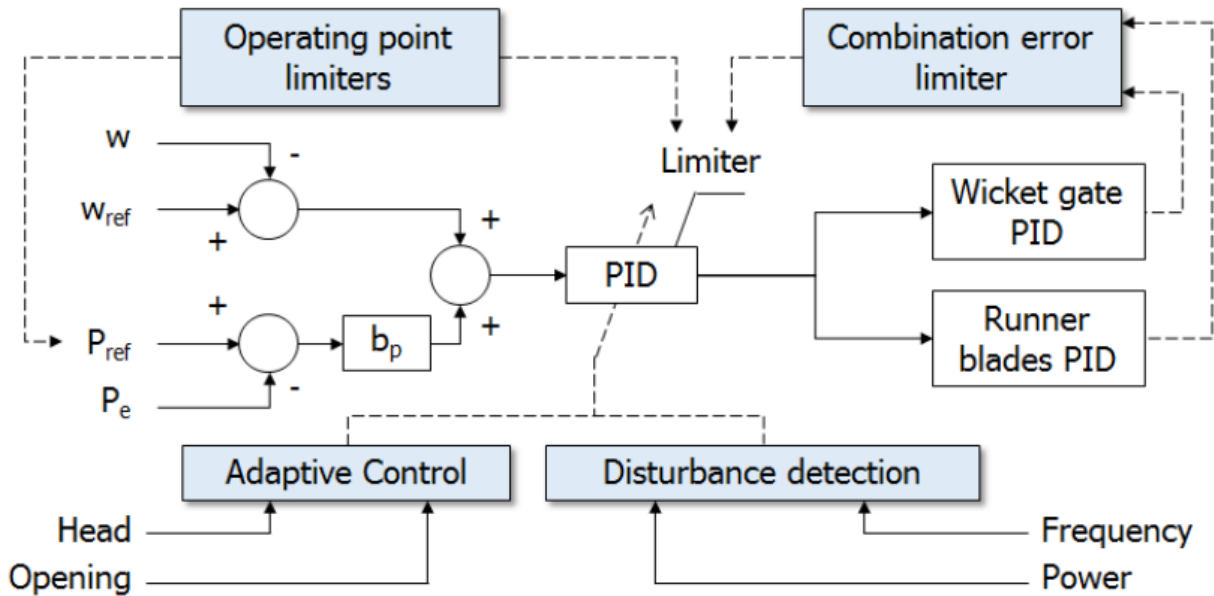
Right bank
28 units

Left Bank
22 units

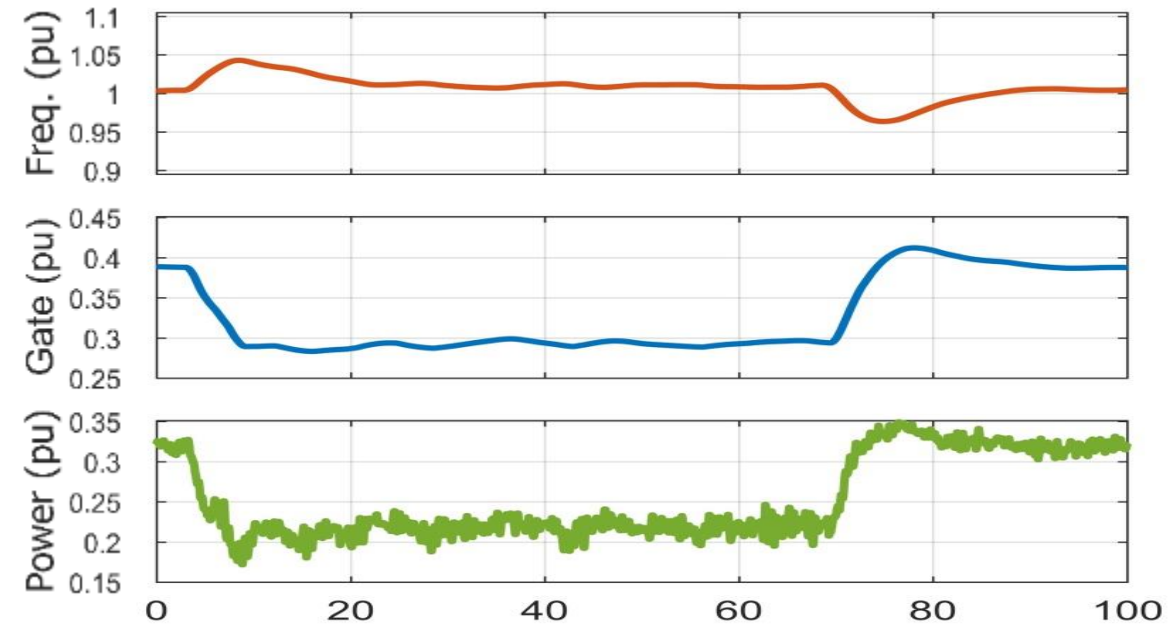


Fonte: acervo próprio

CASE 1: CONTROLE ADAPTATIVO PARA TURBINAS BULBO



Adaptive control enabled



Simulated isolation test (IEEE 1207 / IEC 60308)

CASE 2: MODO COMPENSADOR SÍNCRONO EM TURBINAS PELTON



CASE 2: MODO COMPENSADOR SÍNCRONO EM TURBINAS PELTON



Fonte: acervo próprio



Fonte: acervo próprio

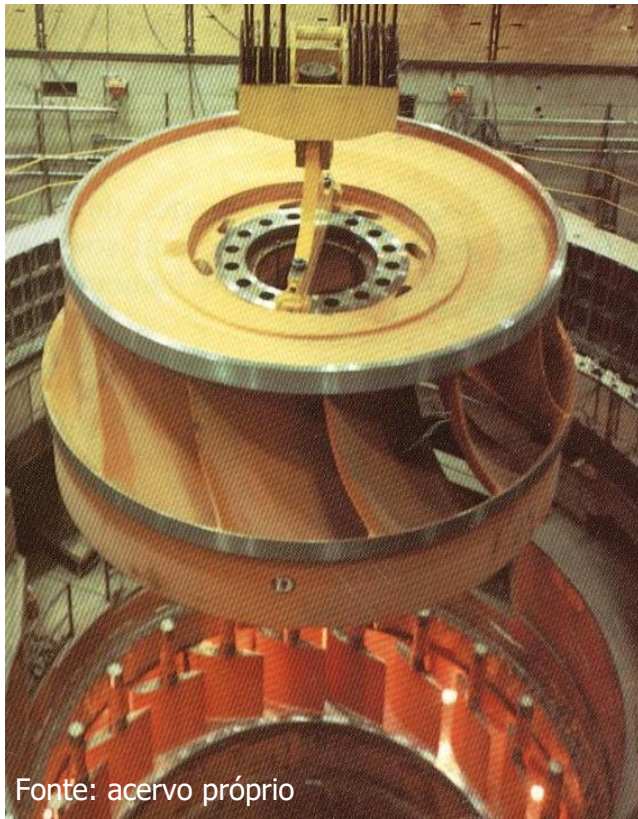


Fonte: acervo próprio



Fonte: acervo próprio

CASE 3: MODO COMPENSADOR SÍNCRONO EM TURBINAS FRANCIS



Fonte: acervo próprio



Fonte: Jornal Folha Regional



www.reivax.com

**REIVAX S/A AUTOMAÇÃO E
CONTROLE**

Rodovia José Carlos Daux, 600
João Paulo - 88030-904
Florianópolis - Brasil

Tel.: +55 48 3027-3700
Fax: +55 48 3027-3735

VENDAS@reivax.com

**REIVAX NORTH AMERICA,
INC**

666 Sherbrooke West, suite 900
Montreal, QC, H3A 1E7 - Canadá

Tel.: +1 438 288-0246
Fax: +1 514 228-7401

RNA@reivax.com

**REIVAX of SWITZERLAND
AG**

Stadtturmstrasse 19, 5400
Baden - Suíça

Tel.: +41 56 282 43 08
+41 79 300 54 30

RoS@reivax.com