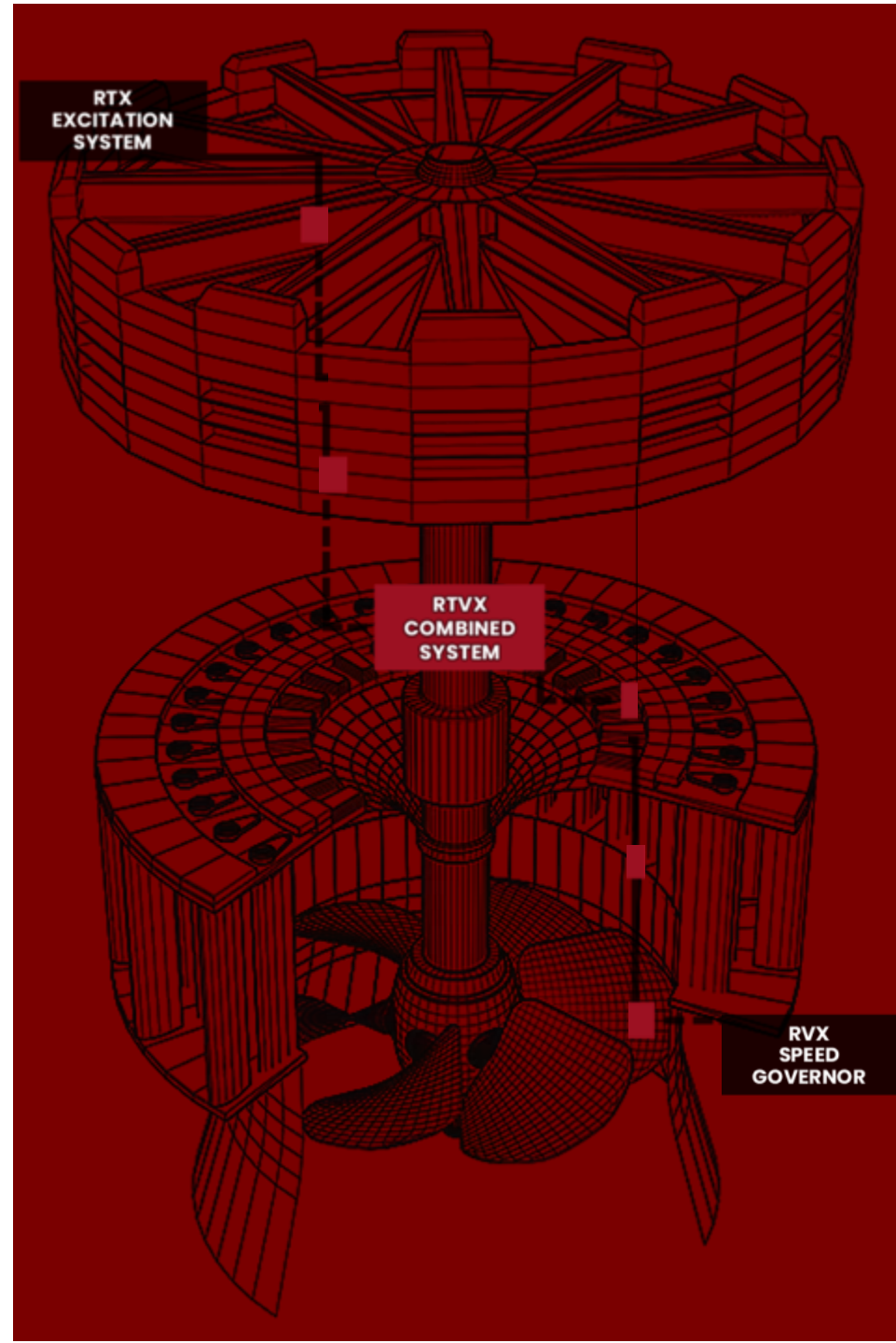


SISTEMAS DE REGULACIÓN DE VELOCIDAD Y APLICACIONES

POR CRISTIANO BÜHLER



CONTENIDO

1) Partes del RV

2) Funciones

3) Transductores

4) Modos de Control

5) Respuesta Dinámica

6) Evolución en Hardware y Software

7) Aplicaciones:

- **Control Adaptativo de**

- Turbinas Tipo Bulbo**

- **Modo Compensador:**

 - **Turbinas Pelton**

 - **Turbinas Francis**

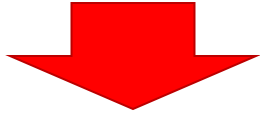
- **Control Remoto de Centrales**

PRIMERA PARTE

PARTES DEL RV

PARTES DEL RV

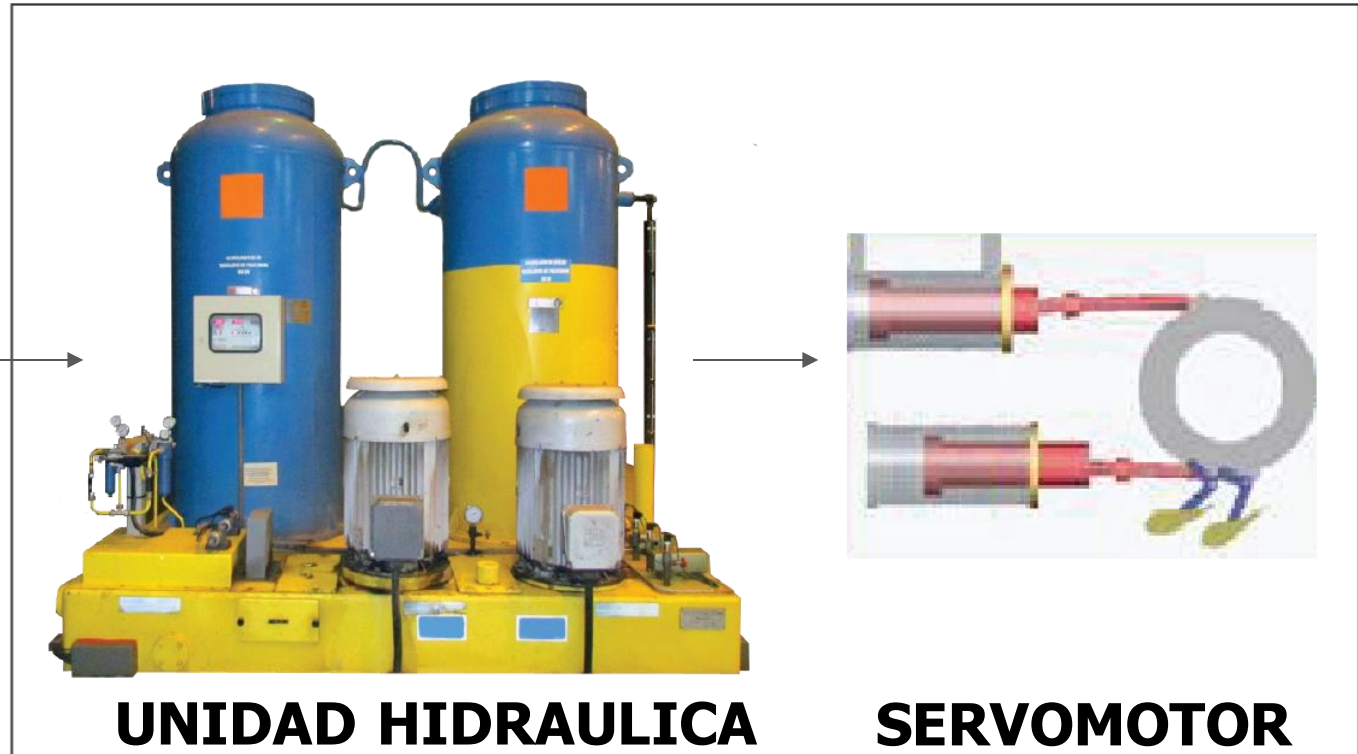
Tema de este seminario!



CONTROL



POTENCIA



SEGUNDA PARTE

FUNCIONES DEL RV

FUNCIONES DEL RV



Cantidad de Energía a Generar



Turbina

Control de Velocidad



Generador



Control de Tensión



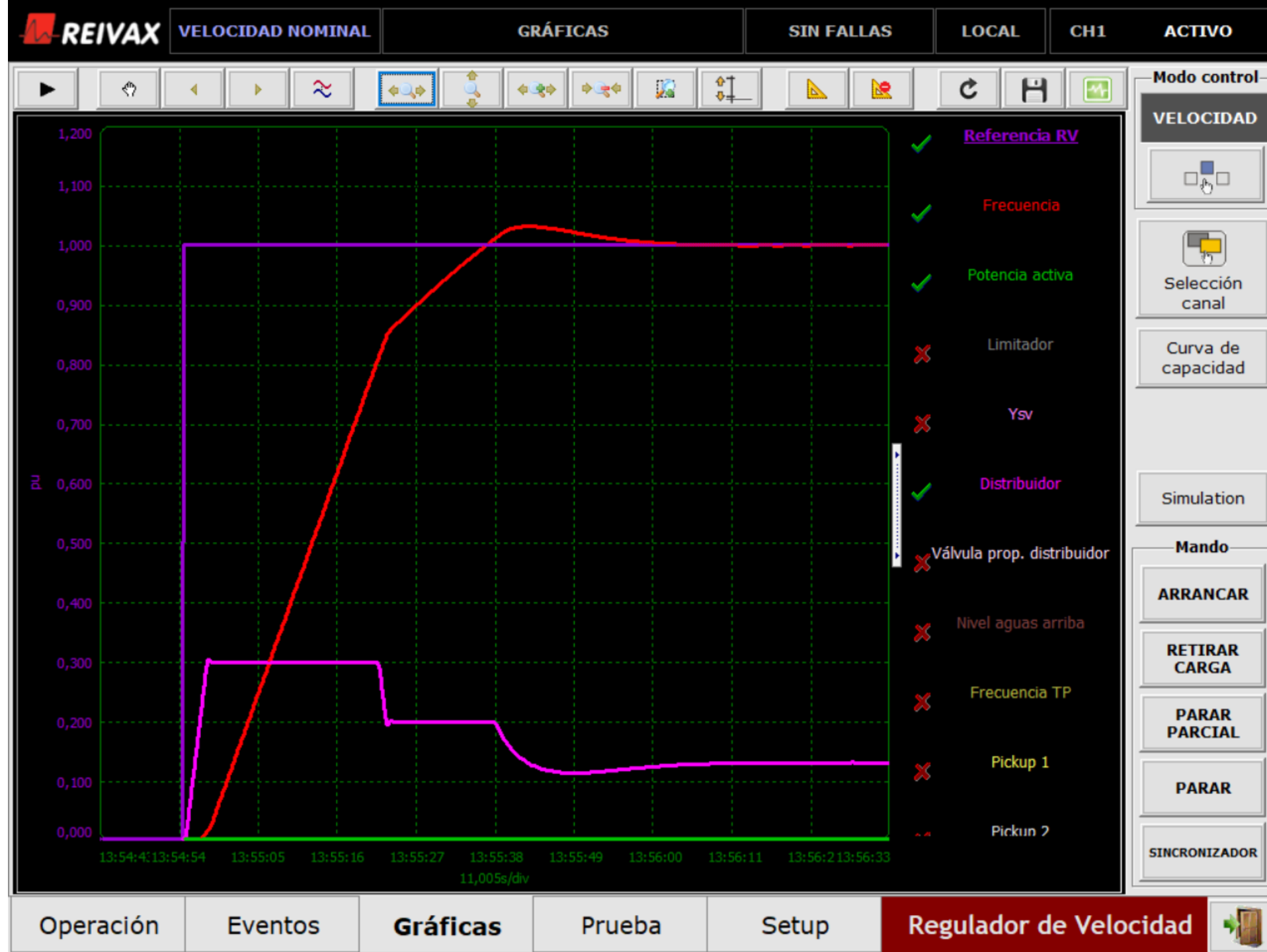
Energía Generada

FUNCIONES PRINCIPALES

- 1. Arranque Automatico;**
- 2. Control en vacío;**
- 3. Cierre rápido del actuador;**
- 4. Limitar la operación;**
- 5. Indicación de la rotación;**
- 6. Operación en Lazo Abierto;**
- 7. Control de las palas del rotor en Turbinas Kaplan o Bulbo;**
- 8. Control del deflector en Turbinas Pelton;**
- 9. Distribución de carga entre máquinas - Estatismo.**

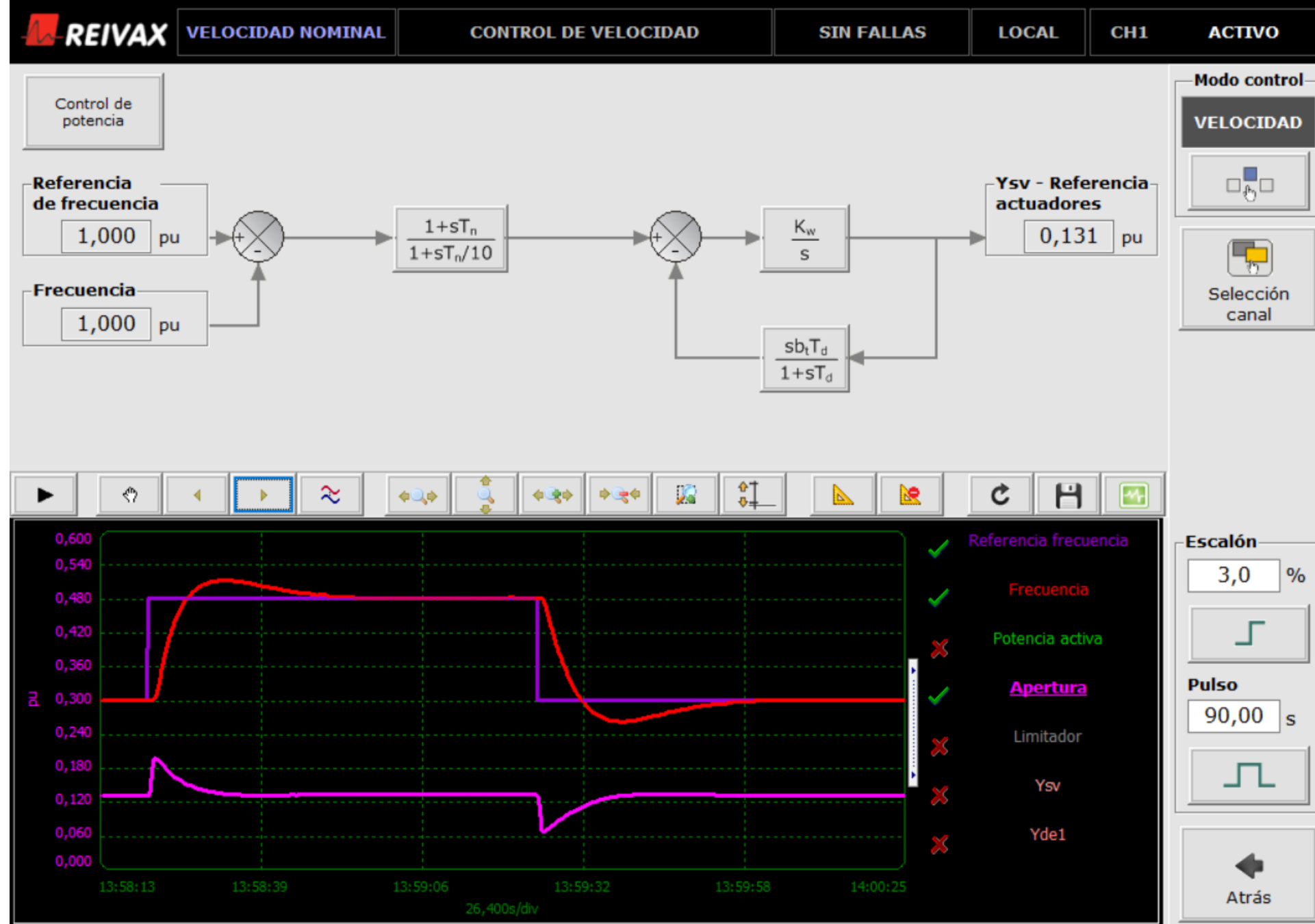
FUNCIONES DEL RV

1. Arranque Automatico



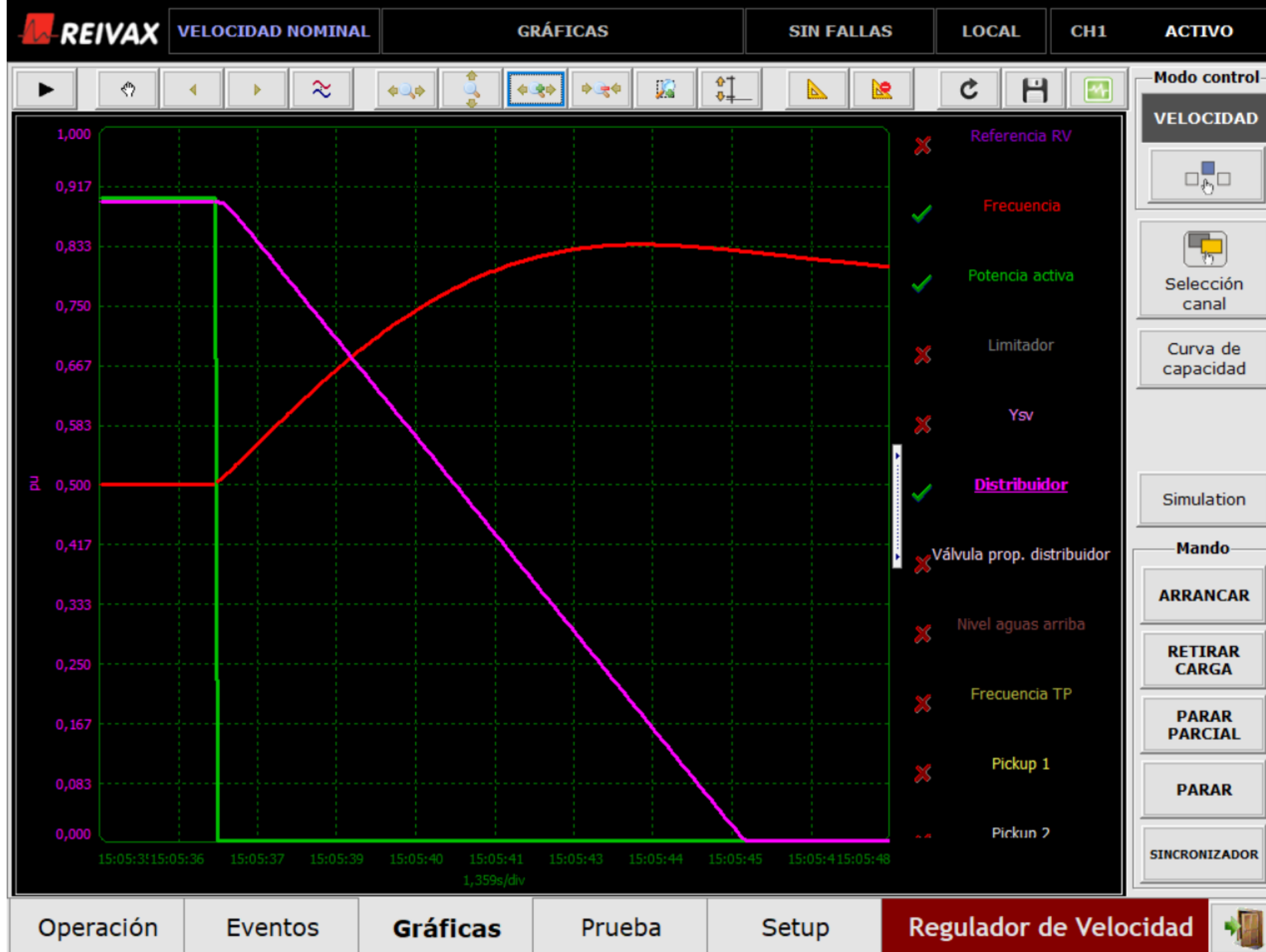
FUNCIONES DEL RV

2. Control en vacío



FUNCIONES DEL RV

3. Cierre rápido del actuador



FUNCIONES DEL RV

4. Limitar la Operación

REIVAX **EN CARGA** **OPERACIÓN** **SIN FALLAS** **LOCAL** **CH1** **ACTIVO**

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

APERTURA (%)
40 50 60 70 80 90 100
20 10 0
80,00
Ref. 80,00

MEDICIONES
80,00 POSICIÓN DISTRIBUIDOR (%)
500,00 AGUAS ARRIBA (m)
480,00 AGUAS ABAJO (m)
300,0 VELOCIDAD (rpm)
13,80 TENSIÓN TERMINAL (kV)

REFERENCIA MODO ACTIVO
- +
MIN MAX

LIMITADOR (%)
- 80,00 +
MIN MAX

POTENCIA ACTIVA (MW)
30 40 50 60 70 80 90 100
20 10 0
81,04
Ref. 90,00

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

SUPERVISIÓN
PROTECCIÓN NO ACTUADA (86) ...
50/62BF NO ACTIVO
EMERGENCIA NO ACTUADA ...
PROTECCIÓN RT NO ACTUADA ...
PERMISIBLE ARRANQUE NO ACTIVO ...
LIMITADOR ACTUADO
MODO PRUEBA NO ACTIVO ...
PRUEBA SOBREVELOCIDAD NO ACTIVA ...
OPERACIÓN INTERCONECTADA
RELÉ VELOCIDAD NULA NO ACTIVO
ACTUADOR ABIERTO
65S ACTUADO
52 CERRADO
RETIRADA CARGA (RPN) NO ACTUADO

Modo control
POTENCIA
Selección canal
Curva de capacidad
Simulación

Mando
ARRANCAR
RETIRAR CARGA
PARAR PARCIAL
PARAR
SINCRONIZADOR

Operación **Eventos** **Gráficas** **Prueba** **Setup** **Regulador de Velocidad**

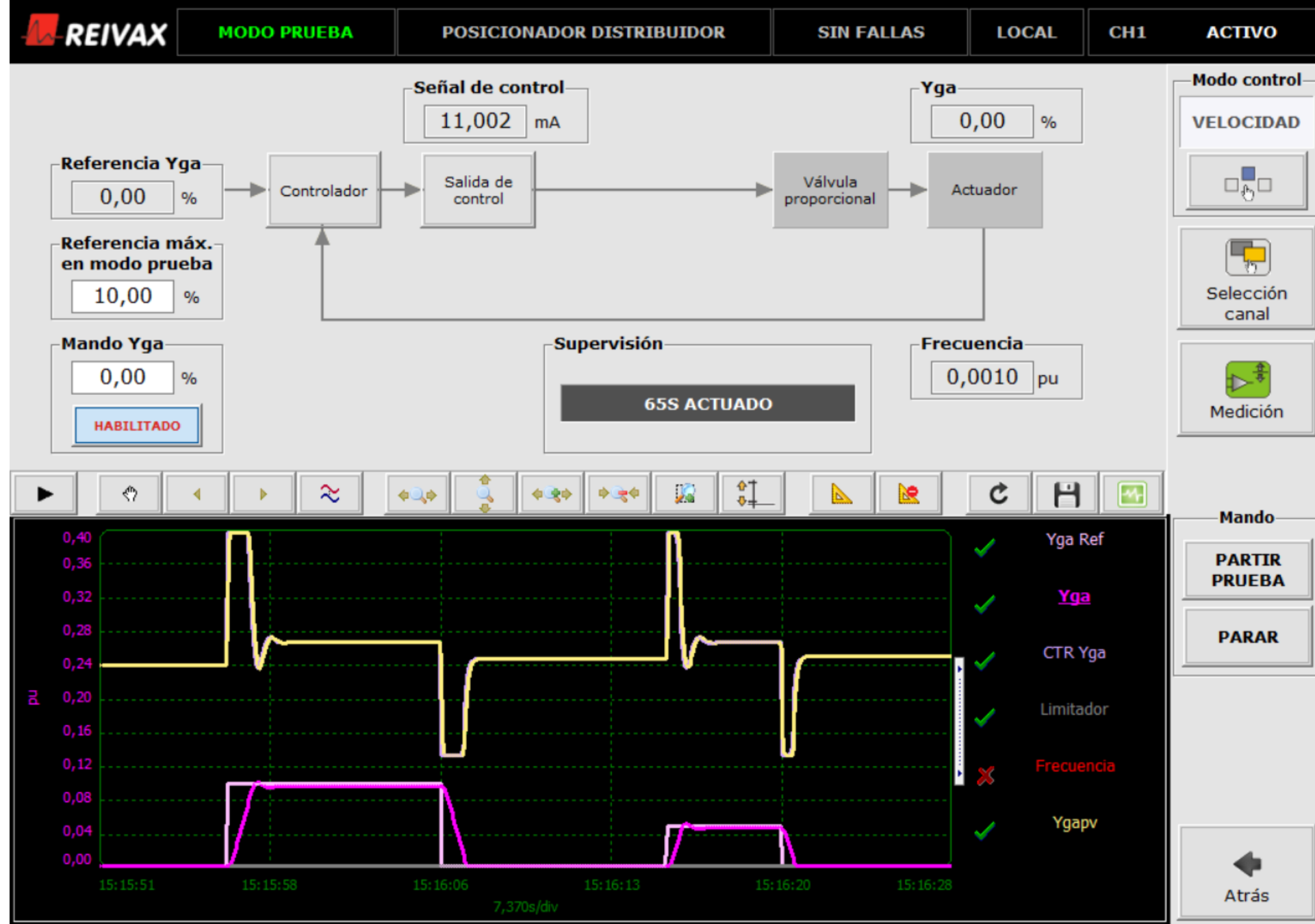
FUNCIONES DEL RV

5. Indicación de la Rotación



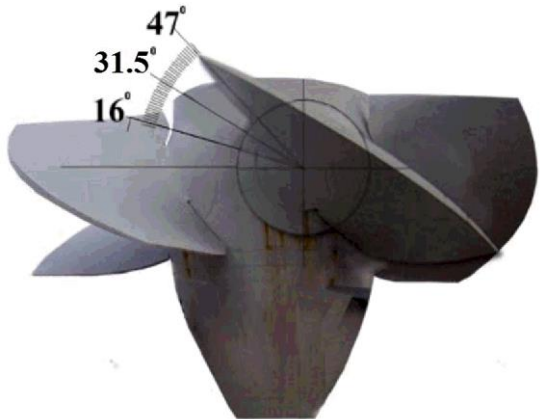
FUNCIONES DEL RV

6. Operación en Lazo Abierto



FUNCIONES DEL RV

7. Control de las palas del Rotor en Turbinas Kaplan y Bulbo



REIVAX LISTO Y x Yru 1 SIN FALLAS LOCAL CH1 ACTIVO

Referencia Yru: 100,00 %

Conjugación rodete

Mando Yru: 99,99 % Mando: -0, %

DESHABILITADO DESHA

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 00:00:00

Curva distribuidor x álabes del rodete

Número de curvas: 4

Número de puntos: 10

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

Caída (m): 18,00

Los puntos deben ser colocados en orden ascendente

Caída: Constante de tiempo filtrado: 120,00 s; Valor de forzamiento: 20,00 m

FORZAMIENTO DESHABILITADO

Status da curva: Caída: 20,00 m; Abertura: 0,00 %; Salida curva: 0,00 %

OK

✓ APLICAR CURVA

Reducción de movimentación: Factor proporcional a la potencia activa: 0,20 %; Factor independiente de la potencia activa: 0,30 %; Referencia álabes del rodete: 0,00 %

CERRAR

Modo control VELOCIDAD

Selección canal

Medición

Mando PARTIR PRUEBA PARAR

Atrás

FUNCIONES DEL RV

8. Control del deflector en Turbinas Pelton



REIVAX

NO LISTO POSICIONADOR DEFLECTOR 1 SEM FALHAS LOCAL CH1 ACTIVO

Señal de control: 12,000 mA

Yde1: 0,00 %

Referencia Yde1: 22,00 %

Conjugación deflector

Mando Yde1: 0,00 %
DESHABILITADO

Curva aguja x deflector 1

Apertura x deflector

Número de puntos: 10

| | Aguja (%) | Deflector (%) |
|----|-----------|---------------|
| 1 | 0,00 | 22,00 |
| 2 | 10,00 | 42,00 |
| 3 | 20,00 | 56,00 |
| 4 | 30,00 | 63,00 |
| 5 | 40,00 | 70,00 |
| 6 | 50,00 | 78,00 |
| 7 | 60,00 | 82,00 |
| 8 | 70,00 | 88,00 |
| 9 | 80,00 | 94,00 |
| 10 | 90,00 | 100,00 |

Status da curva

Referencia aguja: 0,00 %

Referencia deflector 1 (salida curva): 22,00 %

OK

✓ APLICAR CURVA

Los puntos deben ser colocados en orden ascendente

Los puntos son los mismos para todos los deflectores

CERRAR

Modo control: VELOCIDAD

Selección canal

Medición

Mando: PARTIR PRUEBA, PARAR

Atrás

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

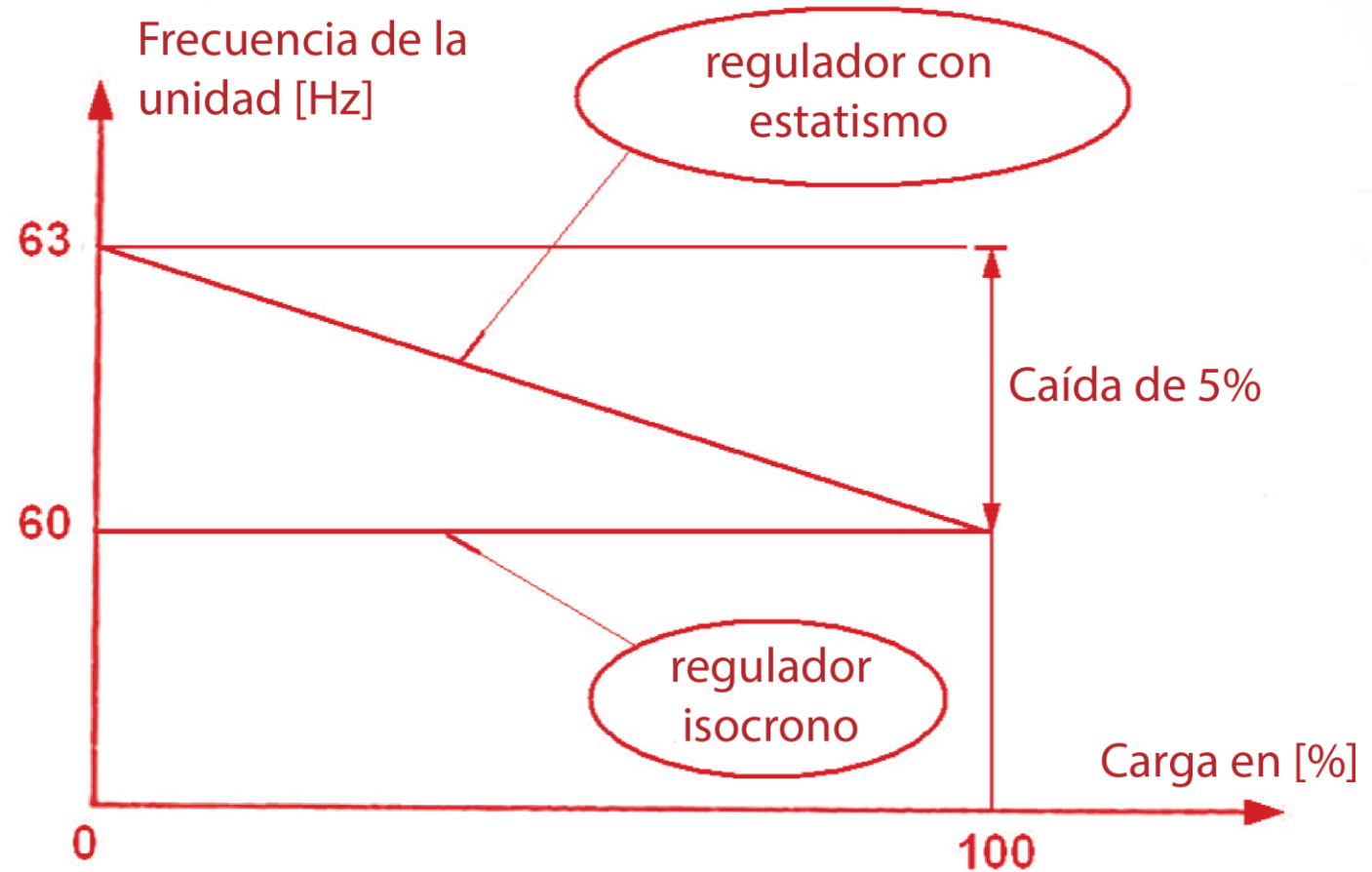
00:00:00 00:00:06 00:00:12 00:00:18 00:00:24 00:00:30

6,000s/div

LabelValueX
LabelValueY

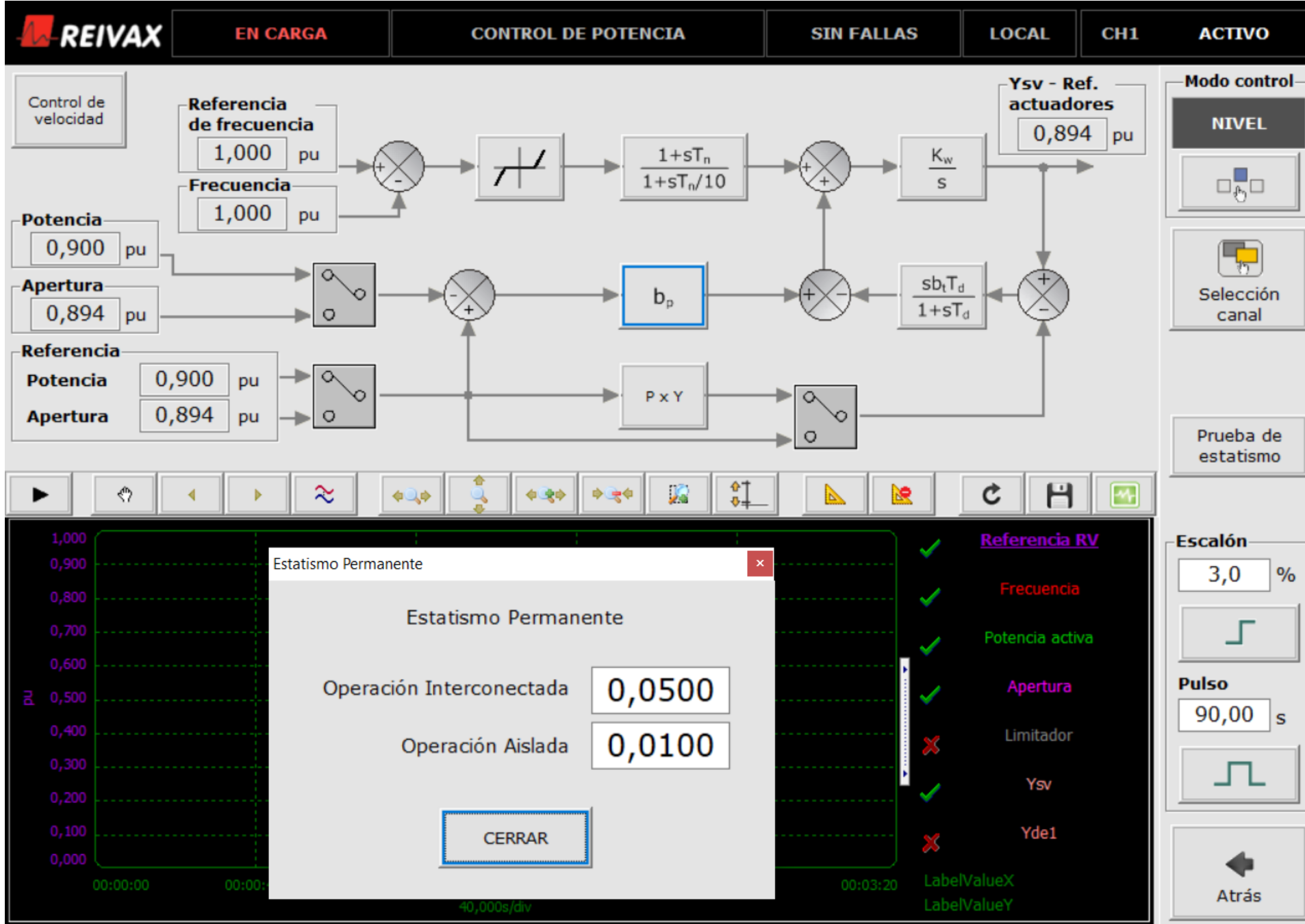
FUNCIONES DEL RV

9. Distribución de carga entre máquinas – Estatismo



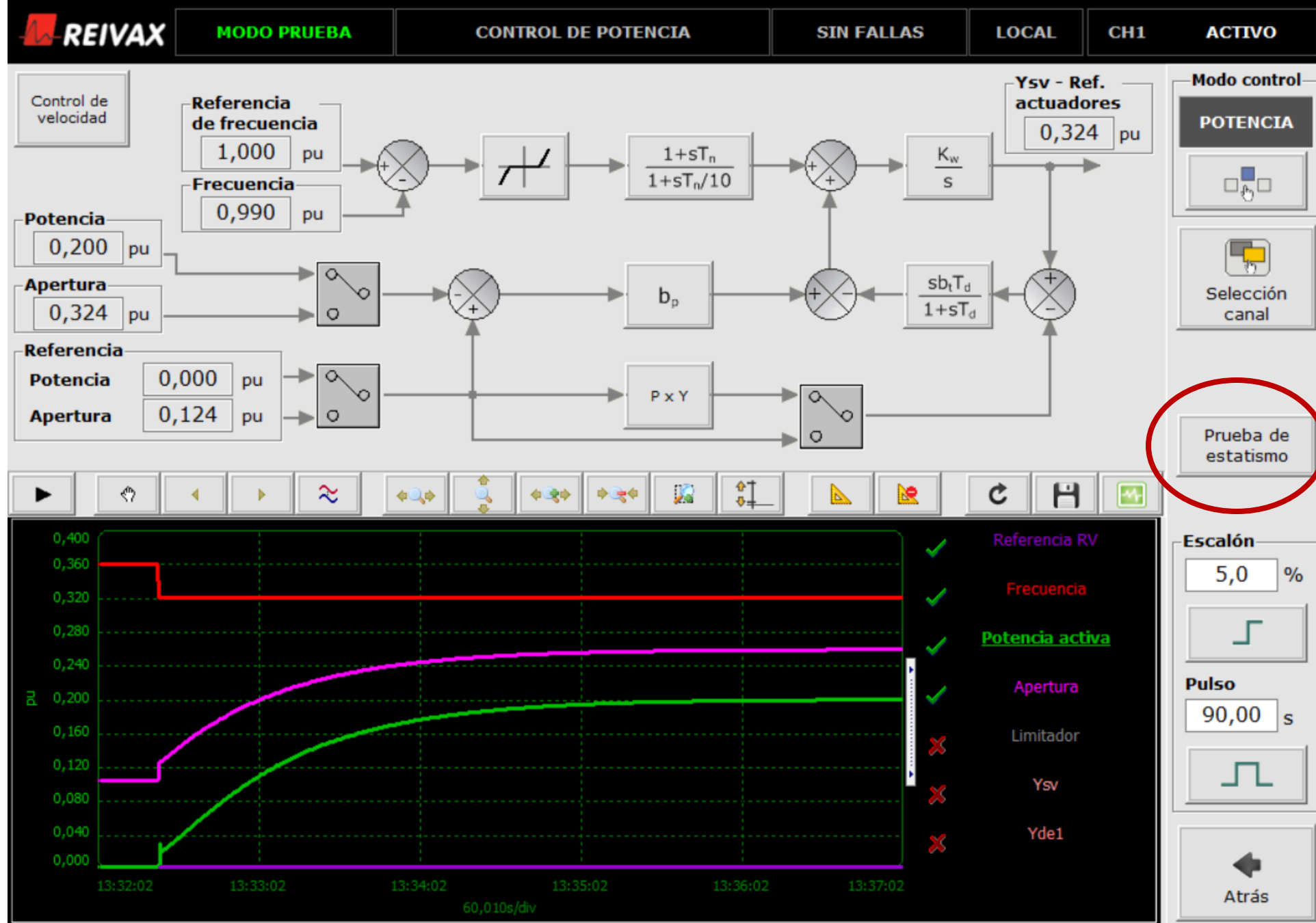
FUNCIONES DEL RV

9. Distribución de carga entre máquinas – Estatismo



FUNCIONES DEL RV

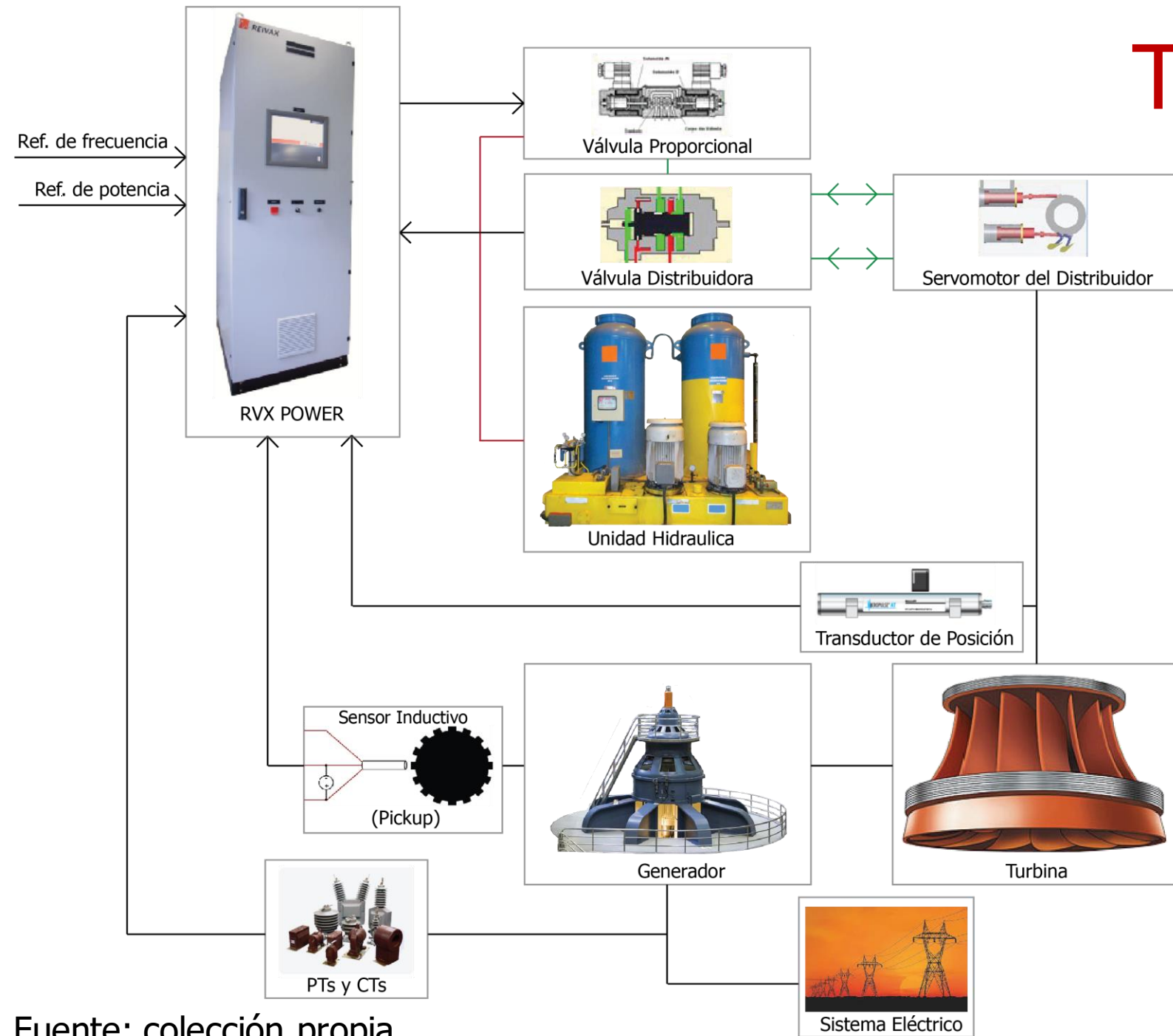
9. Estatismo



TERCERA PARTE

TRANSDUCTORES DEL RV

TRANSDUCTORES DEL RV



CUARTA PARTE

MODOS DE CONTROL DEL RV

MODOS DE CONTROL DEL RV

Operación en Vacío:

- Control de Velocidad/Frecuencia

Operación en Carga:

- Control de Potencia
- Control por Apertura
- Control de Nivel
- Modo Compensador Síncrono

Modo de Control

Modo de Control

Vacío: VELOCIDAD

Carga: APERTURA

POTENCIA APERTURA

NIVEL COMPENSADOR SÍNCRONO

Configuración en Carga

Atual: INTERCONECTADA

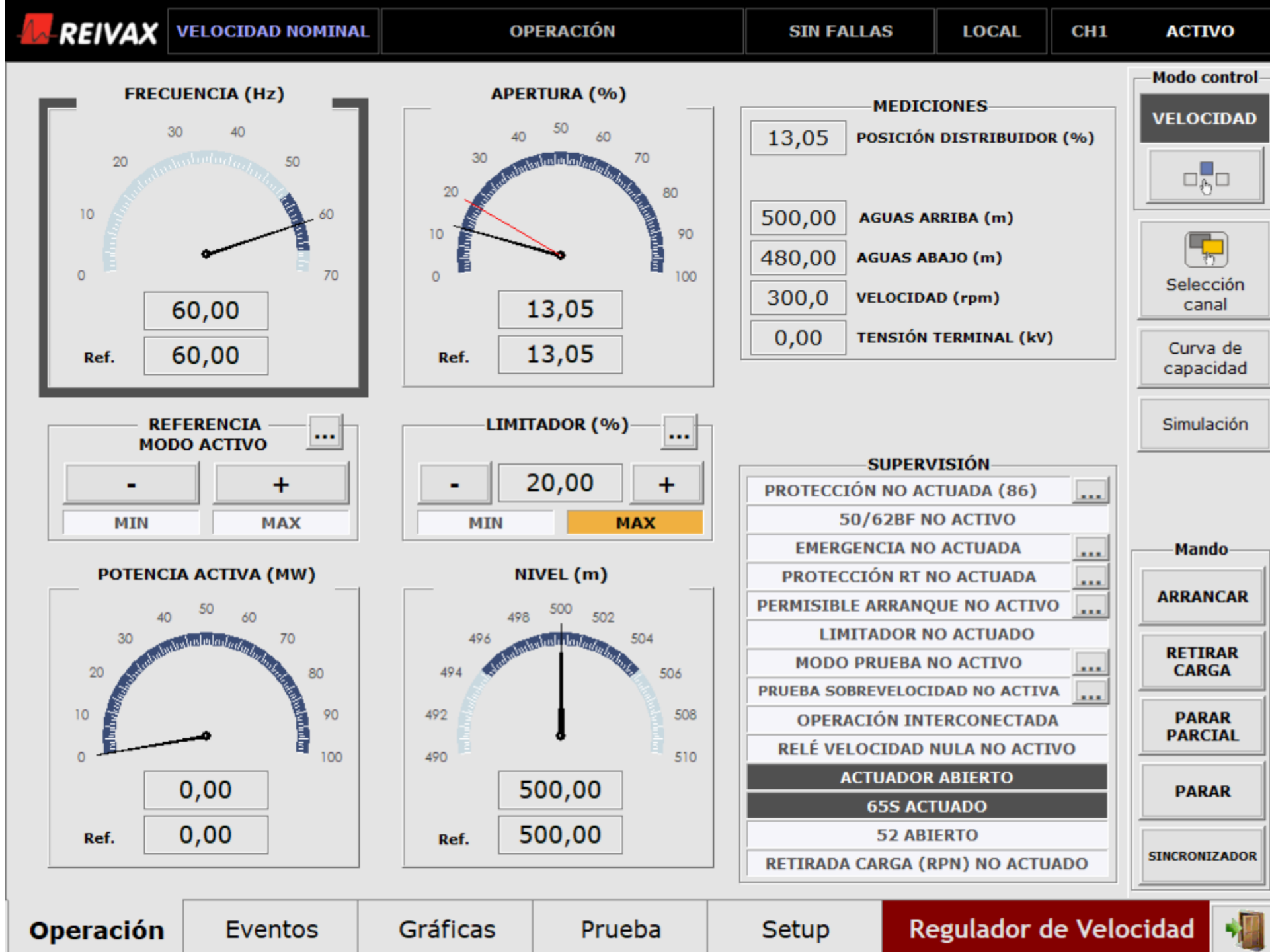
INTERCONECTADA AISLADA

CERRAR

MODOS DE CONTROL DEL RV

VACÍO:

Velocidad/
Frequência



MODOS DE CONTROL DEL RV

CARGA:

Potencia

The interface displays several key parameters and control elements:

- FRECUENCIA (Hz):** Gauge showing 60,00 Hz. Reference (Ref.) is 60,00 Hz.
- APERTURA (%):** Gauge showing 89,42%. Reference (Ref.) is 89,42%.
- MEDICIONES:**
 - 89,42 POSICIÓN DISTRIBUIDOR (%)
 - 500,00 AGUAS ARRIBA (m)
 - 480,00 AGUAS ABAJO (m)
 - 300,0 VELOCIDAD (rpm)
 - 13,70 TENSIÓN TERMINAL (kv)
- REFERENCIA MODO ACTIVO:** MIN (-) and MAX (+) buttons.
- LIMITADOR (%):** MIN (-) and MAX (+) buttons. The MAX button is highlighted.
- POTENCIA ACTIVA (MW):** Gauge showing 90,00 MW. Reference (Ref.) is 90,00 MW.
- NIVEL (m):** Gauge showing 500,00 m. Reference (Ref.) is 500,00 m.
- SUPERVISIÓN:**
 - PROTECCIÓN NO ACTUADA (86)
 - 50/62BF NO ACTIVO
 - EMERGENCIA NO ACTUADA
 - PROTECCIÓN RT NO ACTUADA
 - PERMISIBLE ARRANQUE NO ACTIVO
 - LIMITADOR NO ACTUADO
 - MODO PRUEBA NO ACTIVO
 - PRUEBA SOBREVOLOCIDAD NO ACTIVA
 - OPERACIÓN INTERCONECTADA
 - RELÉ VELOCIDAD NULA NO ACTIVO
 - ACTUADOR ABIERTO**
 - 65S ACTUADO**
 - 52 CERRADO**
 - RETIRADA CARGA (RPN) NO ACTUADO
- Mando:** ARRANCAR, RETIRAR CARGA, PARAR PARCIAL, PARAR, SINCRONIZADOR.

Bottom navigation bar: Operación, Eventos, Gráficas, Prueba, Setup, **Regulador de Velocidad**,

MODOS DE CONTROL DEL RV

CARGA:

Apertura

FRECUENCIA (Hz)
Gauge: 0 to 70 Hz. Value: 60,00
Ref.: 60,00

APERTURA (%)
Gauge: 0 to 100%. Value: 89,42
Ref.: 89,42

POTENCIA ACTIVA (MW)
Gauge: 0 to 100 MW. Value: 90,00
Ref.: 90,00

NIVEL (m)
Gauge: 490 to 510 m. Value: 500,00
Ref.: 500,00

REFERENCIA MODO ACTIVO
Buttons: -, +
Labels: MIN, MAX

LIMITADOR (%)
Buttons: -, +
Value: 100,00
Labels: MIN, MAX

MEDICIONES

- 89,42 POSICIÓN DISTRIBUIDOR (%)
- 500,00 AGUAS ARRIBA (m)
- 480,00 AGUAS ABAJO (m)
- 300,0 VELOCIDAD (rpm)
- 13,70 TENSIÓN TERMINAL (kV)

SUPERVISIÓN

- PROTECCIÓN NO ACTUADA (86) ...
- 50/62BF NO ACTIVO
- EMERGENCIA NO ACTUADA ...
- PROTECCIÓN RT NO ACTUADA ...
- PERMISIBLE ARRANQUE NO ACTIVO ...
- LIMITADOR NO ACTUADO
- MODO PRUEBA NO ACTIVO ...
- PRUEBA SOBREVOLOCIDAD NO ACTIVA ...
- OPERACIÓN INTERCONECTADA
- RELÉ VELOCIDAD NULA NO ACTIVO
- ACTUADOR ABIERTO
- 65S ACTUADO
- 52 CERRADO
- RETIRADA CARGA (RPN) NO ACTUADO

Modo control

- APERTURA
- Selección canal
- Curva de capacidad
- Simulación

Mando

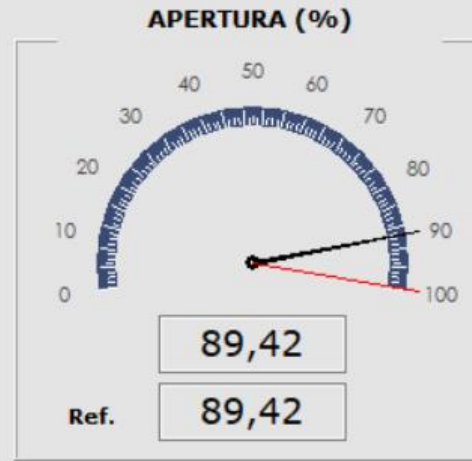
- ARRANCAR
- RETIRAR CARGA
- PARAR PARCIAL
- PARAR
- SINCRONIZADOR

Operación | **Eventos** | **Gráficas** | **Prueba** | **Setup** | **Regulador de Velocidad**

MODOS DE CONTROL DEL RV

CARGA:

Nivel



REFERENCIA MODO ACTIVO

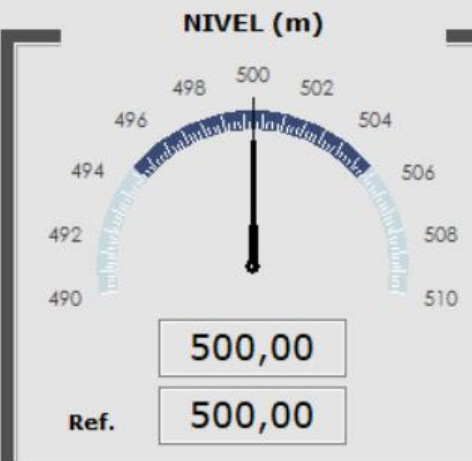
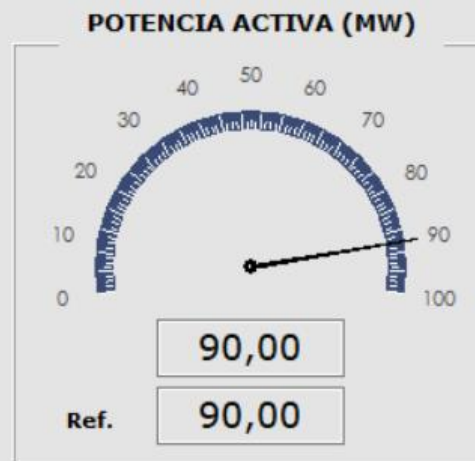
- +

MIN MAX

LIMITADOR (%)

- 100,00 +

MIN MAX



MEDICIONES

89,42 POSICIÓN DISTRIBUIDOR (%)

500,00 AGUAS ARRIBA (m)

480,00 AGUAS ABAJO (m)

300,0 VELOCIDAD (rpm)

13,70 TENSIÓN TERMINAL (kV)

SUPERVISIÓN

PROTECCIÓN NO ACTUADA (86)

50/62BF NO ACTIVO

EMERGENCIA NO ACTUADA

PROTECCIÓN RT NO ACTUADA

PERMISIBLE ARRANQUE NO ACTIVO

LIMITADOR NO ACTUADO

MODO PRUEBA NO ACTIVO

PRUEBA SOBREVELOCIDAD NO ACTIVA

OPERACIÓN INTERCONECTADA

RELÉ VELOCIDAD NULA NO ACTIVO

ACTUADOR ABIERTO

65S ACTUADO

52 CERRADO

RETIRADA CARGA (RPN) NO ACTUADO

Modo control

NIVEL

Selección canal

Curva de capacidad

Simulación

Mando

ARRANCAR

RETIRAR CARGA

PARAR PARCIAL

PARAR

SINCRONIZADOR




MODOS DE CONTROL DEL RV

CARGA:

Compensador

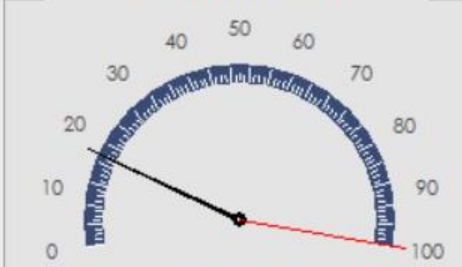
FRECUENCIA (Hz)



60,00

Ref. 60,00

APERTURA (%)



17,50

Ref. 17,50

MEDICIONES

17,50 POSICIÓN DISTRIBUIDOR (%)

500,00 AGUAS ARRIBA (m)

480,00 AGUAS ABAJO (m)

300,0 VELOCIDAD (rpm)

13,80 TENSIÓN TERMINAL (kV)

REFERENCIA MODO ACTIVO

- +

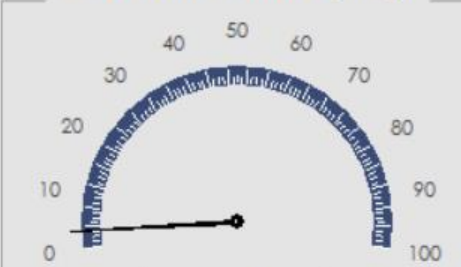
MIN MAX

LIMITADOR (%)

- 100,00 +

MIN MAX


POTENCIA ACTIVA (MW)



3,36

Ref. 3,36

NIVEL (m)



500,00

Ref. 500,00

SUPERVISIÓN

PROTECCIÓN NO ACTUADA (86) ...

50/62BF NO ACTIVO

EMERGENCIA NO ACTUADA ...

PROTECCIÓN RT NO ACTUADA ...

PERMISIBLE ARRANQUE NO ACTIVO ...

LIMITADOR NO ACTUADO

MODO PRUEBA NO ACTIVO ...

PRUEBA SOBREVOLUCIDAD NO ACTIVA ...

OPERACIÓN INTERCONECTADA

RELÉ VELOCIDAD NULA NO ACTIVO

ACTUADOR ABIERTO

65S ACTUADO

52 CERRADO

RETIRADA CARGA (RPN) NO ACTUADO

Modo control

COMPENSADOR SÍNCRONO

Selección canal

Curva de capacidad

Simulación

Mando

ARRANCAR

RETIRAR CARGA

PARAR PARCIAL

PARAR

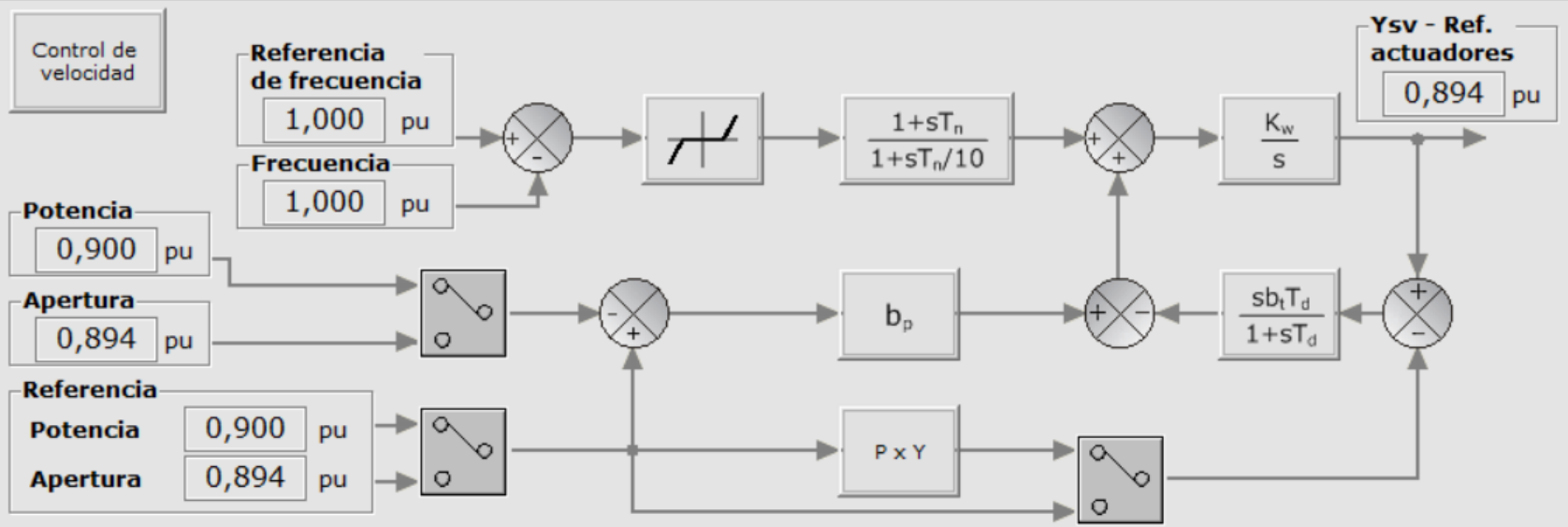
SINCRONIZADOR

Operación
Eventos
Gráficas
Prueba
Setup
Regulador de Velocidad

QUINTA PARTE

RESPUESTA DINÁMICA DEL RV

RESPUESTA DINÁMICA DEL RV

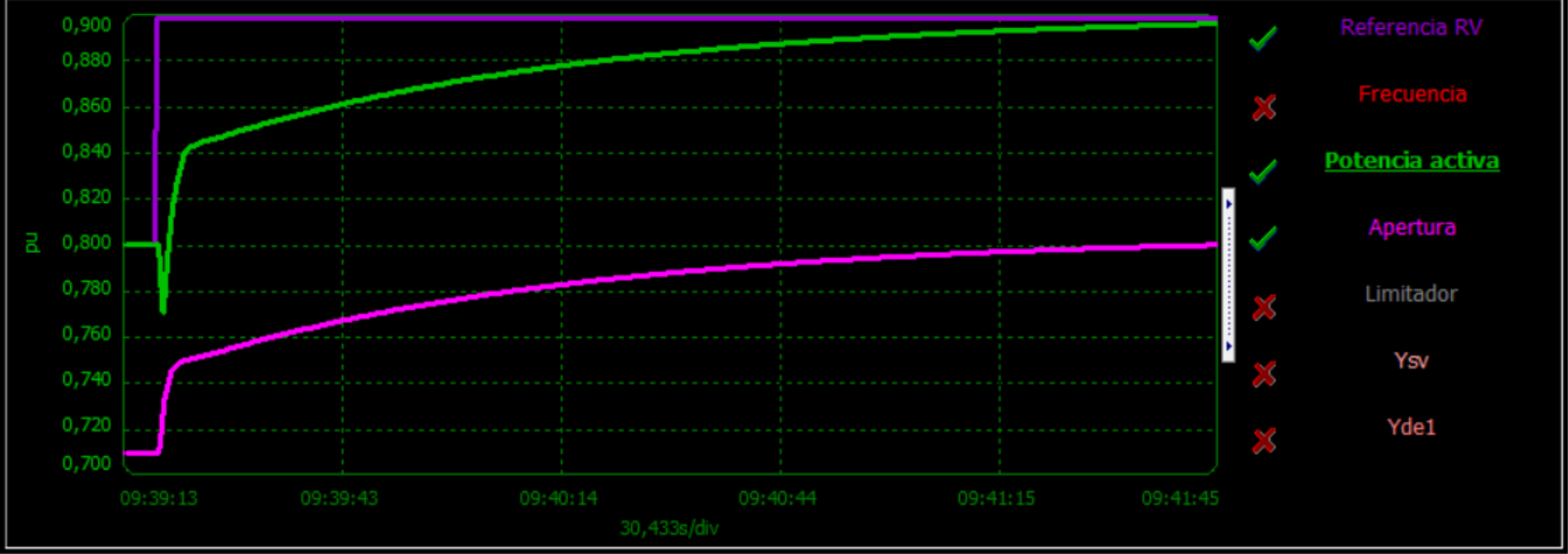


Modo control

POTENCIA

Selección canal

Prueba de estatismo



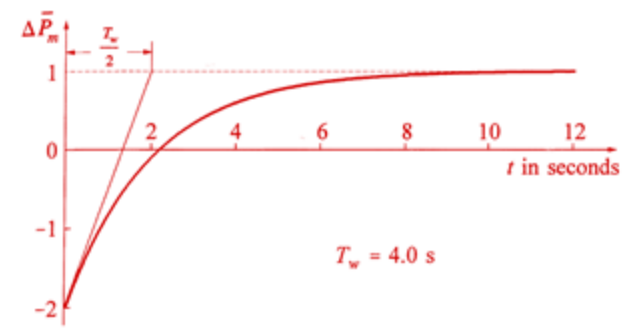
Escalón

10,0 %

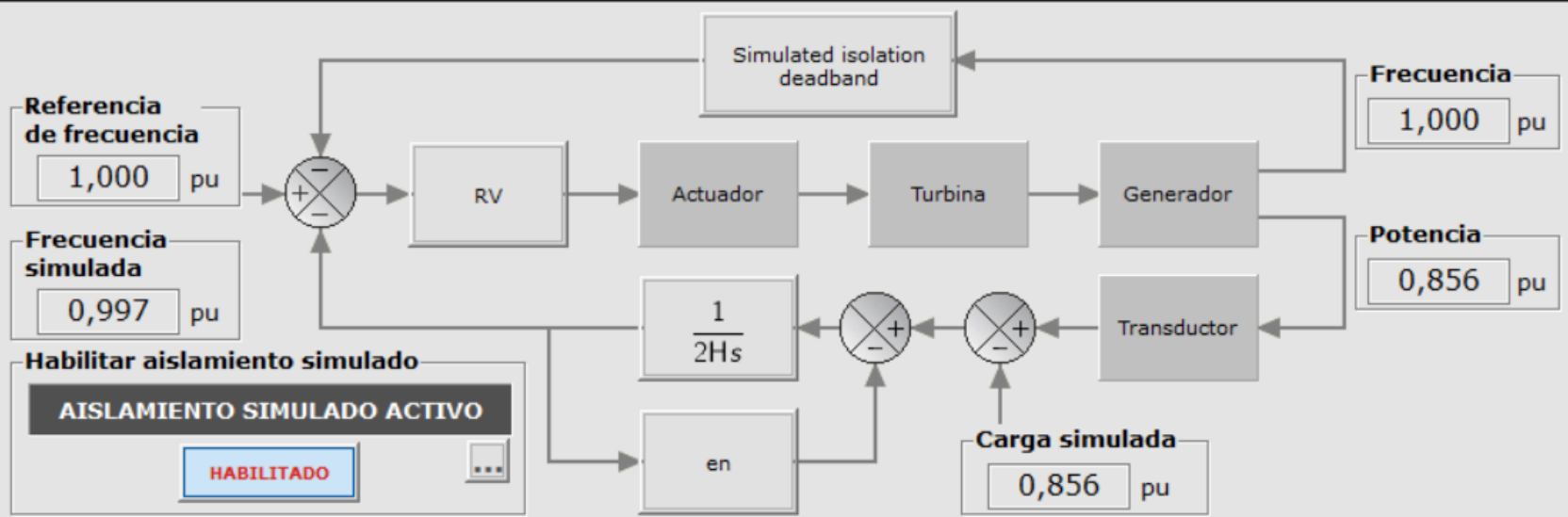
Pulso

90,00 s

Atrás



RESPUESTA DINÁMICA DEL RV



Referencia de frecuencia
1,000 pu

Frecuencia simulada
0,997 pu

Habilitar aislamiento simulado

AISLAMIENTO SIMULADO ACTIVO

HABILITADO

Frecuencia
1,000 pu

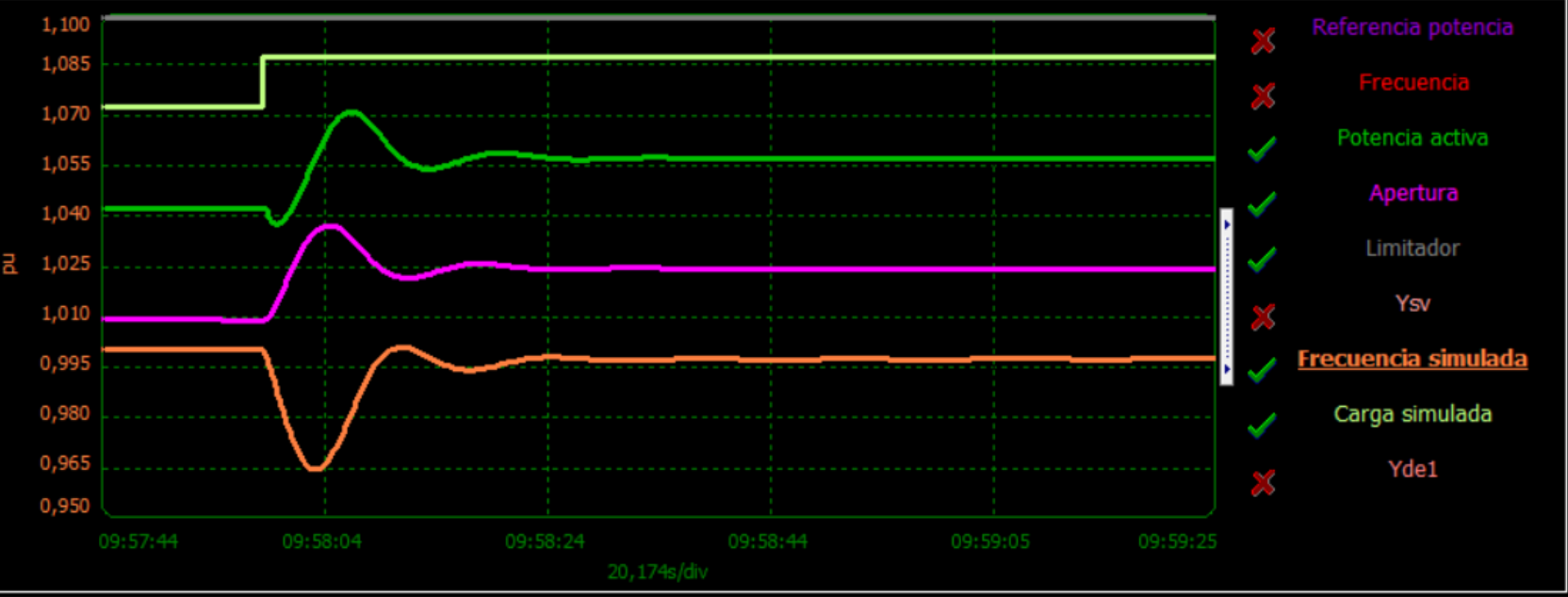
Potencia
0,856 pu

Carga simulada
0,856 pu

Modo control

POTENCIA

Selección canal



Escalón
5,0 %

Pulso
90,00 s

Atrás

Rede Isolada Simulada

IEEE 1207
IEC 60308

SEXTA PARTE

EVOLUCIÓN EN HARWARE Y SOFTWARE

EVOLUCIÓN



Plataforma RACK

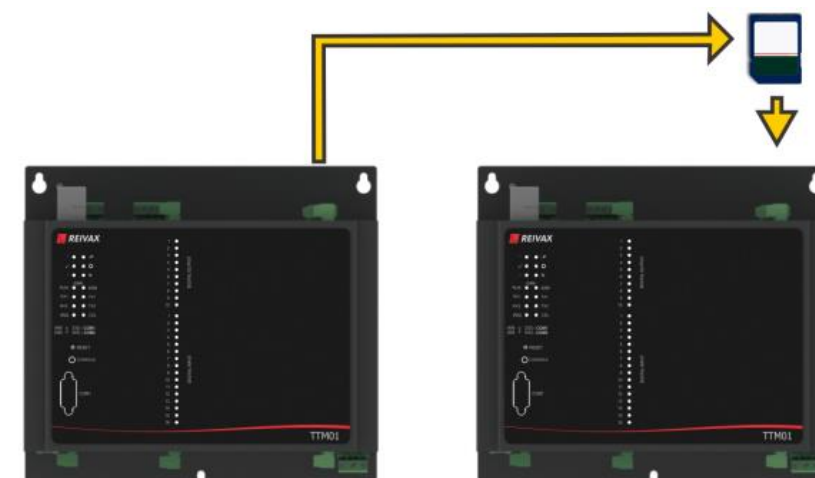
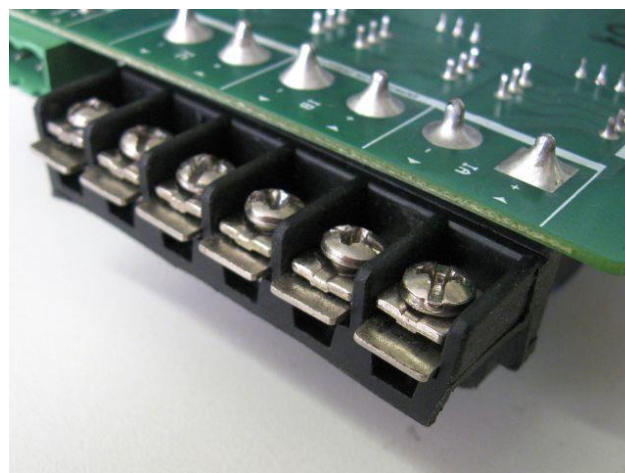
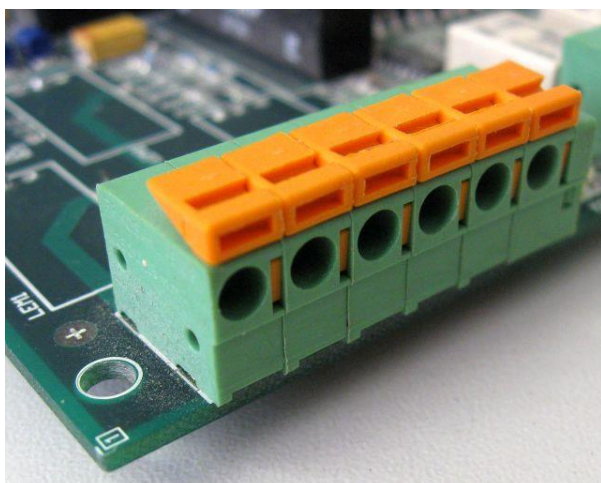
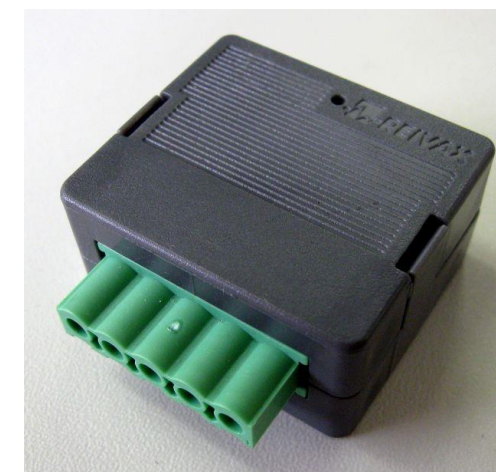
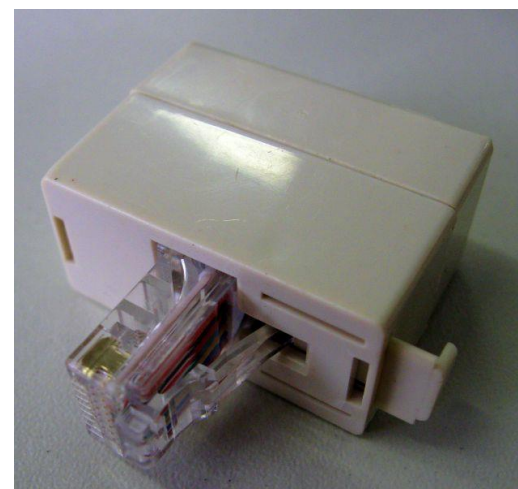
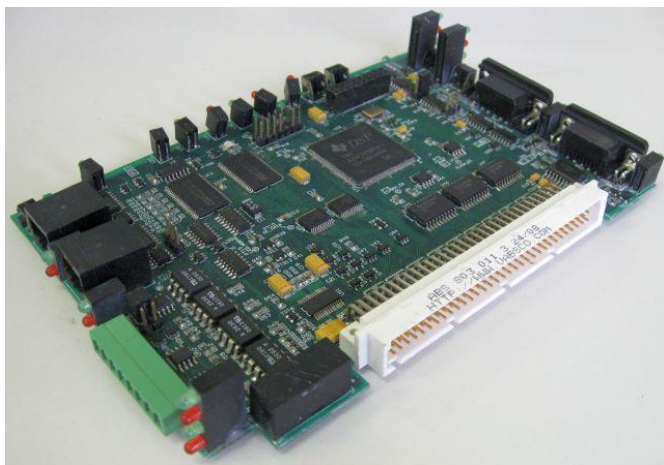


Plataforma POWER (G1)



Plataforma POWER (G2)

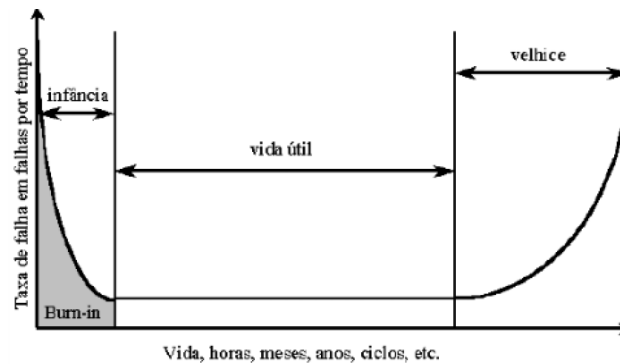
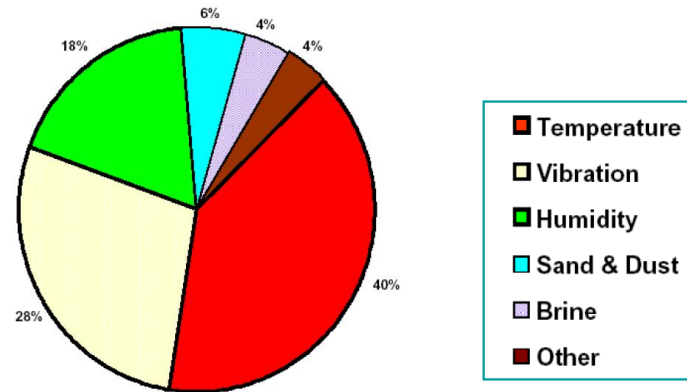
EVOLUCIÓN



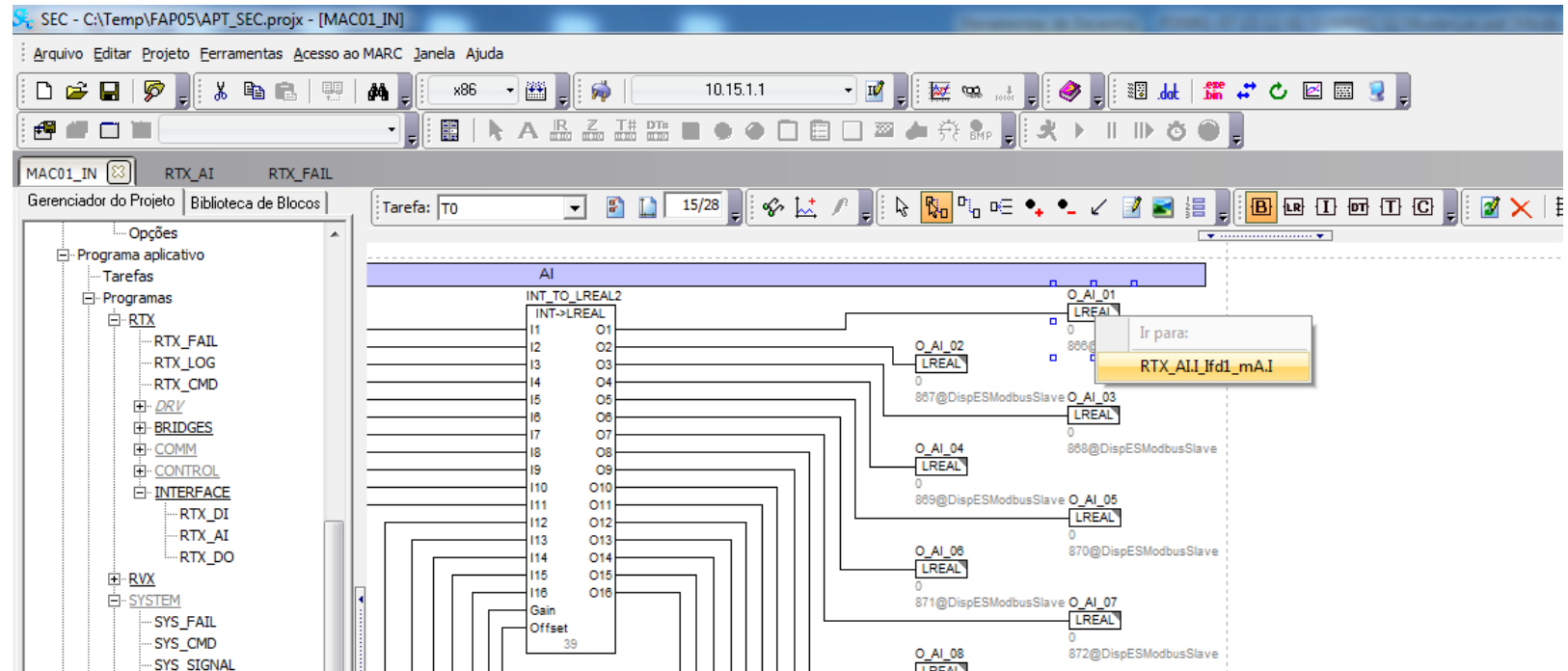
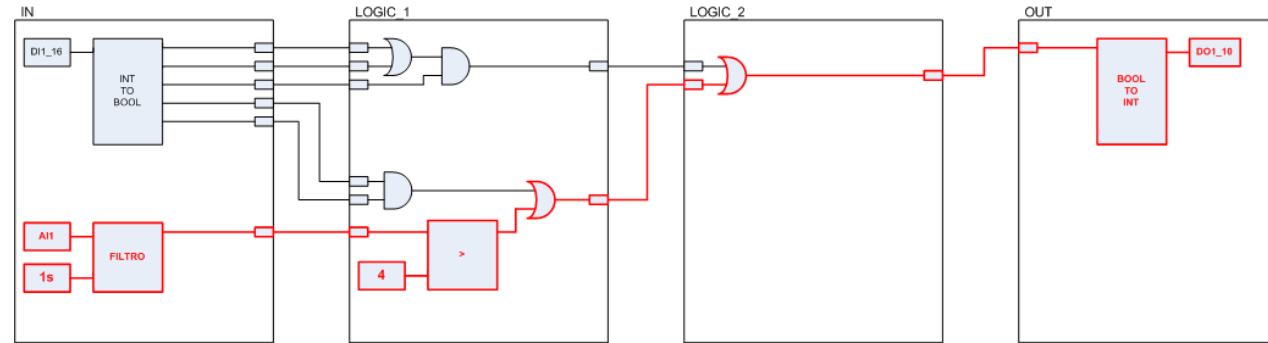
EVOLUCIÓN



Fuente: colección propia



EVOLUCIÓN



SÉTIMA PARTE

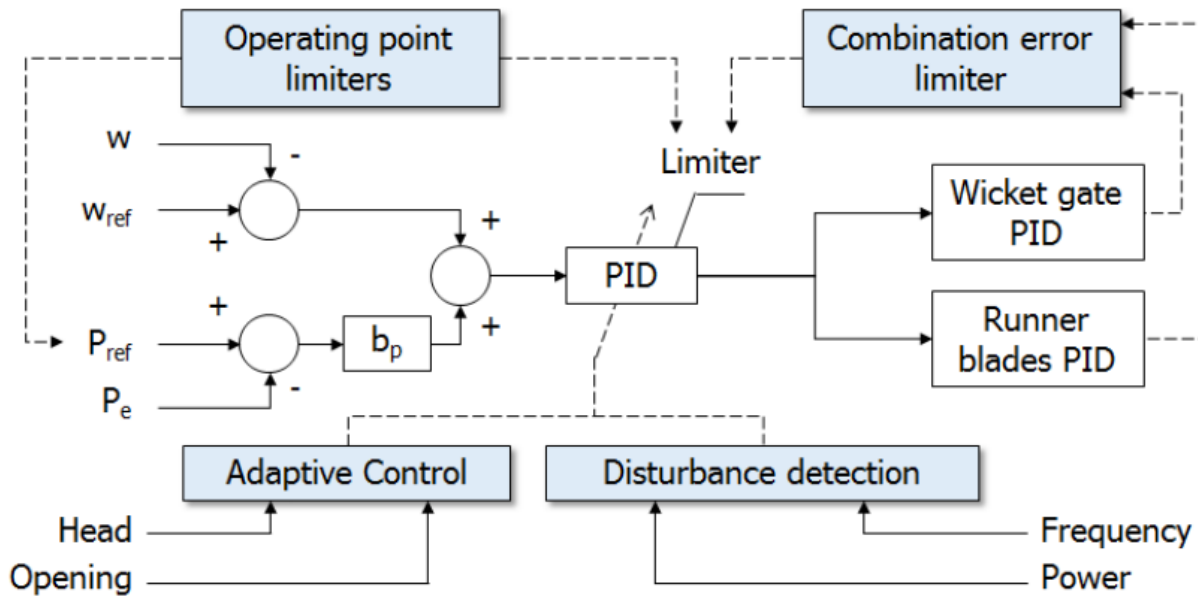
APLICACIONES DEL RV

CASE 1: CONTROL ADAPTATIVO PARA TURBINAS BULBO

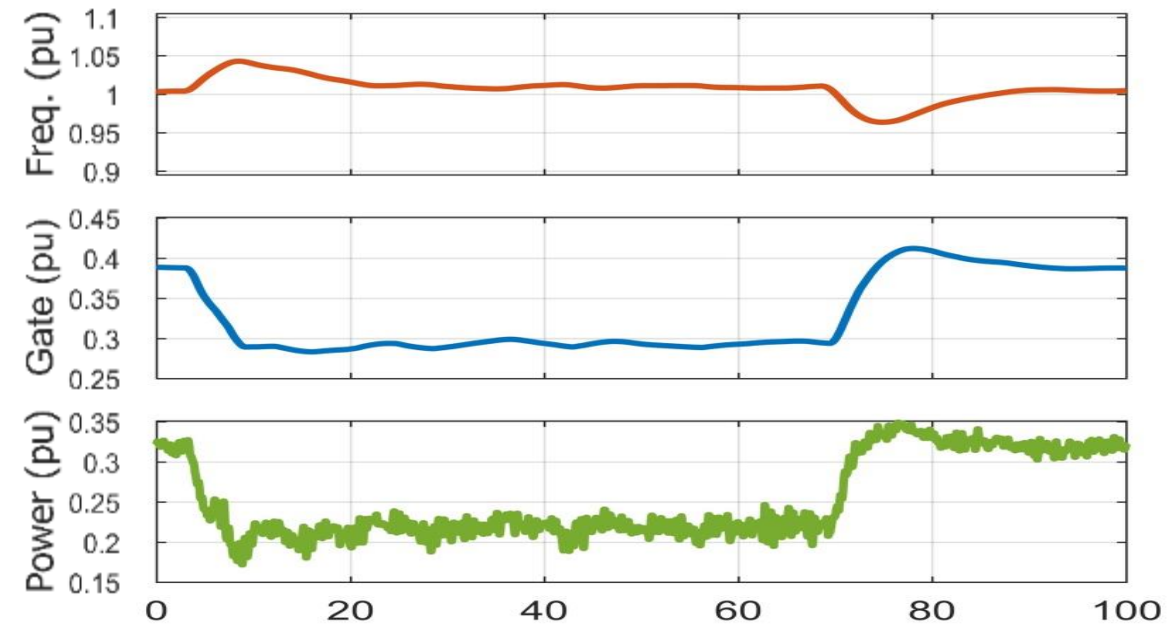


Fuente: colección propia

CASE 1: CONTROL ADAPTATIVO PARA TURBINAS BULBO



Adaptive control enabled



Simulated isolation test (IEEE 1207 / IEC 60308)

CASE 2: MODO COMPENSADOR SÍNCRONO EN TURBINAS PELTON



Fuente: colección propia



Fuente: colección propia

CASE 2: MODO COMPENSADOR SÍNCRONO EN TURBINAS PELTON



Fuente: colección propia



Fuente: colección propia

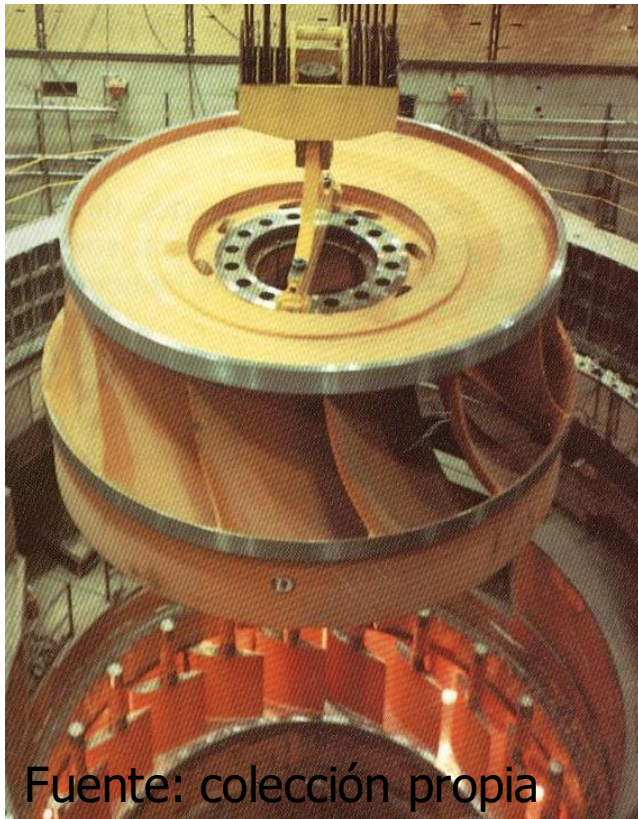


Fuente: colección propia

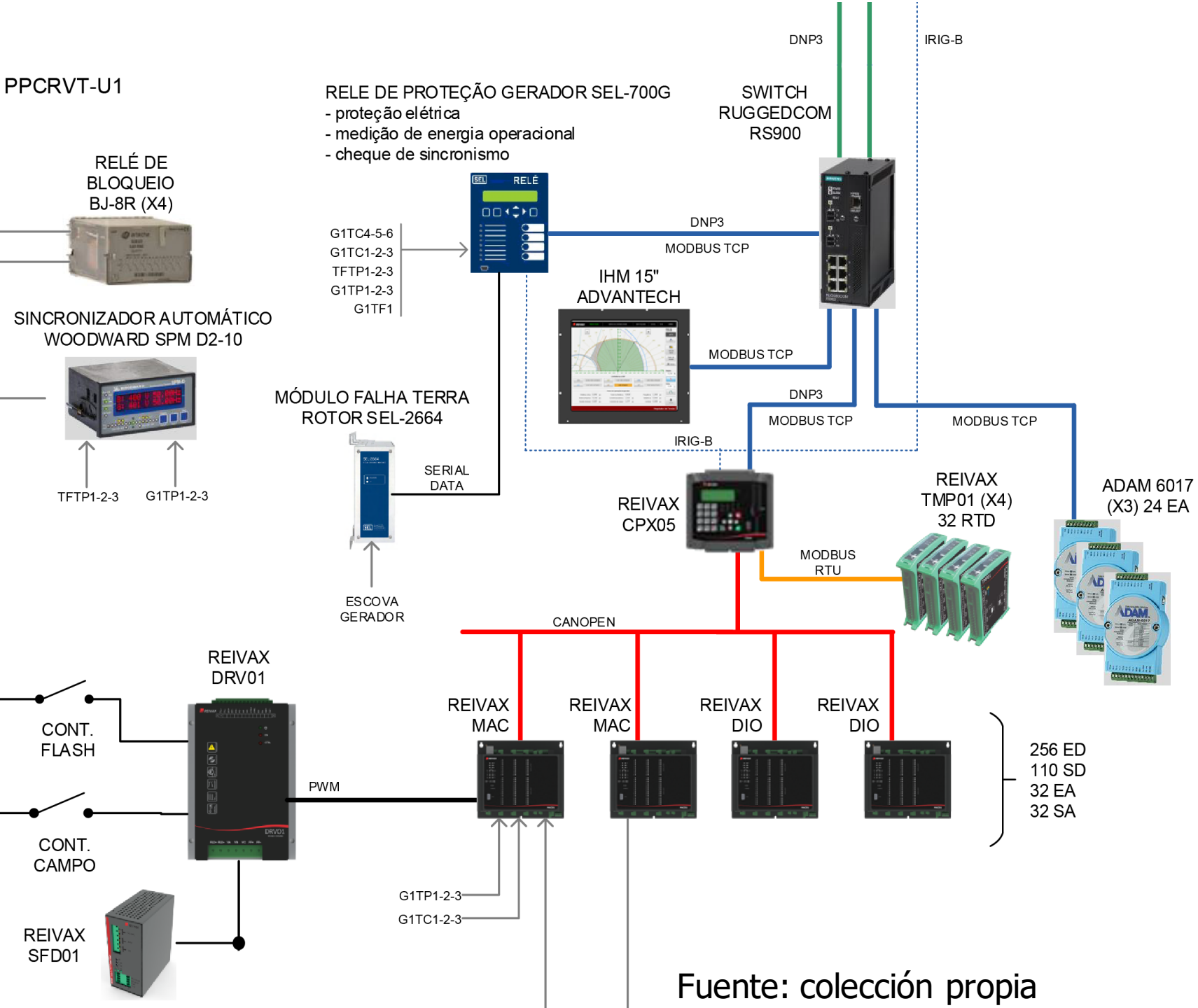


Fuente: colección propia

CASE 3: MODO COMPENSADOR SÍNCRONO EM TURBINAS FRANCIS



CASE 4: OPERACIÓN REMOTA DE CENTRALES



CASE 4: OPERACIÓN REMOTA DE CENTRALES



Fuente: colección propia



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