Innovación: Regulación del Sistema Eléctrico.

Caso: Controlador de nivel y generación Tilawa

ING. JOSÉ FREDDY ROJAS CH.

Proyecto de innovación y desarrollo

Sector Electricidad

- Ingeniería y Construcción.
  - Centro de Servicios Investigación y Desarrollo
- Negocio de Generación Eléctrica
  - Complejo Hidroeléctrico Plantas Arenal, Dengo, Sandillal.
- Centro de Control de Energía.

Ing. Marvin Montero Montero.

Ing. Fabio Jaramillo Cordero.

Ing. Andrés Fernández

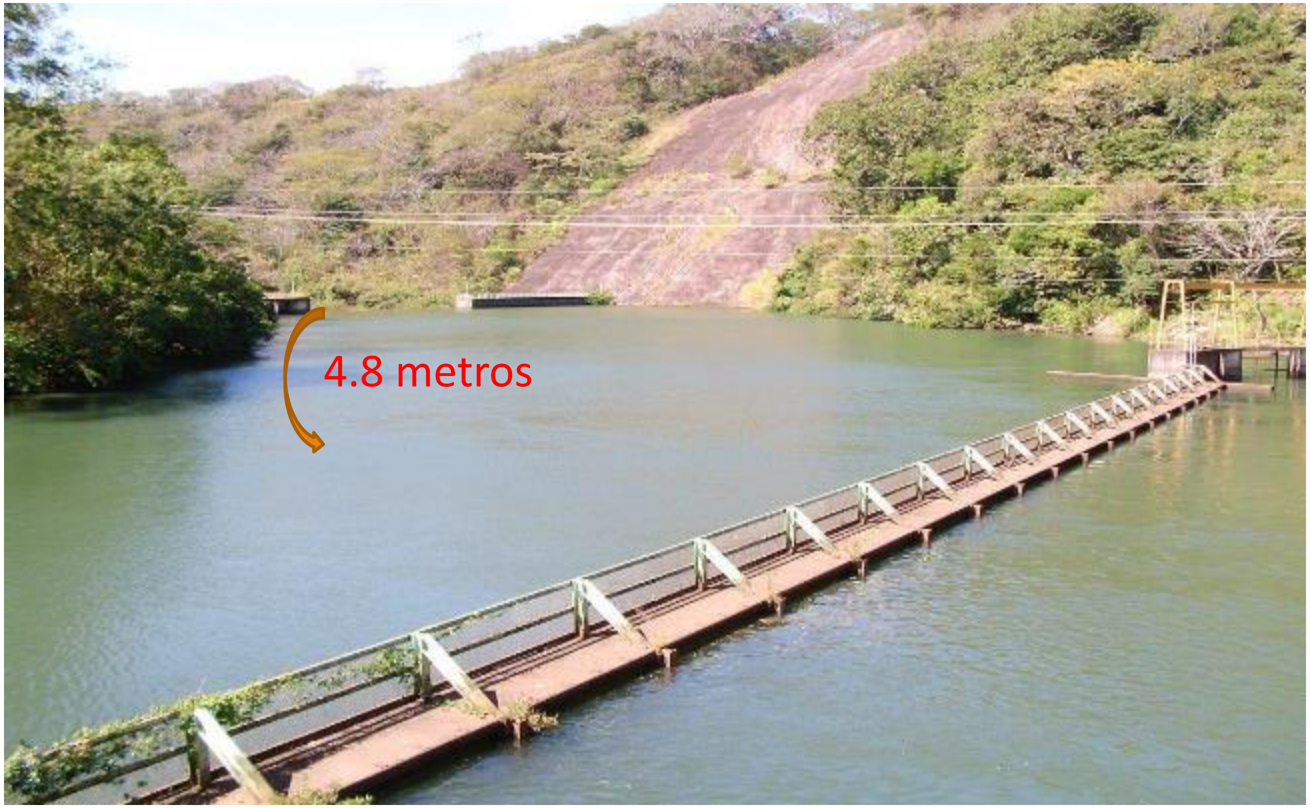
Ing. Oscar Vargas Fallas

Ing. Freddy Rojas Chavarría

Ubicación

Objetivo General

Desarrollar un sistema de control de lazo cerrado para el nivel del embalse Santa Rosa, mediante estrategias de desvío de la potencia final de las plantas Arenal y Dengo del complejo ARDESA, manteniendo la potencia total requerida por el Sistema Automático de Generación (AGC) del Centro de Control de Energía.



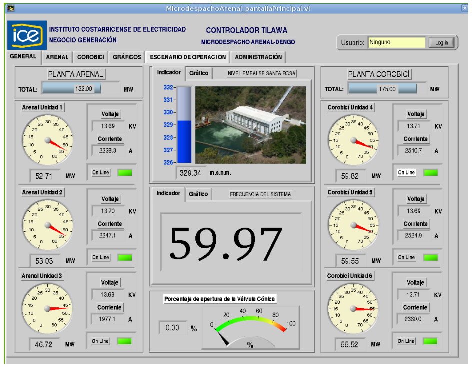
Tilawa

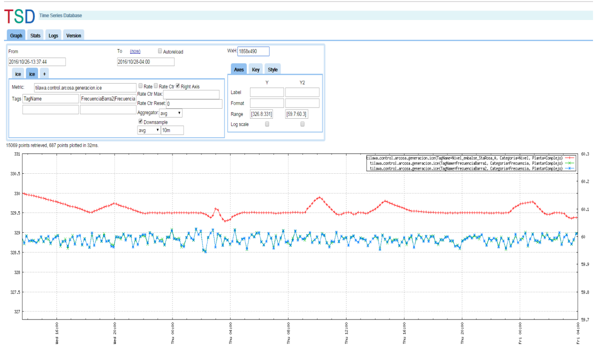
Nombre indígena asociado con las lluvias intermitentes y ventosas (tilawas) de la Zona de Tilarán, de donde se deriva el nombre de la localidad.

Historia

Años 70
Controlador Cibertec

Nuevo milenio 2000
Controlador SIAHC





2016
Controlador Tilawa

Historia

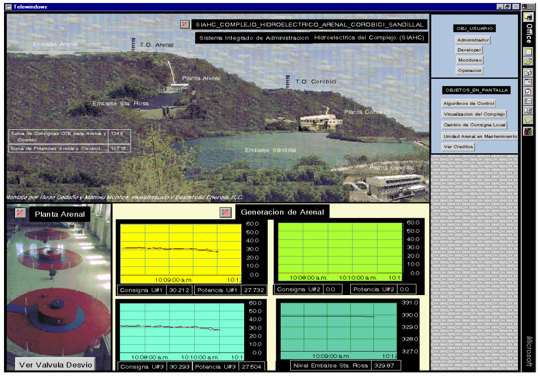
Años 70
Controlador Cibertec

- Computador Cromenco
- Ensamblador Z80
- Recibe consigna total y reparte consignas para garantizar nivel del embalse.

Historia

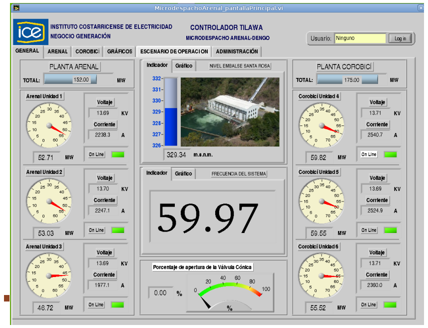
Nuevo milenio 2000
Controlador SIAHC

- Primer proyecto I+D y se desarrolla entre 1998 y 2000
- PLC Siemens S5
- Sistema Operativo Solaris
- G2 www.gensym.com

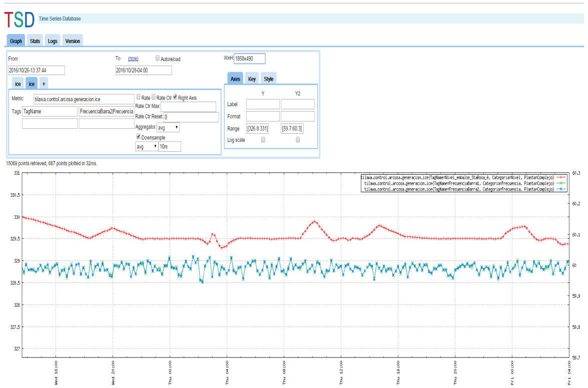


Historia

2016
Controlador Tilawa



- Control del nivel mediante ajustes por unidad individual.
- Restricciones del Mercado Eléctrico Centroamericano
- Todo el diseño es nacional en C++/C, sobre Linux.
- Uso maximizado de código abierto.
- Integración comercial con Simulink y LabView
- Interoperabilidad siguiendo estándares Smart Grid.
- Ningún alambrado.
- Integra simulación en tiempo real 7x24 durante meses.



Alcance

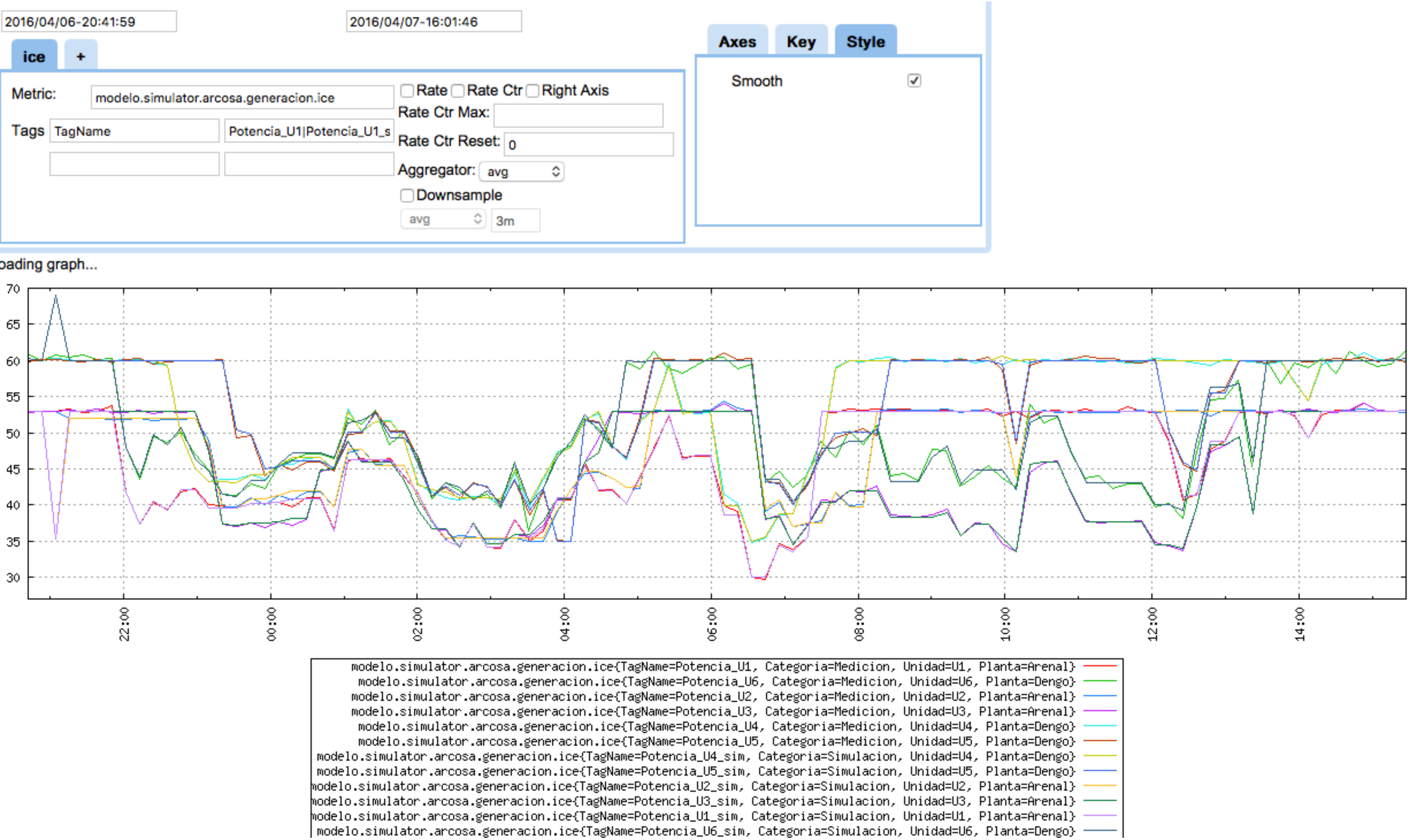
Realizar el despacho del nivel del embalse Santa Rosa del Complejo Hidroeléctrico Arenal Dengo Sandillal, mediante telemando y control automático en forma integrada con el negocio Generación y el Centro de Control de Energía (CENCE)

Mantener las consignas de potencia enviadas por el Centro de Nacional de Control de Energía que garanticen el control primario y secundario, en forma conjunta con el control de nivel del embalse Santa Rosa.

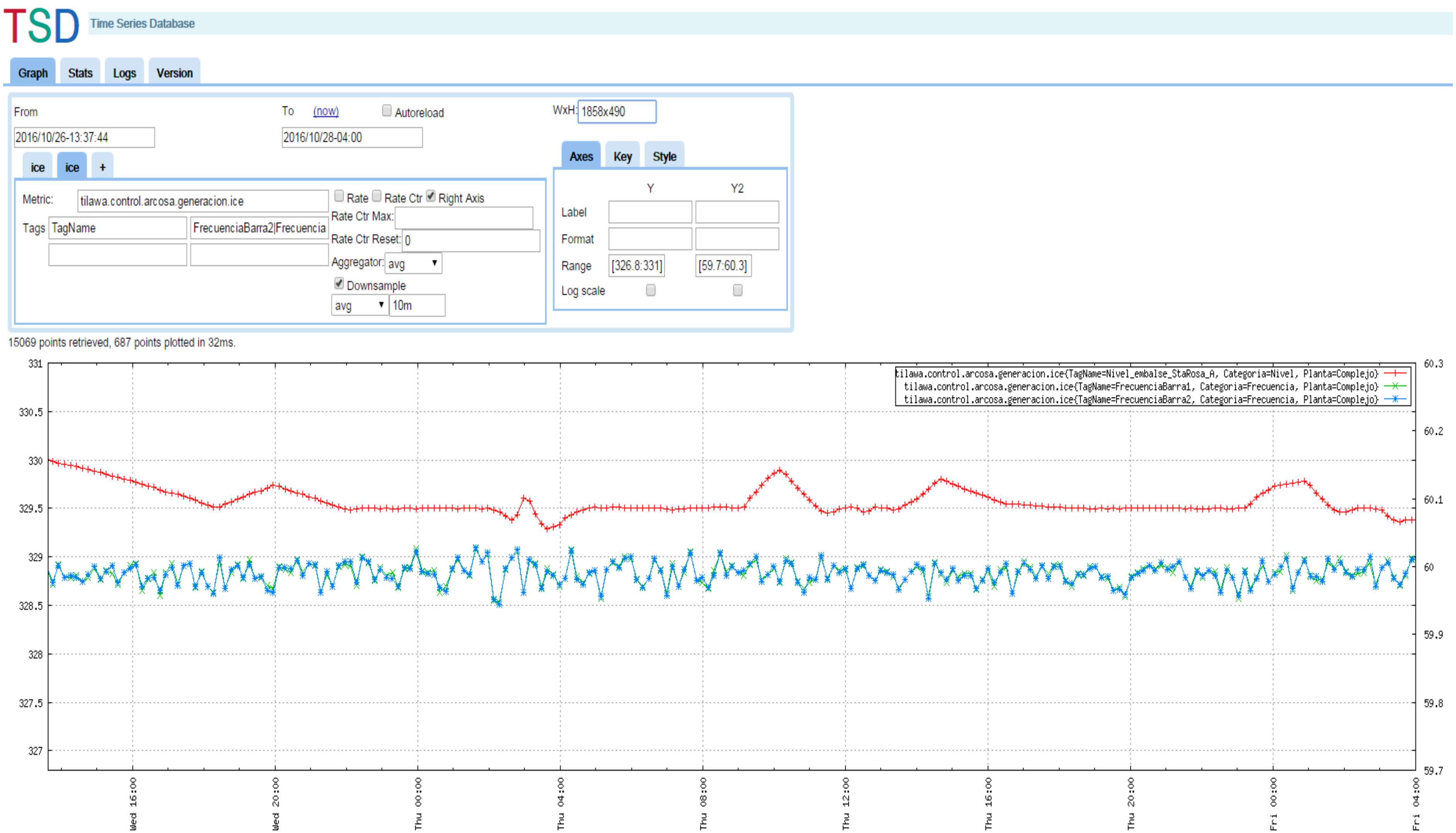
Permitir el control manual del embalse Santa Rosa por parte de los operadores de Planta Arenal mediante la intervención de las unidades de Plantas Arenal y Dengo.

Desarrollar el sistema con un mínimo de indisponibilidades.

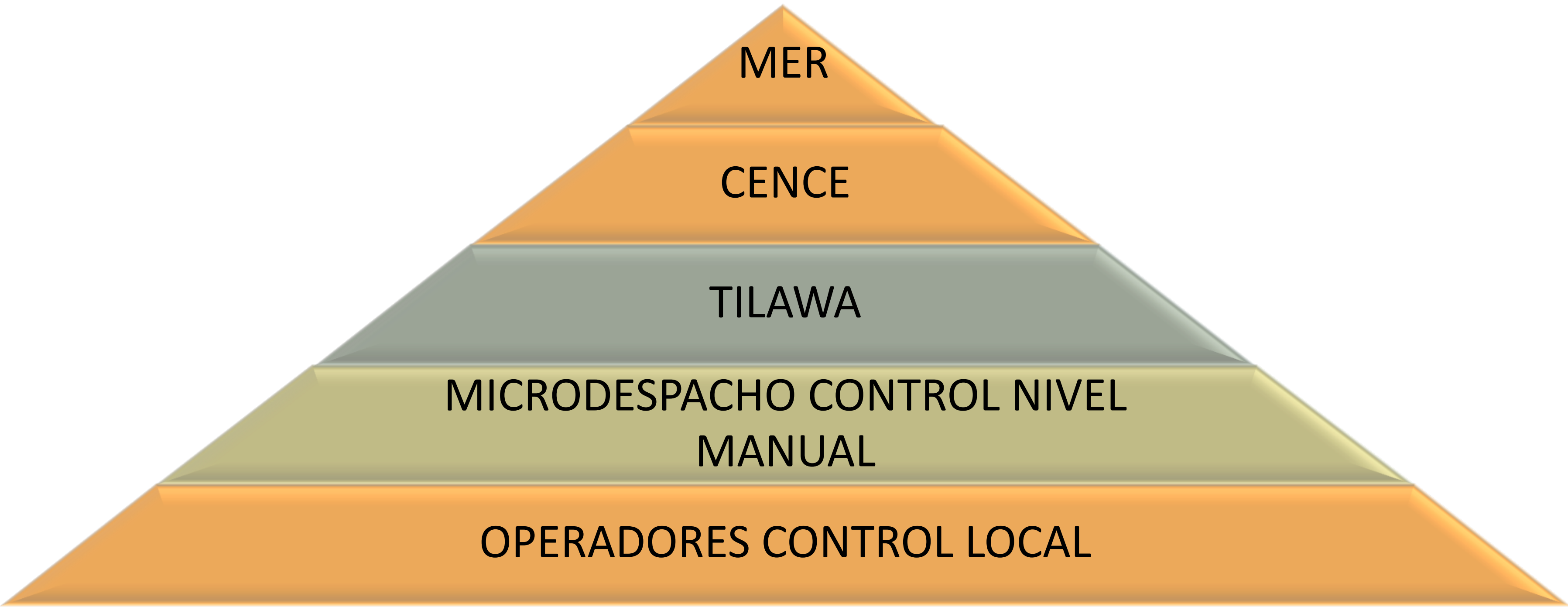
Cómo controla



Cómo controla



Precedencia de Control



Estándares

NIST   Search NIST   NIST MENU

PUBLICATIONS

NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 3.0

Published: October 01, 2014

RECENT PUBLICATIONS

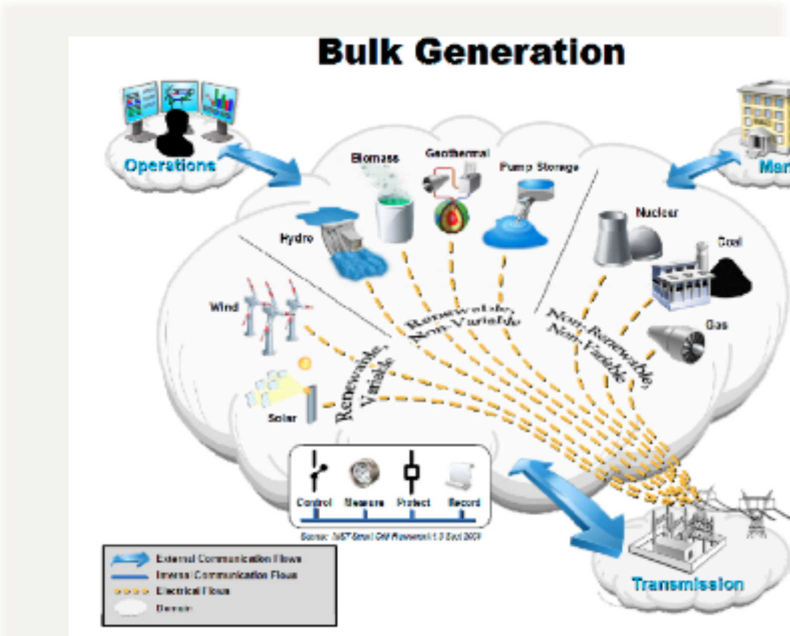
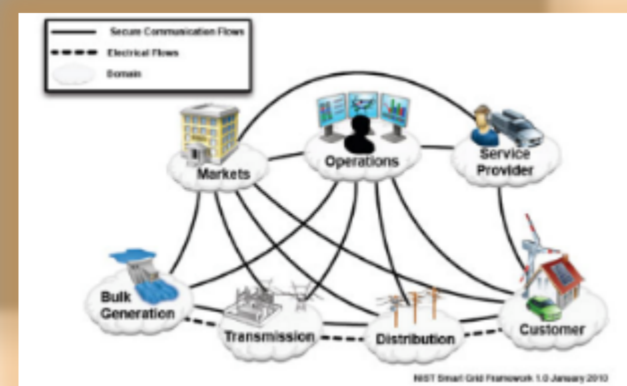


Figure 9-6. Overview of the Bulk Generation Domain.



NIST: http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.1108r3.pdf

Estándares

List of Cybersecurity for Smart Grid Standards and Guidelines

Collected by Frances Cleveland, Xanthus Consulting International,

Convenor IEC TC57 WG15

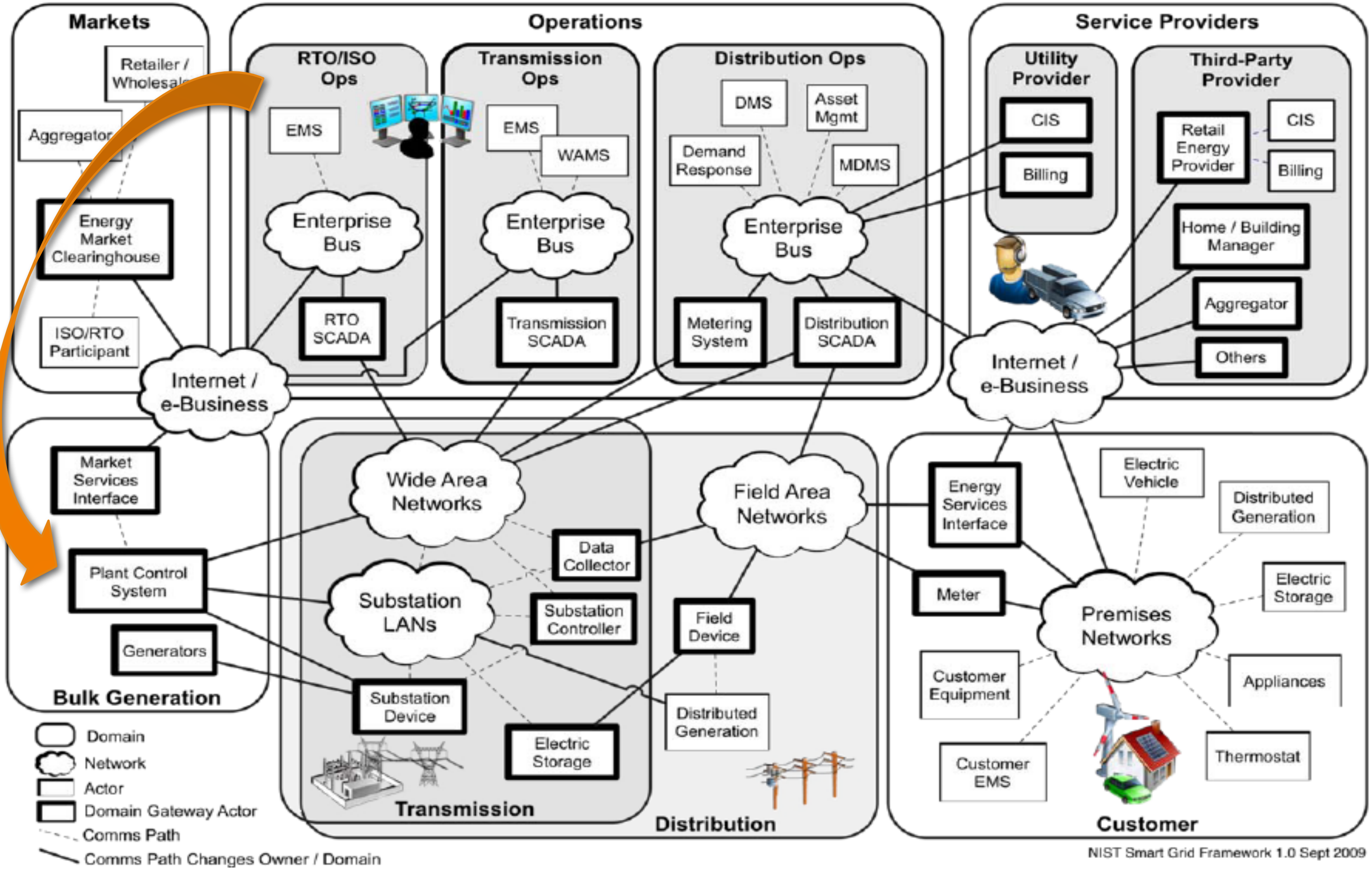
May, 2013

1. List of Standards that include Cybersecurity

- ANSI C12.18-2006/IEEE P1701/MC1218 Protocol Specification for ANSI Type 2 Optical Port
- ANSI C12.19-2008/IEEE 1377/MC1219 Utility Industry End Device Data Tables
- ANSI C12.21/IEEE P1702/MC1221 Protocol Specification for Telephone Modem Communication
- ANSI C12.22/IEEE P1703/MC1222 Protocol Spec for Interfacing to Data Comm Networks
- ANSI/ASHRAE 135-2010/ISO 16484-5 BACnet
- ANSI/CEA 709.1-B-2002 Control Network Protocol Specification
- CEA 852.1:2009 Enhanced Tunneling Device Area Network Protocols
- IEC 15118 Road vehicles — Vehicle to grid communication interface
- IEC 60870-5 Telecontrol equipment and systems: Transmission protocols
- IEC 60870-6 Telecontrol Application Service Element 2 (TASE.2) (references IEC 62351)
- IEC 61850 Suite of standards on Communication Networks and Systems for Power Utility Automation (references IEC 62351)
- IEC 61850-90-5 for exchanging synchrophasor information
- IEC 61968 System Interfaces for Distribution Management (references IEC 62351)
- IEC 61970 Energy management system application program interface (EMS-API) (references IEC 62351)
- IEC 62056 COSEM: COmpanion Specification for Energy Metering (COSEM)
- IEC 62541 OPC Unified Architecture
- IEC PAS 62559 Methodology for Requirements Development

http://iectc57.ucaiug.org/wg15public/Public%20Documents/List%20of%20Smart%20Grid%20Standards%20with%20Cybersecurity.pdf

Gestión de la Energía



Interoperabilidad en la cadena de valor

Pasos Implementación SG … un proceso iterativo

1

Requerimientos de la Empresa

Control Nivel Embalse
Desvío de potencia
Sin alambrado
Mínimas pruebas

2

Requerimientos Funcionales

- AGC CENCE
- UTR
- Algoritmos
- Gobernadores
- Protocolos
    - IEC-60870-5-104/101
- Estándares
    - EIC-61131-3

3

Conceptualización Técnica

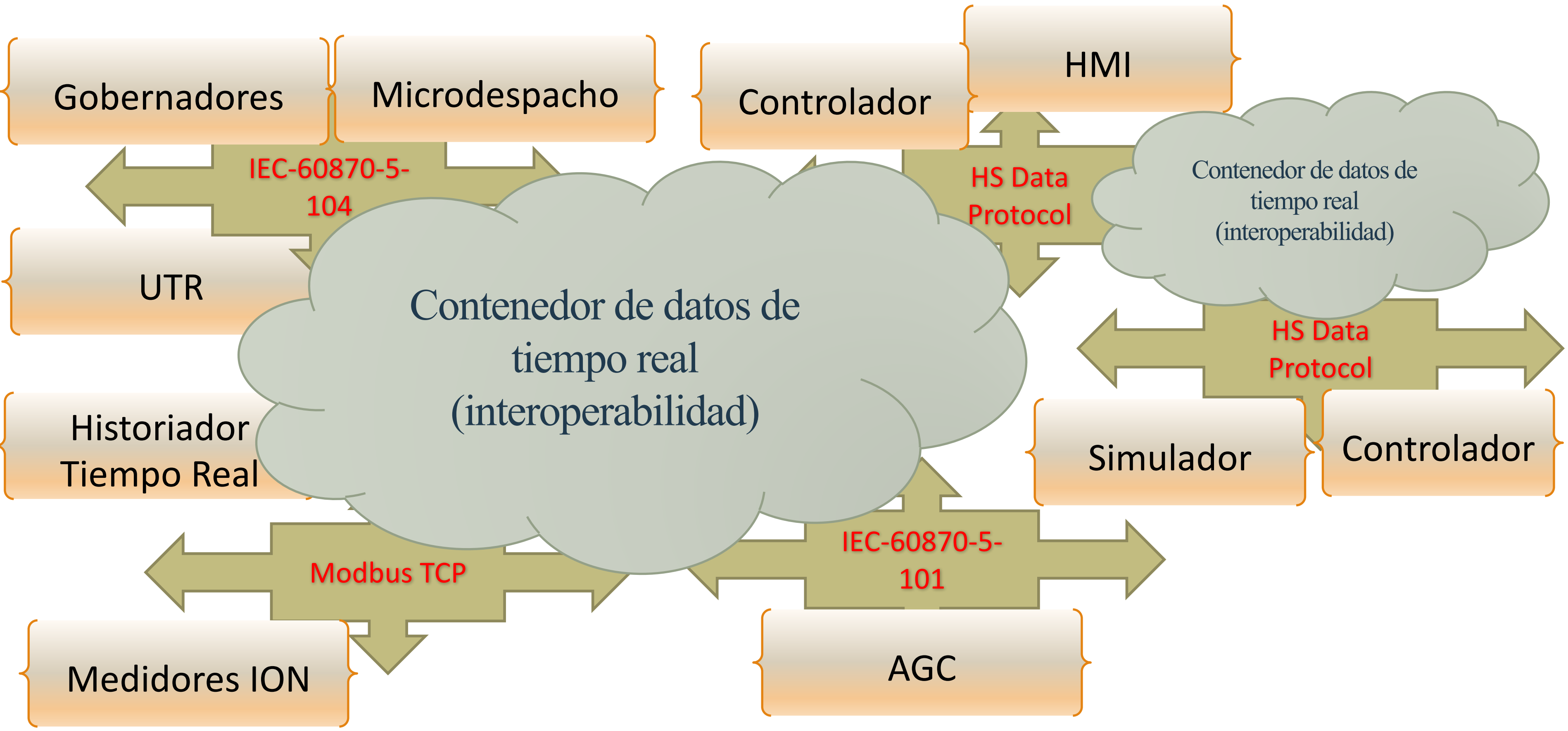
- Nube interoperabilidad y control
- Controlador distribuido

4

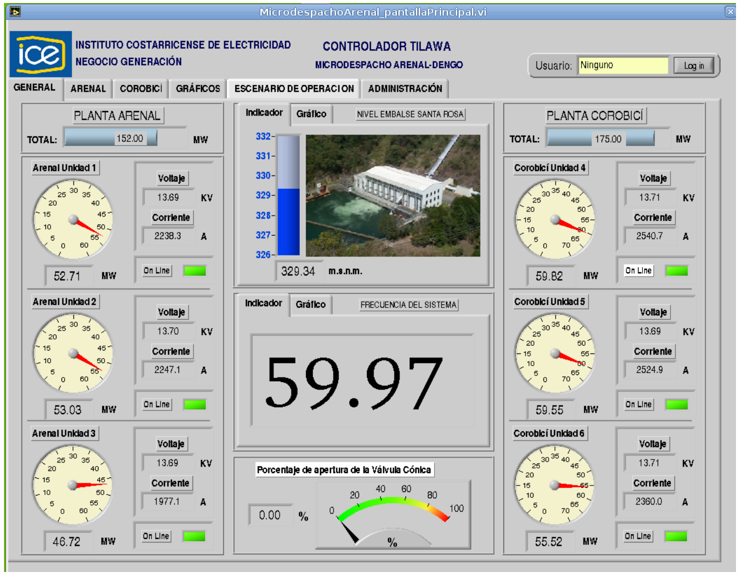
Selección de la Tecnología

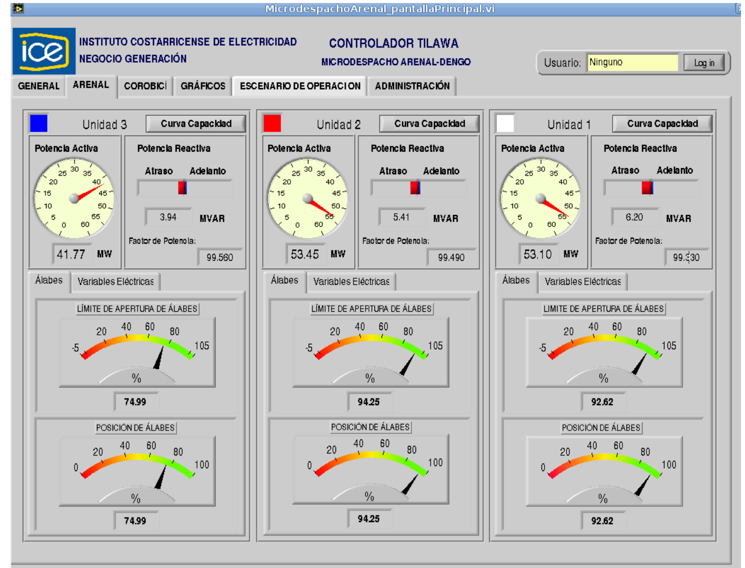
- Linux
- Open Source
- Software Comercial
- Reivax
- ABB
- MatLab
- LabView

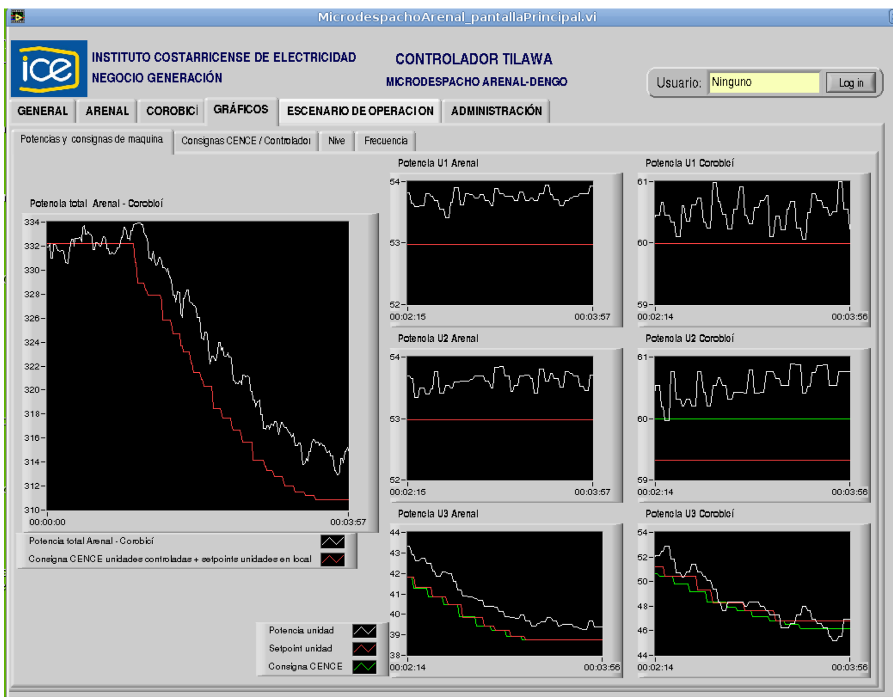
Nube de datos
Servidor de comunicaciones
Internet de las cosas industriales

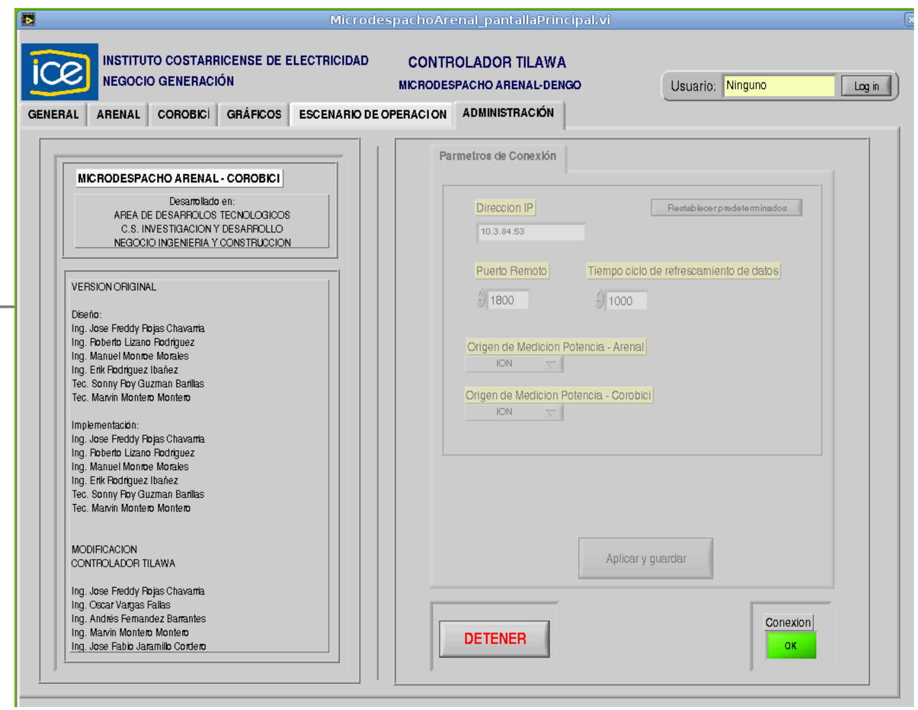


HMI

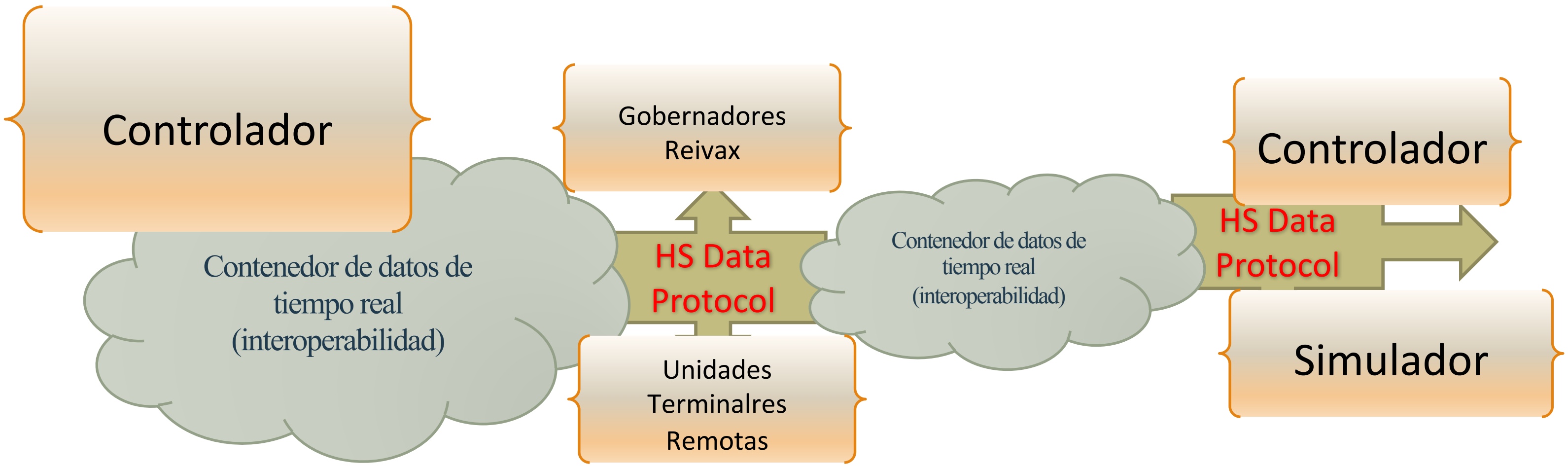

MicrodespachoArenal_pantallaPrincipal.vi
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD
NEGOCIO GENERACIÓN
CONTROLADOR TILAWA
MICRODESPACHO ARENAL-DENGO
Usuario: Ninguno
Log in
GENERAL
ARENAL
COROBICÍ
GRÁFICOS
ESCENARIO DE OPERACION
ADMINISTRACIÓN
PLANTA ARENAL
TOTAL: 152.00 MW
Arenal Unidad 1
Voltaje 13.69 KV
Corriente 2238.3 A
52.71 MW
On Line
Arenal Unidad 2
Voltaje 13.70 KV
Corriente 2247.1 A
53.03 MW
Arenal Unidad 3
Voltaje 13.69 KV
Corriente 1977.1 A
46.72 MW
Indicador
Gráfico
NIVEL EMBALSE SANTA ROSA
329.34 m.s.n.m.
FRECUENCIA DEL SISTEMA
59.97
Porcentaje de apertura de la Válvula Cónica
0.00 %
PLANTA COROBICÍ
TOTAL: 175.00 MW
Corobicí Unidad 4
Voltaje 13.71 KV
Corriente 2540.7 A
59.82 MW
Corobicí Unidad 5
Voltaje 13.69 KV
Corriente 2524.9 A
59.55 MW
Corobicí Unidad 6
Voltaje 13.71 KV
Corriente 2360.0 A
55.52 MW


MicrodespachoArenal_pantallaPrincipal.vi
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD
NEGOCIO GENERACIÓN
CONTROLADOR TILAWA
MICRODESPACHO ARENAL-DENGO
Usuario: Ninguno
Log in
GENERAL
ARENAL
COROBICÍ
GRÁFICOS
ESCENARIO DE OPERACION
ADMINISTRACIÓN
Unidad 3
Curva Capacidad
Potencia Activa
Potencia Reactiva
Atraso
Adelanto
3.94 MVAR
Factor de Potencia:
99.560
41.77 MW
Álabes
Variables Eléctricas
LÍMITE DE APERTURA DE ÁLABES
74.99
POSICIÓN DE ÁLABES
74.99
Unidad 2
5.41 MVAR
99.490
53.45 MW
94.25
94.25
Unidad 1
6.20 MVAR
53.10 MW
92.62
92.62

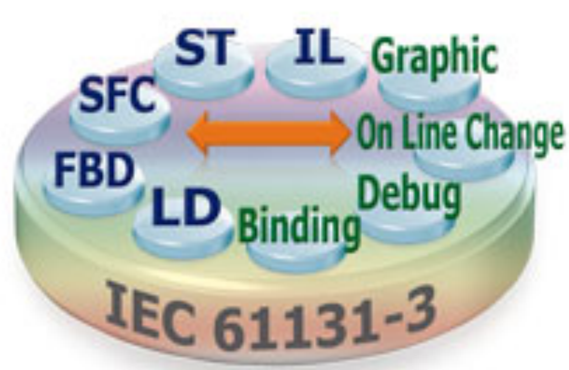

MicrodespachoArenal_pantallaPrincipal.vi
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD
NEGOCIO GENERACIÓN
CONTROLADOR TILAWA
MICRODESPACHO ARENAL-DENGO
Usuario: Ninguno
Log in
GENERAL
ARENAL
COROBICÍ
GRÁFICOS
ESCENARIO DE OPERACION
ADMINISTRACIÓN
Potencias y consignas de maquina
Consignas CENCE / Controlador
Nivel
Frecuencia
Potencia total Arenal - Corobicí
Potencia U1 Arenal
Potencia U1 Corobicí
Potencia U2 Arenal
Potencia U2 Corobicí
Potencia U3 Arenal
Potencia U3 Corobicí
Potencia total Arenal - Corobicí
Consigna CENCE unidades controladas + setpoints unidades en local
Potencia unidad
Setpoint unidad
Consigna CENCE


MicrodespachoArenal_pantallaPrincipal.vi
INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD
NEGOCIO GENERACIÓN
CONTROLADOR TILAWA
MICRODESPACHO ARENAL-DENGO
Usuario: Ninguno
Log in
GENERAL
ARENAL
COROBICÍ
GRÁFICOS
ESCENARIO DE OPERACION
ADMINISTRACIÓN
MICRODESPACHO ARENAL - COROBICI
Desarrollado en:
AREA DE DESARROLOS TECNOLOGICOS
C.S. INVESTIGACION Y DESARROLLO
NEGOCIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION
VERSION ORIGINAL
Diseño:
Ing. Jose Freddy Rojas Chavarria
Ing. Roberto Lizano Rodriguez
Ing. Manuel Monroe Morales
Ing. Erik Rodriguez Ibañez
Tec. Sonny Roy Guzman Barillas
Tec. Marvin Montero Montero
Implementación:
Ing. Jose Freddy Rojas Chavarria
Ing. Roberto Lizano Rodriguez
Ing. Manuel Monroe Morales
Ing. Erik Rodriguez Ibañez
Tec. Sonny Roy Guzman Barillas
Tec. Marvin Montero Montero
MODIFICACION
CONTROLADOR TILAWA
Ing. Jose Freddy Rojas Chavarria
Ing. Oscar Vargas Fallas
Ing. Andrés Fernandez Barrantes
Ing. Marvin Montero Montero
Ing. Jose Fabio Jaramillo Cordero
Parmetros de Conexión
Direccion IP
Restablecer predeterminados
Puerto Remoto
Tiempo ciclo de refrescamiento de datos
1800
1000
Origen de Medicion Potencia - Arenal
ION
Origen de Medicion Potencia - Corobici
ION
Aplicar y guardar
DETENER
Conexion
OK

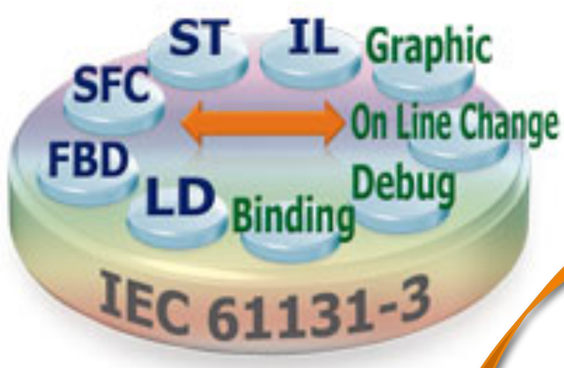
Controlador
Servicio de control

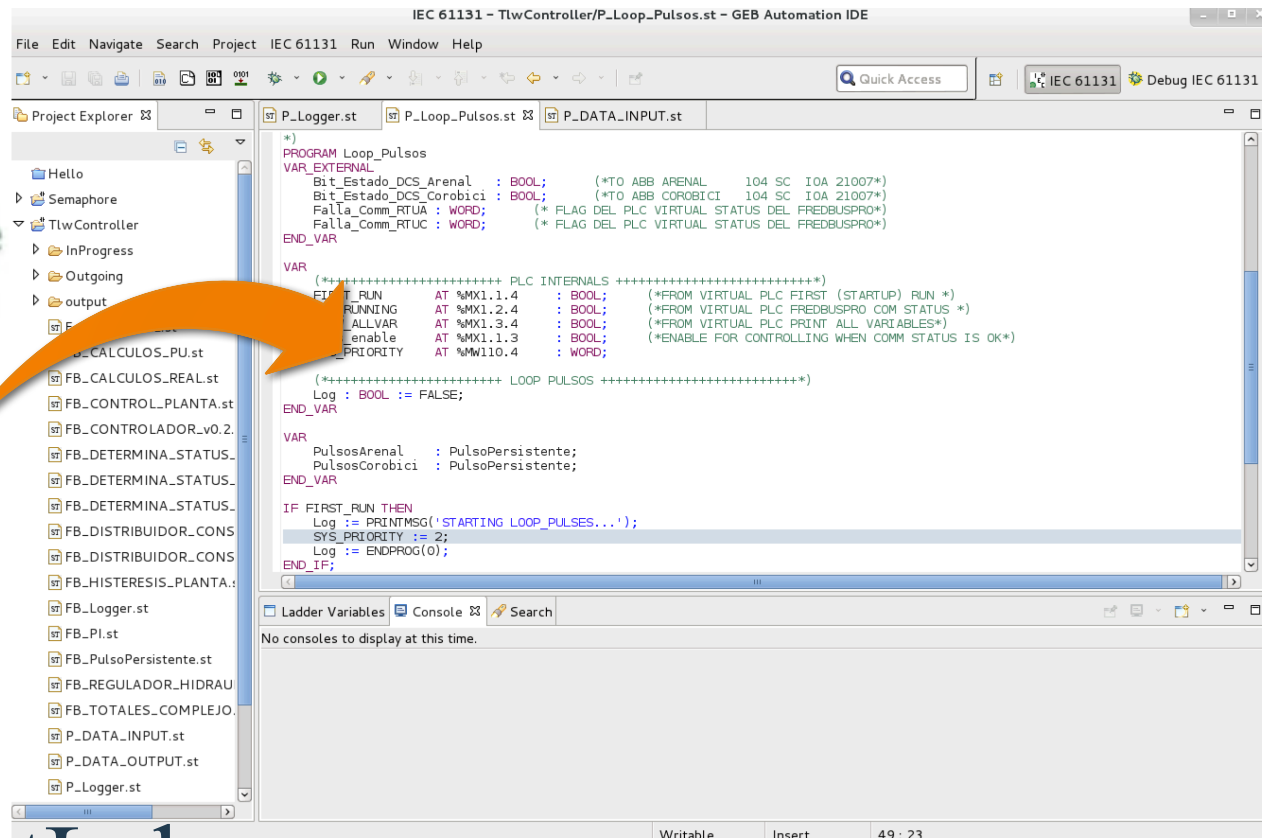


- Control de eventos discretos
- Control de Lazo cerrado de nivel



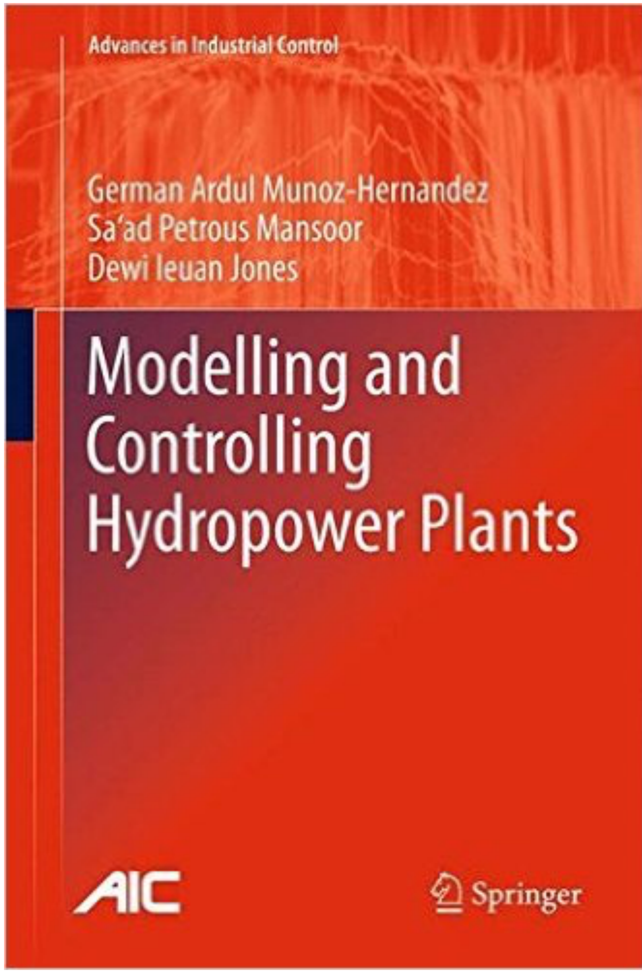
Controlador
Servicio de control

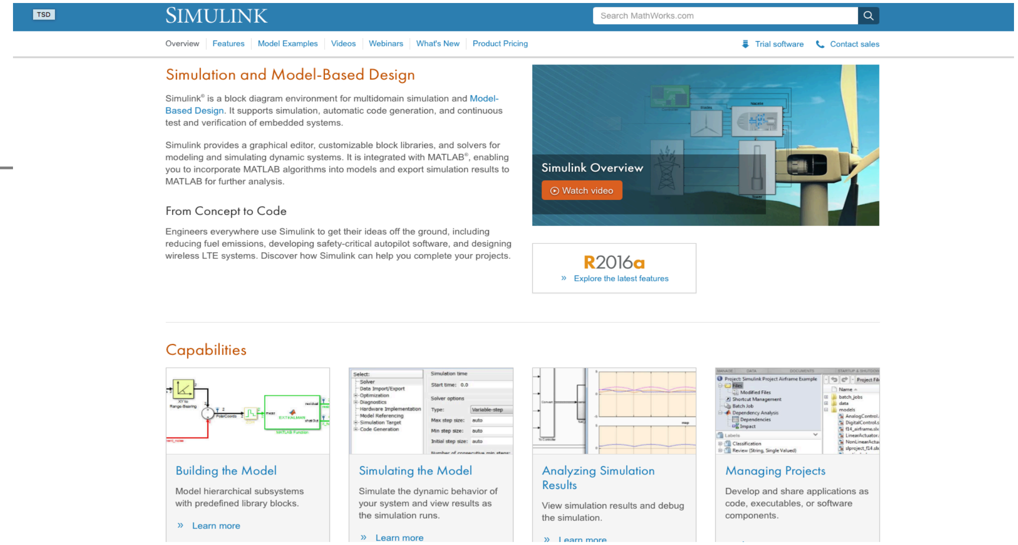


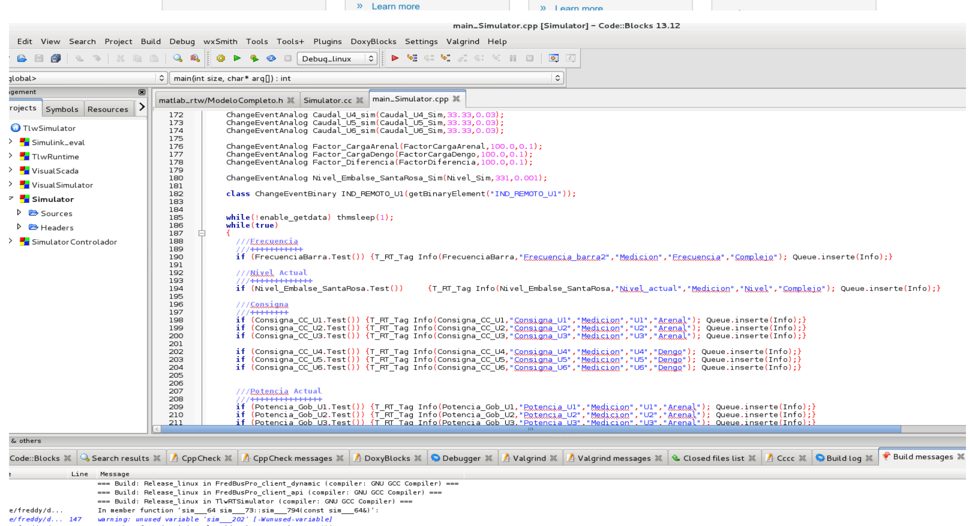


Simulink/MatLab

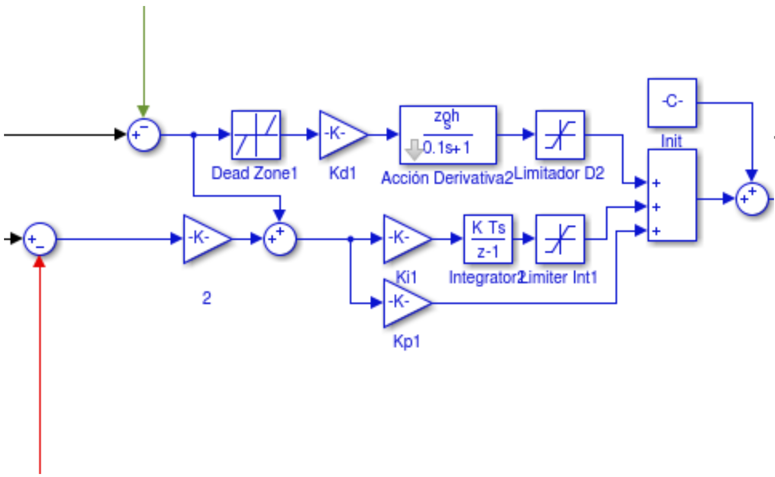
Referencias y recursos



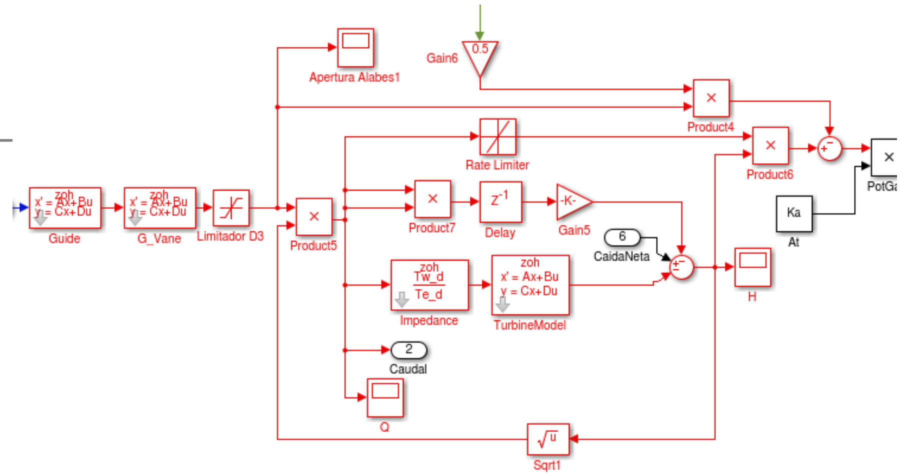




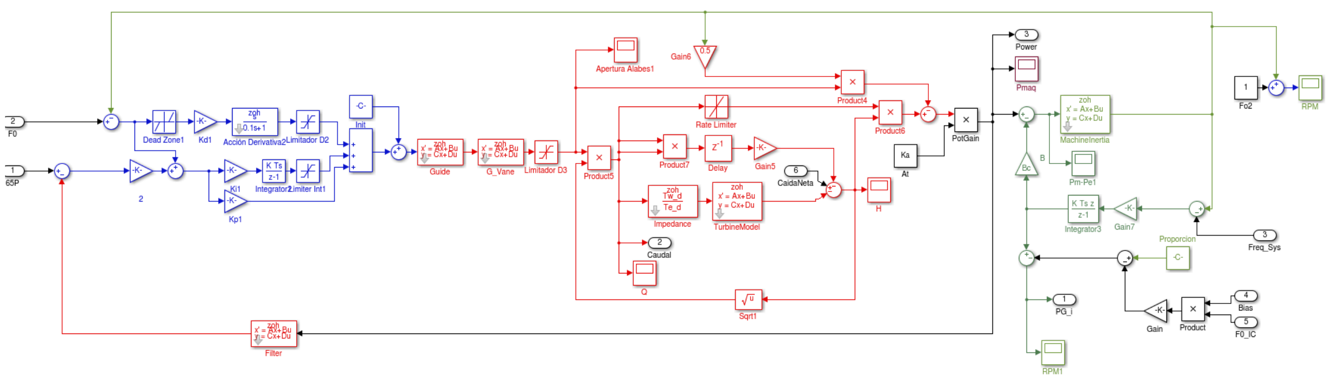
Modelado generado



Gobernador

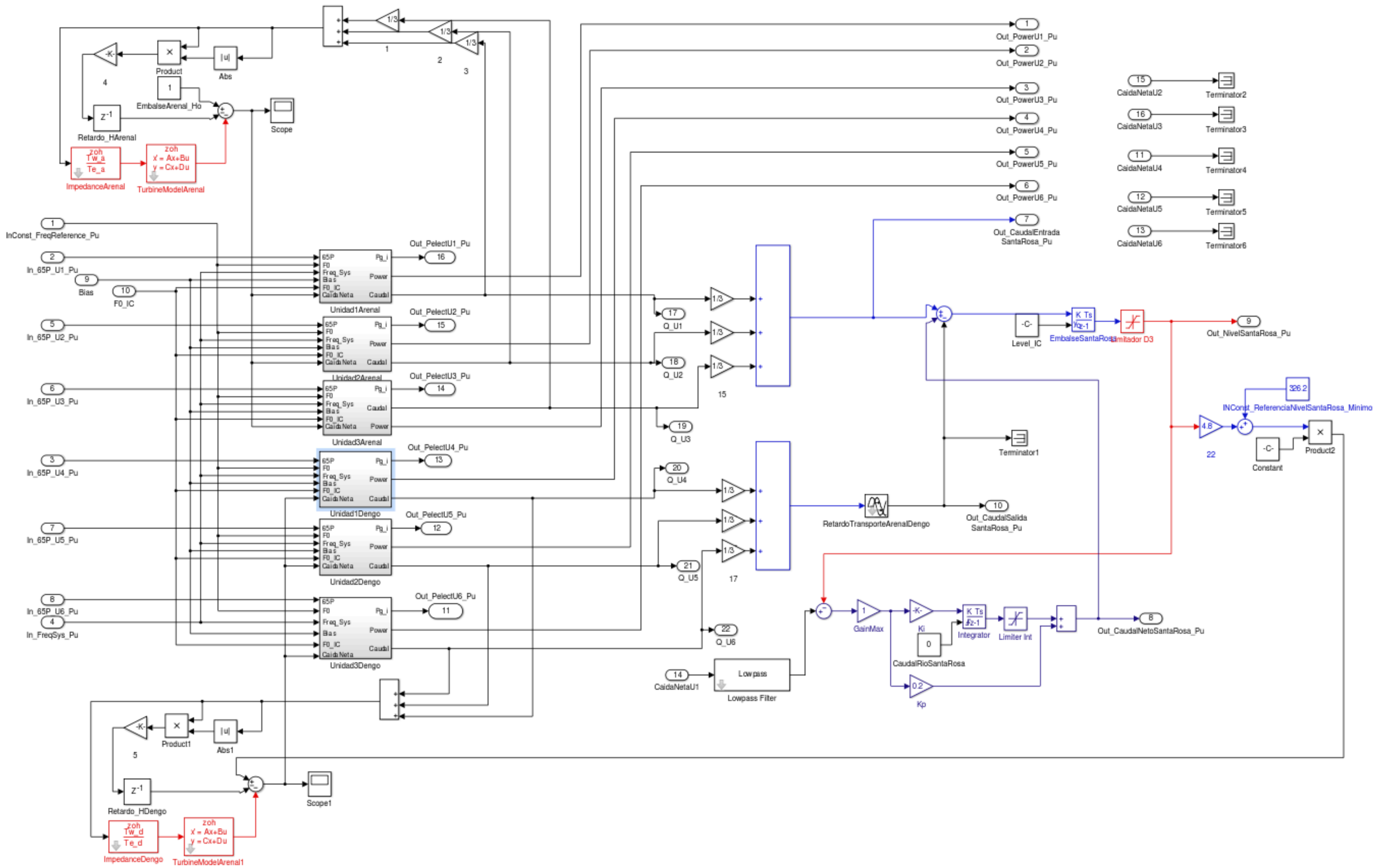


Turbina, tubería de presión



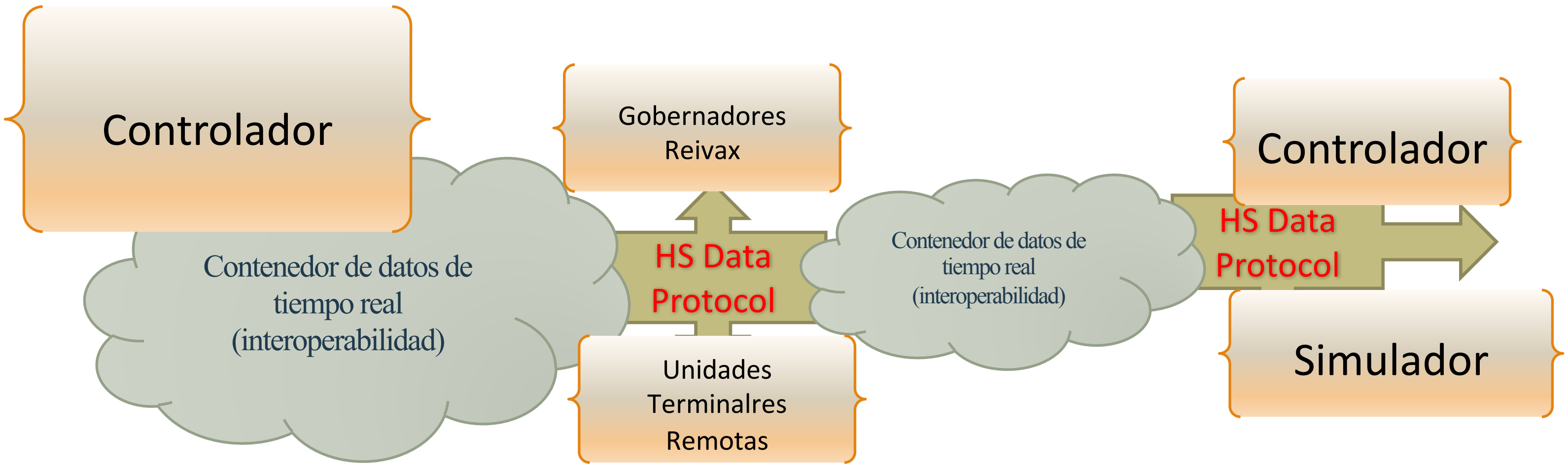
Generador completo

Modelado complejo

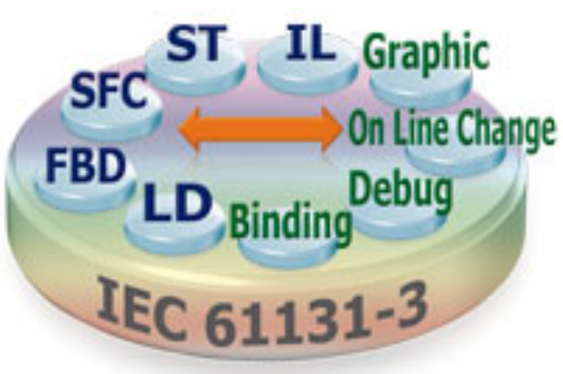


Generadores Arenal, Dengo, tuberías de conducción , efectos de retardo, caida neta Arenal y Dengo.

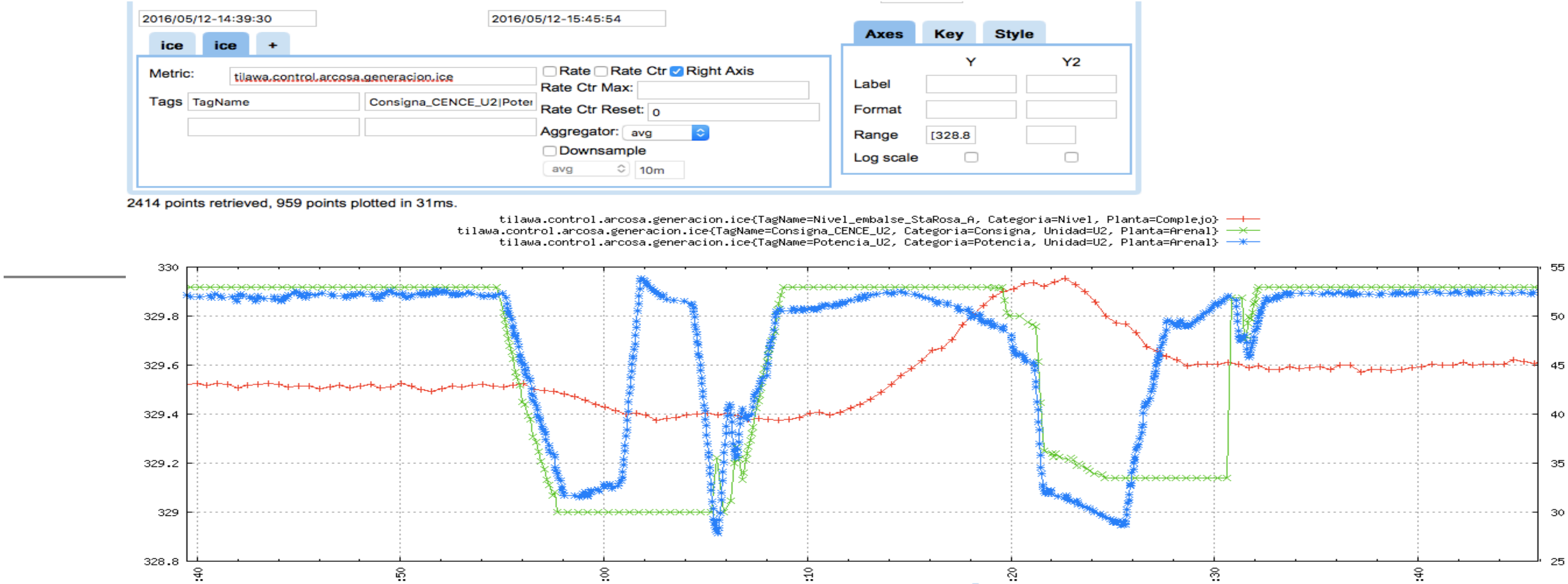
Controlador
Servicio de control

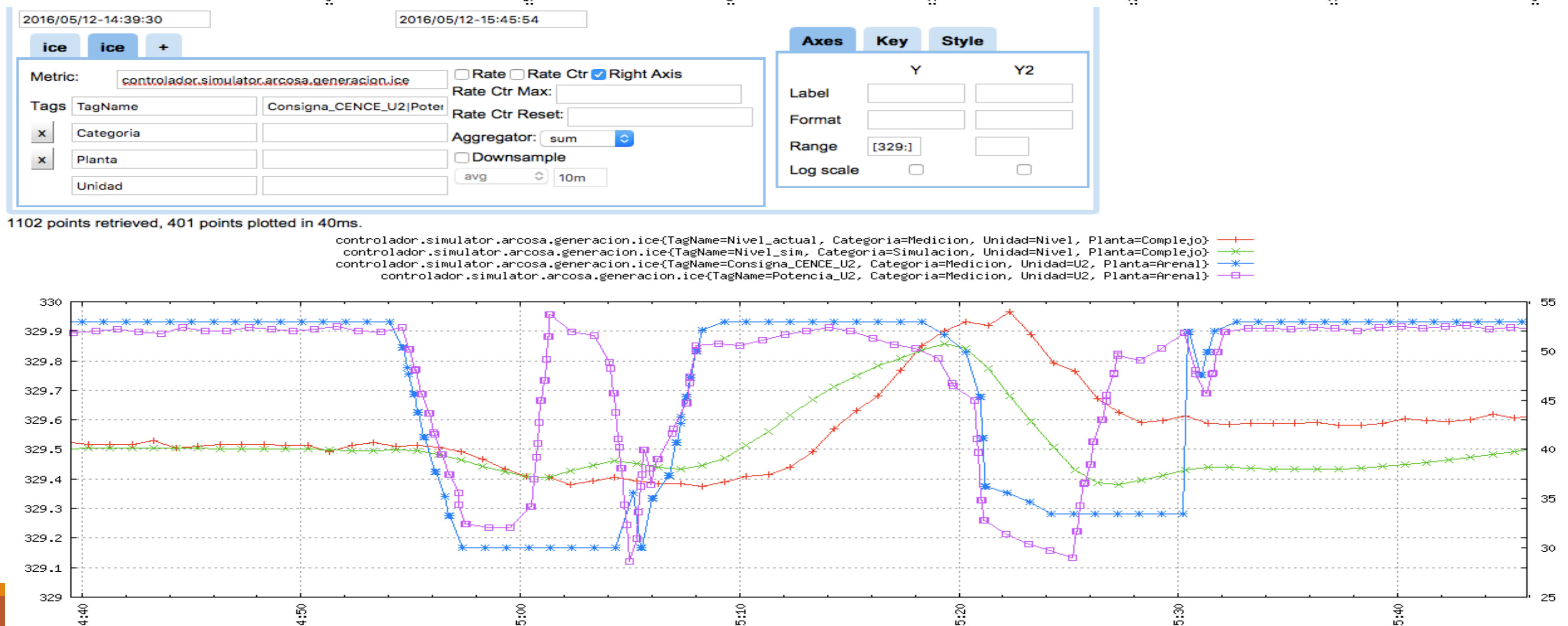


- Control de eventos discretos
- Control de Lazo cerrado de nivel

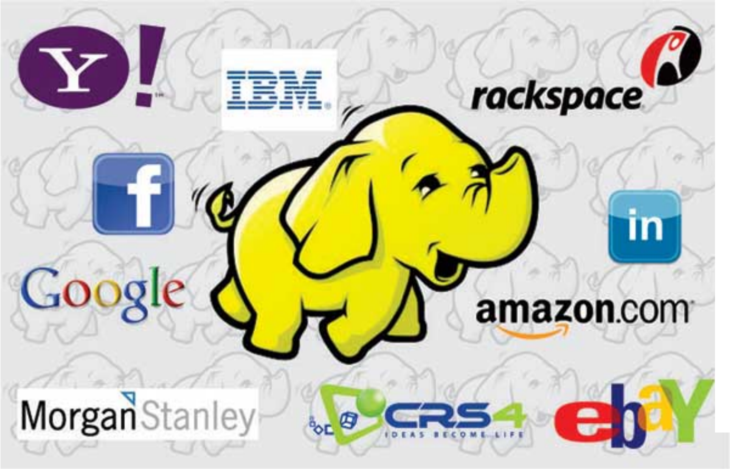


Comparar simulación y realidad

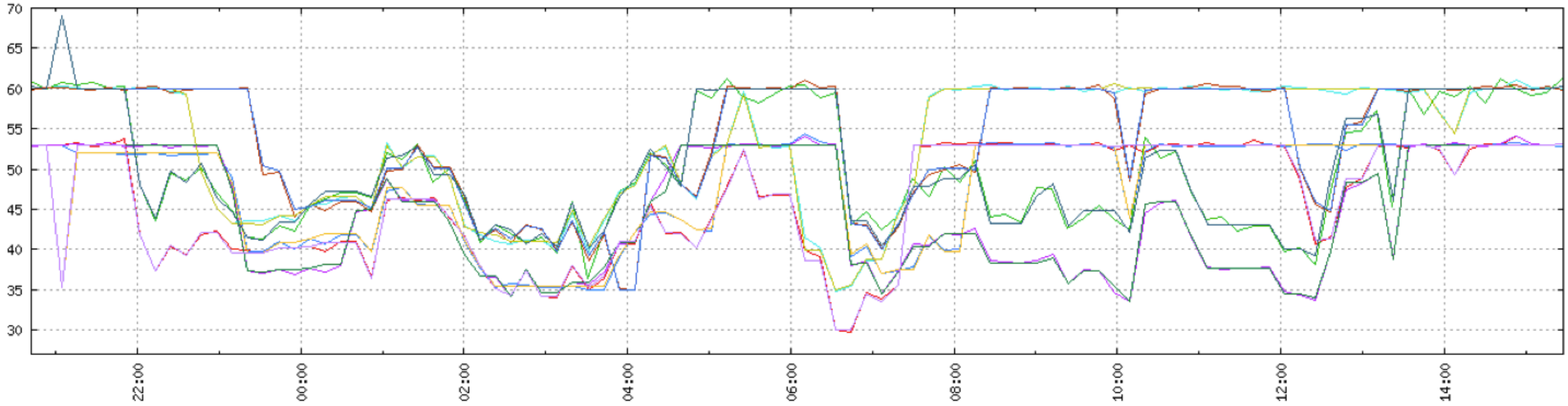


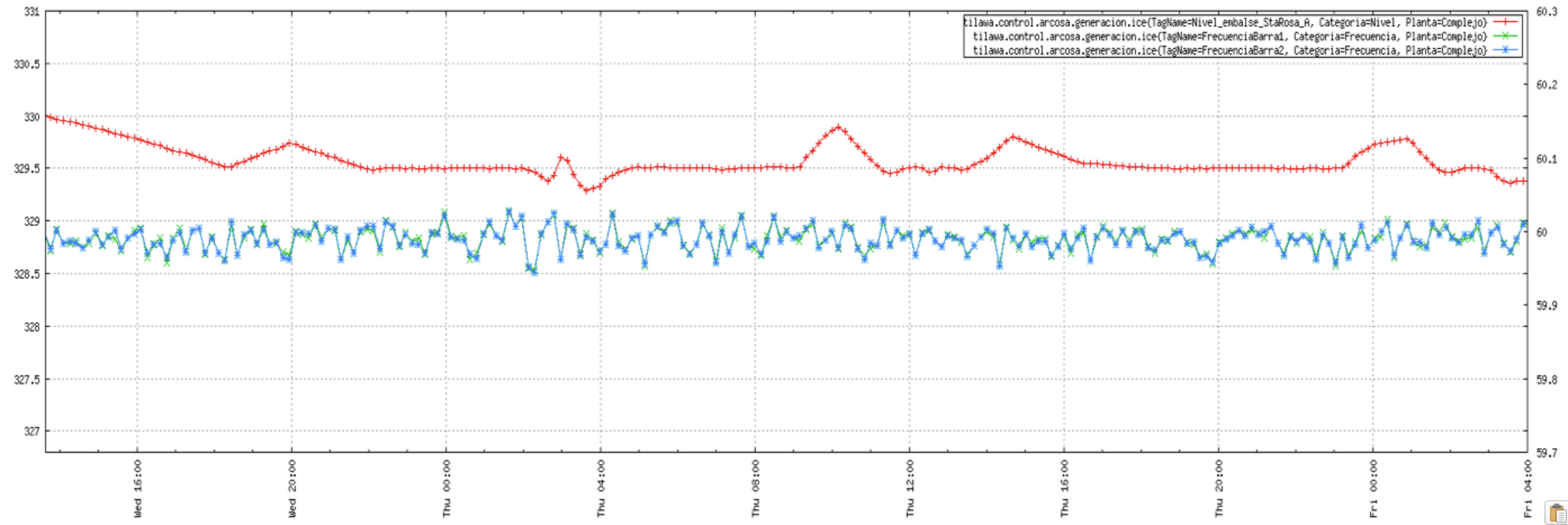


Historiador open source OpenTSDB/Hadoop



Resultados


70
65
60
55
50
45
40
35
30
22:00
00:00
02:00
04:00
06:00
08:00
10:00
12:00
14:00

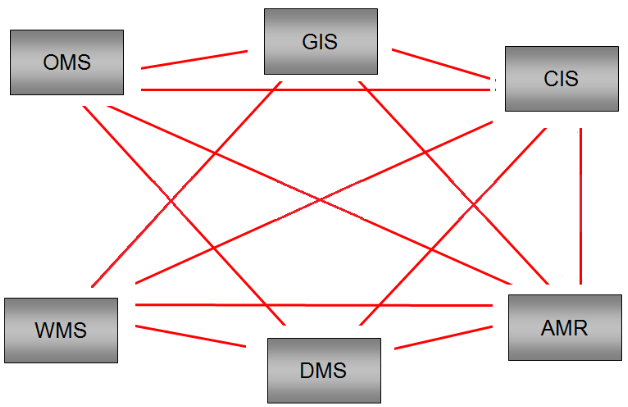

tilawa.control.arcosa.generacion.ice{TagName=Nivel_embalse_StaRosa_A, Categoria=Nivel, Planta=Complejo}
tilawa.control.arcosa.generacion.ice{TagName=FrecuenciaBarra1, Categoria=Frecuencia, Planta=Complejo}
tilawa.control.arcosa.generacion.ice{TagName=FrecuenciaBarra2, Categoria=Frecuencia, Planta=Complejo}
331
330.5
330
329.5
329
328.5
328
327.5
327
60.3
60.2
60.1
60
59.9
59.8
59.7
Wed 16:00
Wed 20:00
Thu 00:00
Thu 04:00
Thu 08:00
Thu 12:00
Thu 16:00
Thu 20:00
Fri 00:00
Fri 04:00

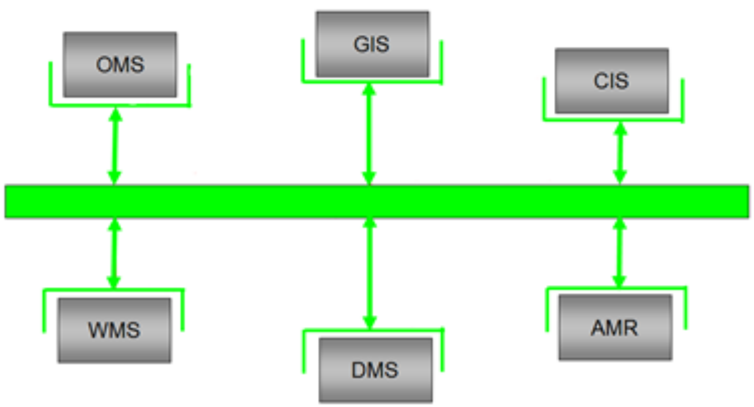
Resultados

- Inversión cercana a un millón de dólares.
  - Compra de Unidades Terminales Remotas.
  - Tarjetas 104 Prosoft.
  - Costos indirectos.
  - Mano de obra.
- En servicio desde el 21 de Julio 7x24.
  - Control de Unidades Arenal y Dengo.
  - Control automático de válvula cónica.
  - Integración Microdespacho.
- Aplicativos
  - Nube de interoperabilidad
  - Controlador
  - HMI
  - Historiador OpenTSDB

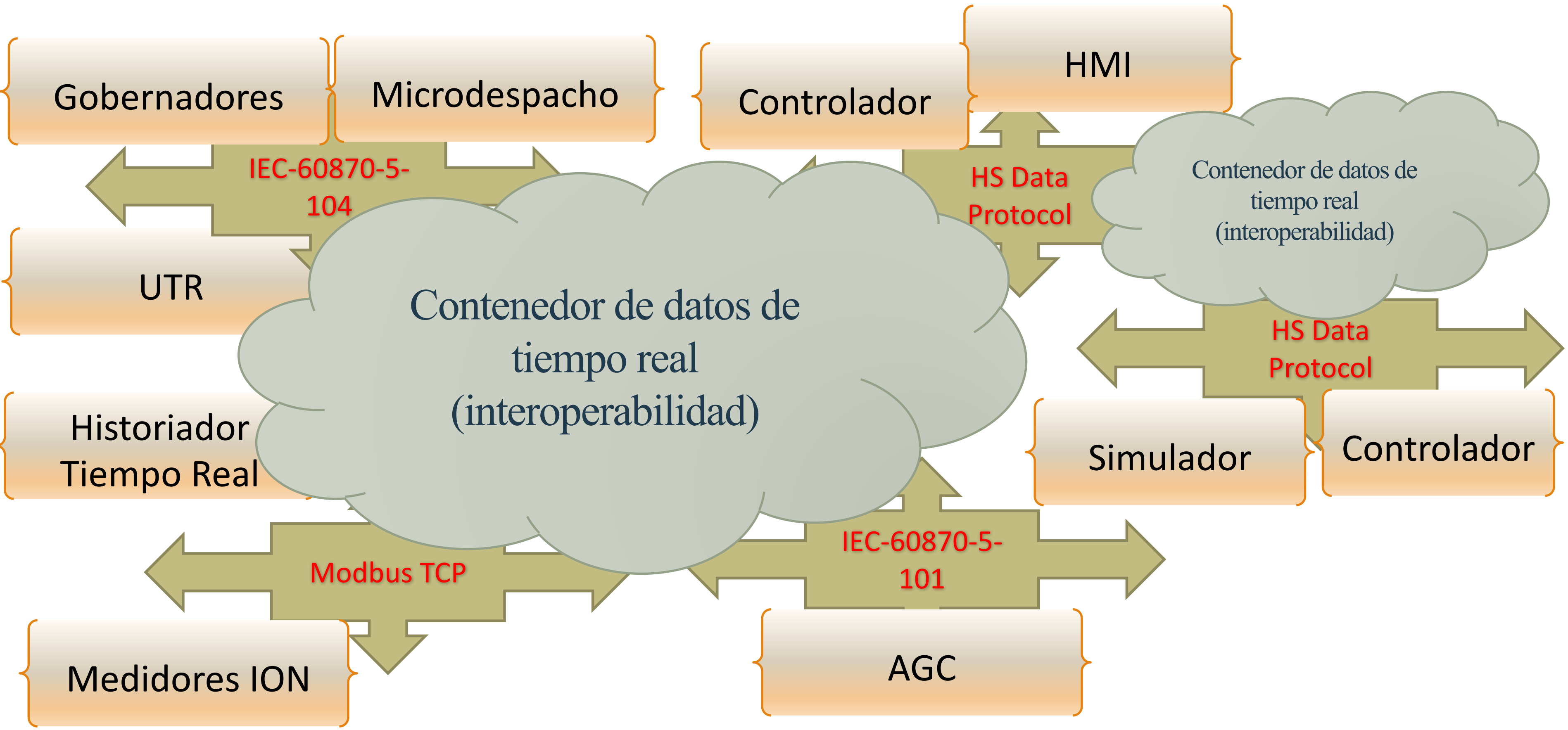
Prospectivas

Interoperabilidad

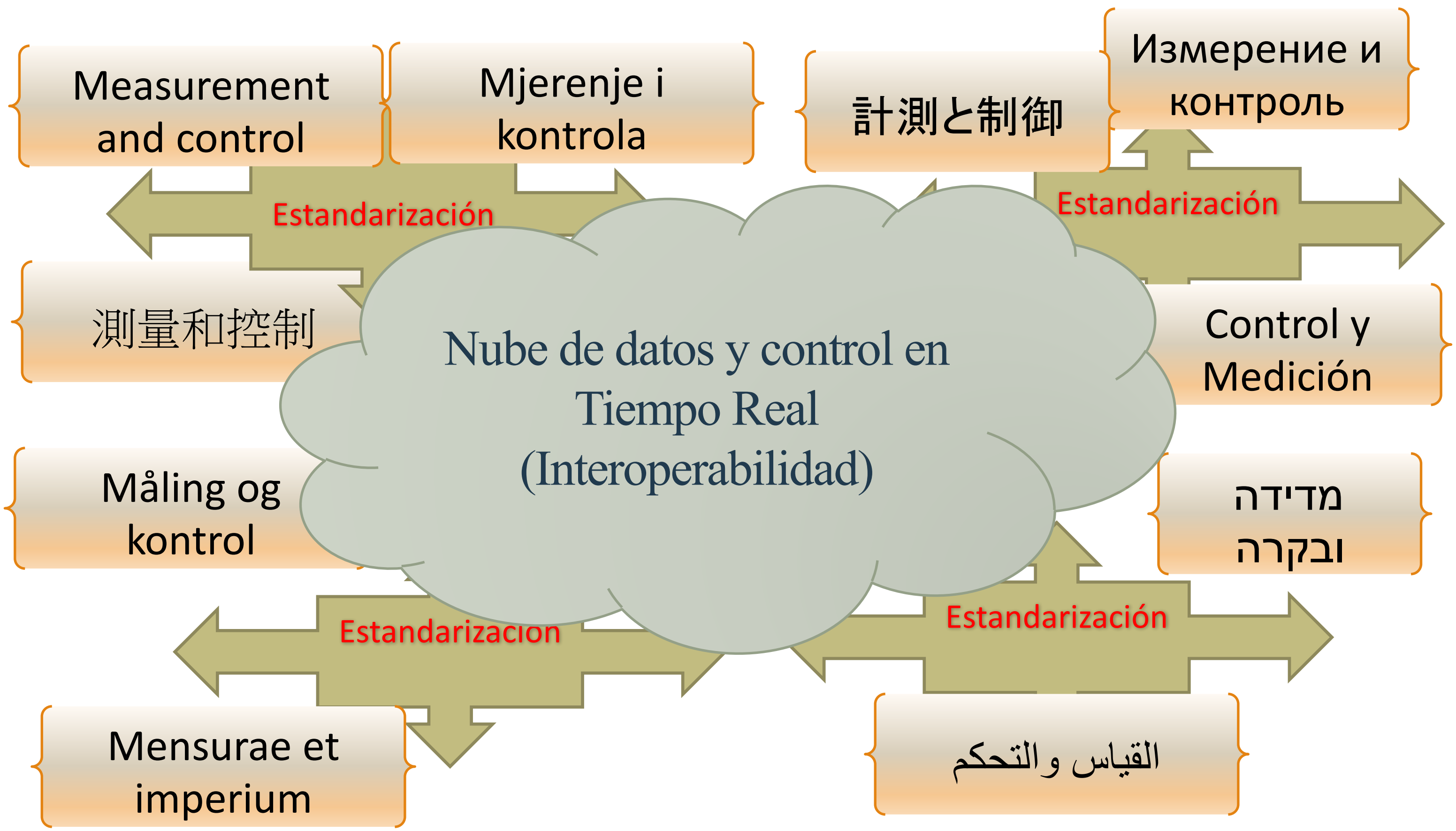




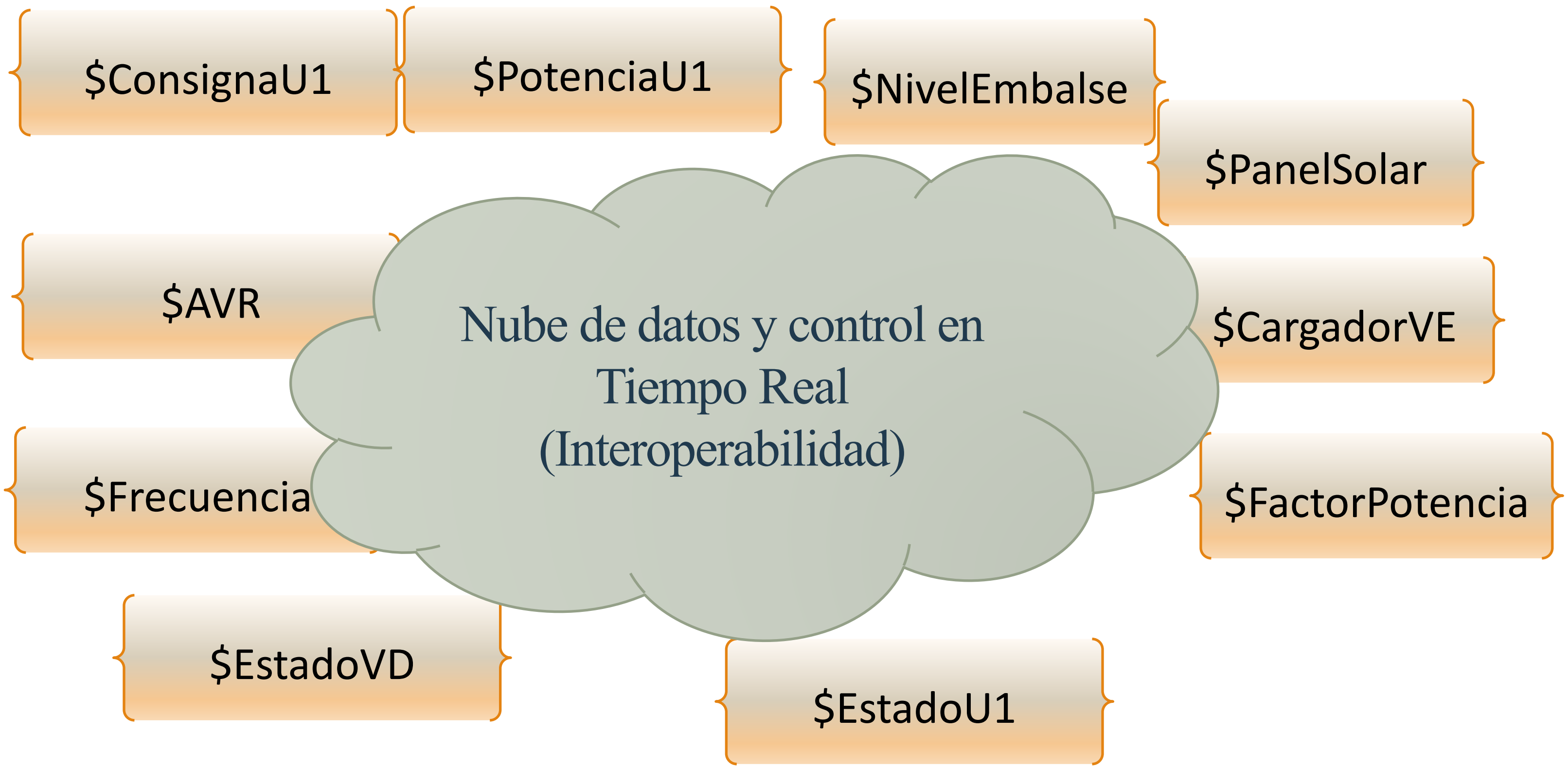
Nube de Datos y Control en Tiempo real



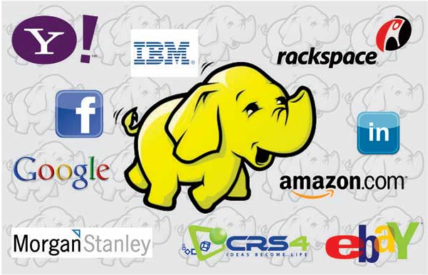
Nube de Datos y Control en Tiempo real

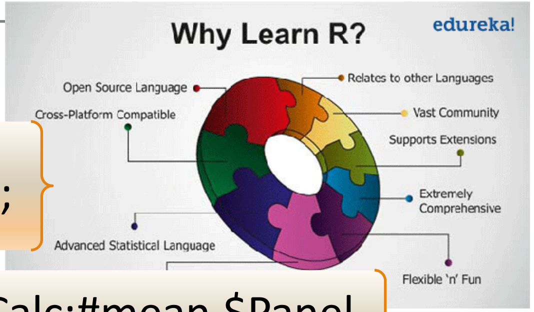


Nube de datos en lenguaje común



Nube de información y control en lenguaje común





Get:$PotenciaU1;

Get:$NivelEmbalse;

Cmd:$ConsignaU1,30;

Calc:#mean,$Panel Solar;

Cmd:$AVR,OF

Nube de datos y control en Tiempo Real (Interoperabilidad)

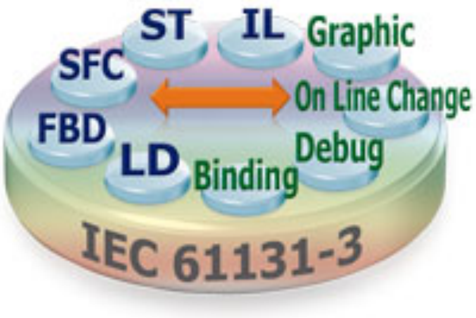
SBO Cmd:$CargadorVE,ON;

Get:$Frecuencia;

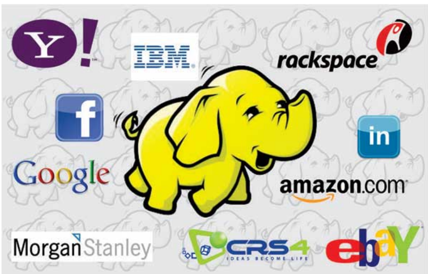
Get:$EstadoVD;

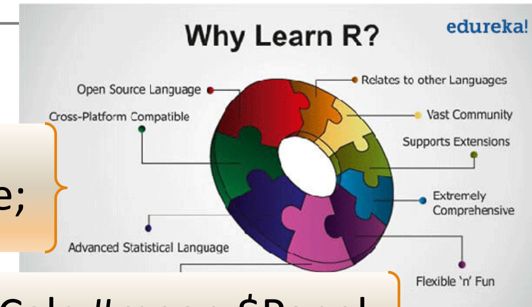
Get:$EstadoU1;

Read:$FactorPotencia;



Nube de interoperabilidad





Get:$PotenciaU1;

Get:$NivelEmbalse;

Cmd:$ConsignaU1,30;

Calc:#mean,$Panel Solar;

Cmd:$AVR,OF

EN OPERACIÓN 7x24

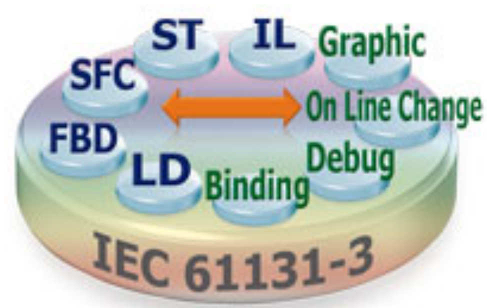
SBO Cms:$CargadorVE,ON;

Get:$Frecuencia;

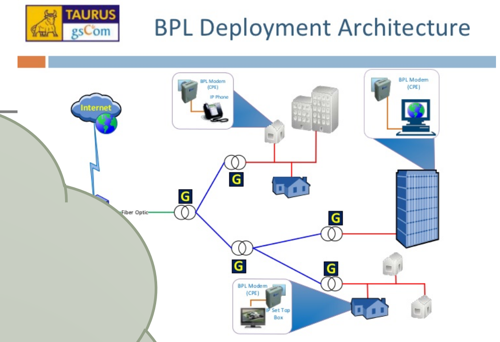
Get:$EstadoVD;

Get:$EstadoU1;

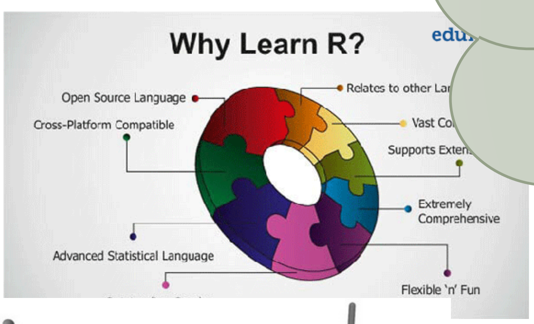
Read:$FactorPotencia;

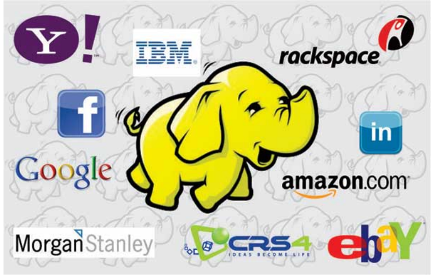


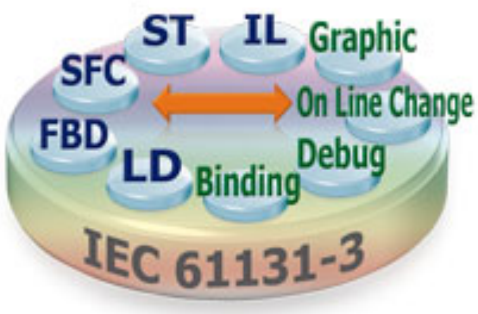
Nube de Internet



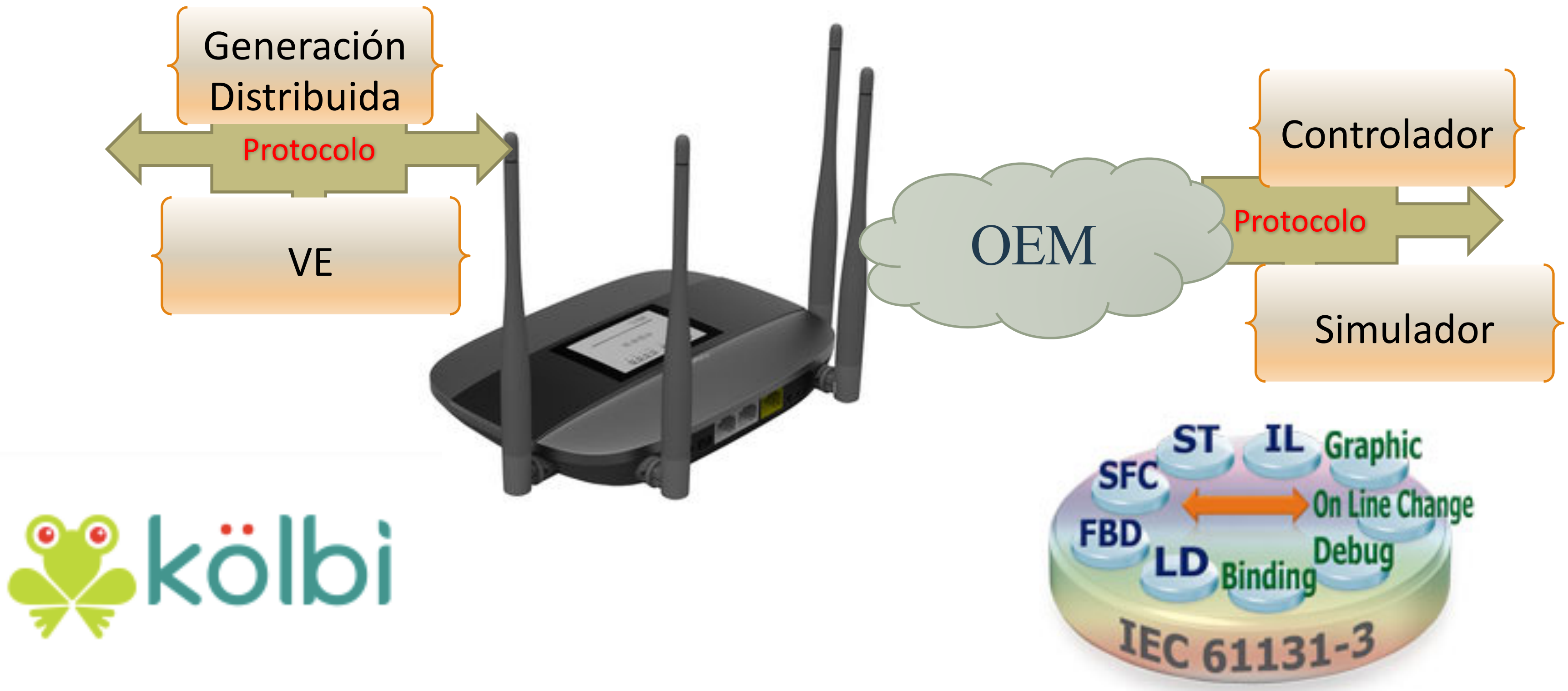
Nube de interoperabilidad en energía



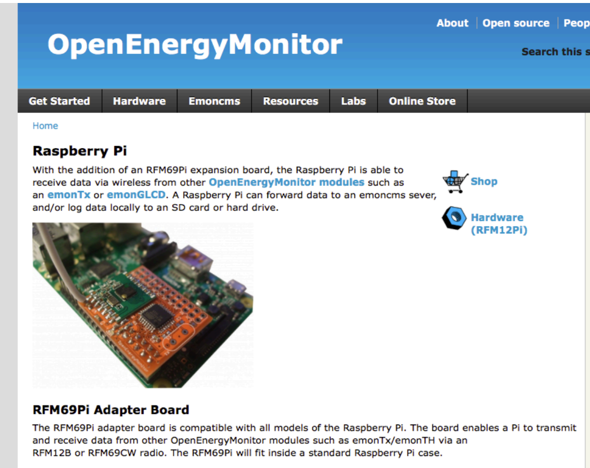


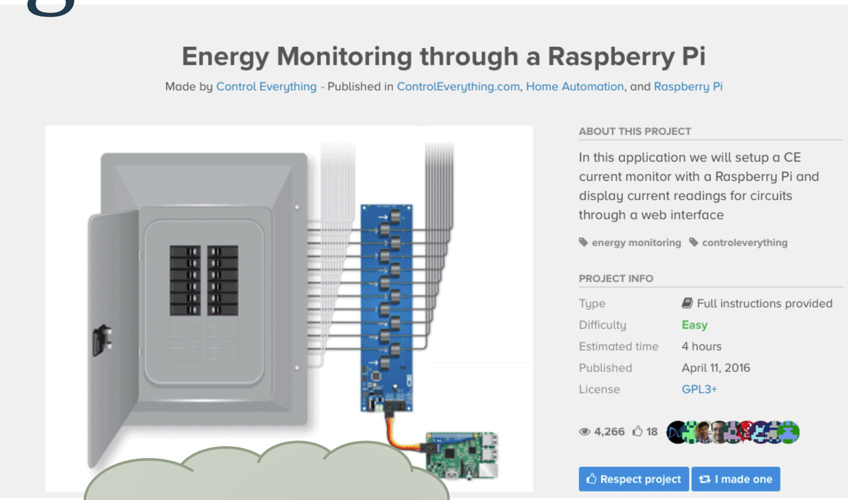


Nube de Internet

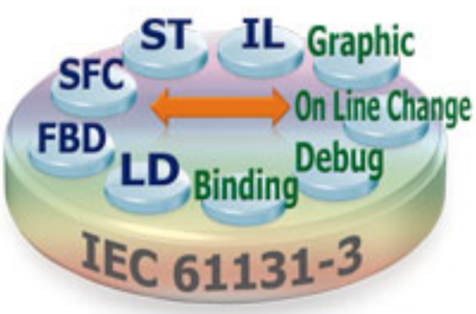


Nuevos Negocios

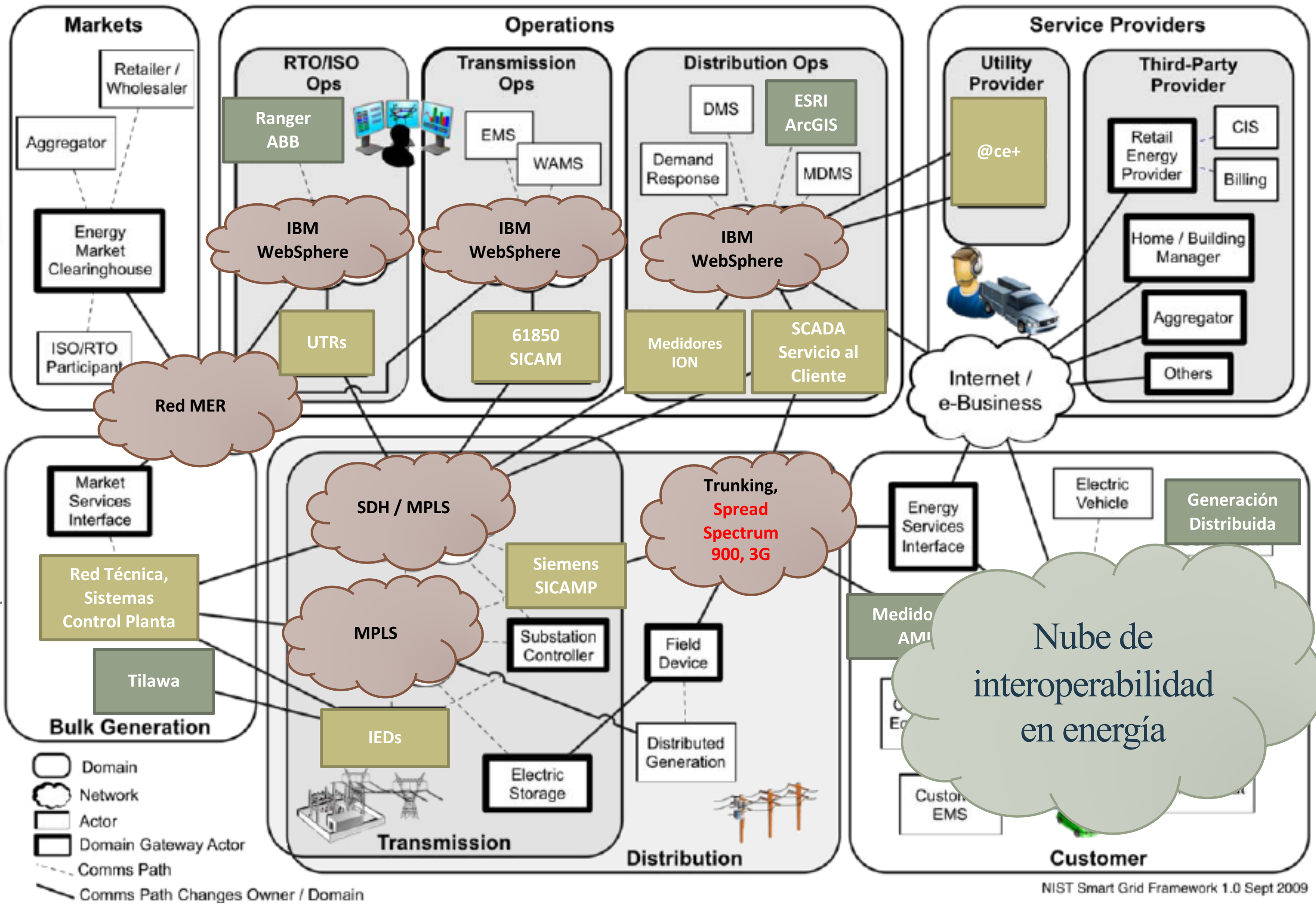




OEM



Interoperabilidad en la cadena de valor



Muchas Gracias