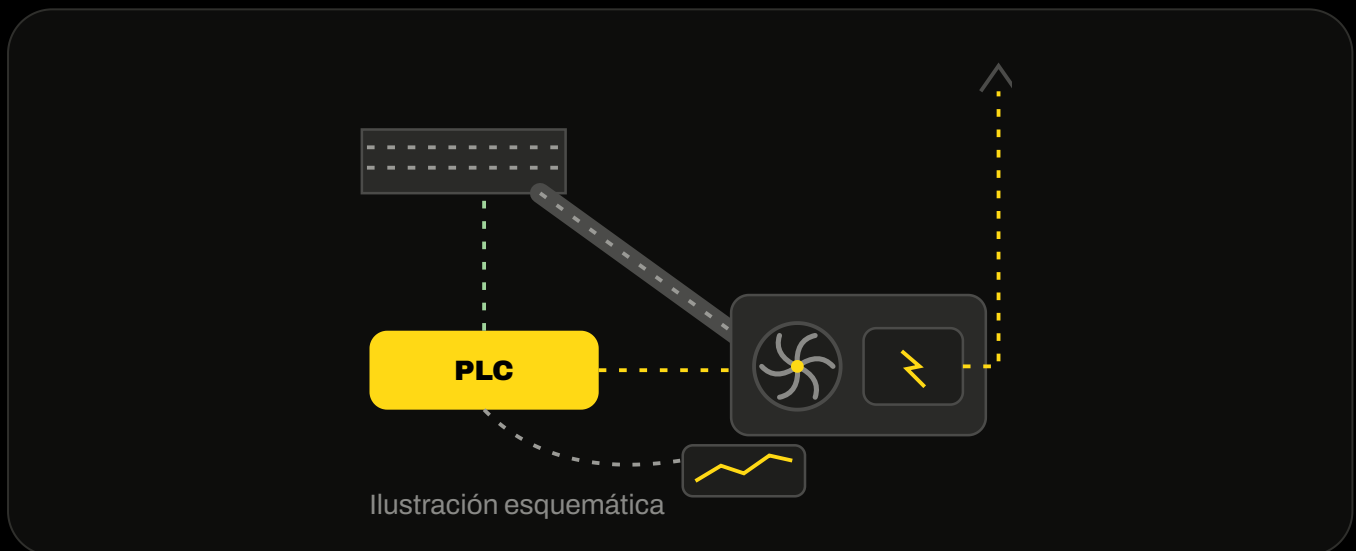


MINICENTRAL HIDROELÉCTRICA · RASPBERRY PLC

Arrancar, seguir al río, parar. **A** distancia.

Dos Raspberry PLC y un bus CAN gobiernan una minicentral.

[Ver el caso de estudio interactivo online >](#)


21

E/S en el PLC del armario de turbina: 13 entradas, 8 salidas

42

E/S en el PLC del armario de la central: 26 entradas, 16 salidas

2

Raspberry PLC unidos por CAN, una placa CAN en cada uno

3

fases en la lógica: arranque, control de nivel, paro seguro

Una minicentral está lejos. Su control no puede depender de una visita.

Muchas minicentrales están en valles remotos, sin operador en la planta. El control tiene que arrancar la turbina en el orden correcto, seguir el agua que trae el río y parar el grupo con seguridad cuando algo falla. La oficina tiene que ver lo que pasa y actuar a distancia. Y cada central nueva debería recibir el mismo armario ya probado.

01

Condiciones antes que agua

La turbina solo arranca cuando el nivel, la válvula de entrada y las protecciones lo permiten.

02

Velocidad antes que red

El grupo se acelera en vacío. Un sincronizador cierra el interruptor en el momento justo.

03

El río marca la potencia

En una central fluyente, los álabes directrices siguen el nivel de la cámara de carga, no una consigna de potencia.

04

Un paro que protege

Ante un disparo, los álabes cierran con una rampa y después cierra la válvula de entrada. Un cierre rápido provoca golpe de ariete.



Un diseño de armario, muchas centrales

El proyecto fabrica sus armarios de control en serie: el mismo controlador y el mismo cableado. Una forma habitual de explotarlos: el mismo programa en cada central, la oficina ve todas las centrales en un solo lugar, y cada central mantiene su lógica y guarda sus datos cuando cae el enlace.

CÓMO FUNCIONA

Tres fases: arrancar, seguir al río, parar con seguridad.

Fase 1 · Secuencia de arranque

Permisivos, válvula de entrada, velocidad, sincronizador. En ese orden.

Antes de arrancar, el PLC comprueba los permisos: el nivel de la cámara de carga está por encima del nivel de arranque, el relé de protección no tiene disparo, la cadena de paro de emergencia está cerrada y la válvula de entrada está cerrada. Después abre la válvula de entrada (si hay bypass, primero iguala presiones), lleva los álabes directrices a una pequeña apertura de arranque y deja que el grupo se acelere en vacío. Cerca de la velocidad nominal el regulador de tensión (AVR) excita el generador y el PLC habilita el sincronizador. El sincronizador envía impulsos de subir y bajar al lazo de velocidad del PLC y al AVR, y cierra el interruptor del generador cuando tensión, frecuencia y fase coinciden. Entonces el PLC abre los álabes para tomar carga.

- Permisivos en entradas digitales y analógicas
- Velocidad del eje con un sensor de impulsos en una entrada de interrupción

Fase 2 · Seguir al río

El nivel de la cámara de carga marca la apertura. El río marca la potencia.

Una central fluyente tiene poco almacenamiento. El PLC lee el nivel de la cámara de carga en una entrada analógica y mueve los álabes directrices para mantenerlo en su consigna: si llega más agua, los álabes abren; si llega menos, cierran. Una turbina no puede funcionar por debajo de una apertura mínima. Si el nivel baja hasta el nivel de paro, el PLC descarga y para el grupo, para que la toma no se vacíe y el caudal ecológico siga en el río. Cuando el nivel se recupera, el grupo vuelve a arrancar.

- Transmisor de nivel de la cámara de carga en una entrada analógica
- Consigna del distribuidor en una salida analógica y posición desde un encoder CANopen

Fase 3 · Disparo y aviso

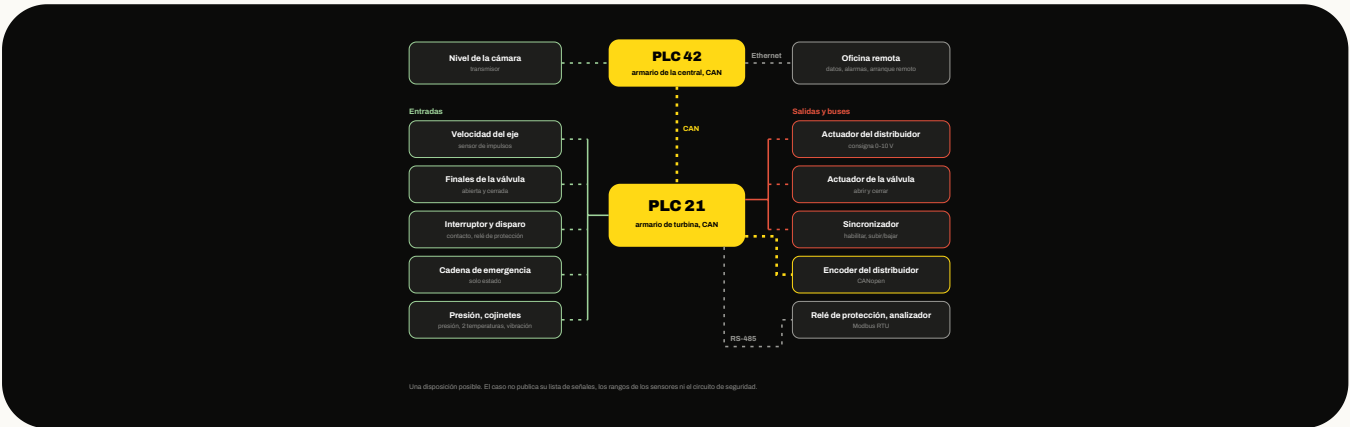
Un disparo cierra el agua con una rampa. La oficina recibe la alarma.

El PLC vigila los disparos que le corresponden, como la sobrevelocidad, la temperatura de los cojinetes y un interruptor abierto por la protección de red. Ante un disparo, cierra los álabes directrices con una rampa de cierre y después cierra la válvula de entrada. Un cierre demasiado rápido sube la presión en la tubería forzada (golpe de ariete). Un cierre demasiado lento deja que la velocidad suba tras un rechazo de carga. El fabricante de la turbina fija el tiempo de cierre. La alarma llega a la oficina remota.

- Temperatura de cojinetes y vibración en entradas analógicas
- Primero la rampa de cierre, después la válvula de entrada cerrada

¿Cómo automatiza un PLC una minicentral hidroeléctrica?

Dos Raspberry PLC se reparten el trabajo. En el armario de turbina, un Raspberry PLC 21 con placa CAN lee el grupo: velocidad del eje, finales de carrera de la válvula de entrada, estado del interruptor, disparo de protección, cadena de paro de emergencia, presión en la tubería forzada, temperatura de los cojinetes y vibración. Governa la válvula de entrada, la consigna de los álabes directrices y la habilitación del sincronizador, y lee la posición de los álabes desde un encoder CANopen. Por RS-485 lee los valores eléctricos del relé de protección o del analizador de red con Modbus RTU. En el armario de la central, un Raspberry PLC 42 lee las señales de la central, como el nivel de la cámara de carga, y une la central con la oficina remota por Ethernet. En esta disposición, un bus CAN une los dos PLC y el encoder.



Entradas Salidas Bus CAN Ethernet y RS-485

Señales y datos (una disposición posible)

Señal	Entre	Tipo	Función
Velocidad del eje	Sensor de impulsos → PLC 21	Entrada digital, interrupción	Aceleración, habilitar el sincronizador, disparo por sobrevelocidad
Válvula de entrada abierta y cerrada	Finales de carrera → PLC 21	2 entradas digitales	Confirma cada paso del arranque y del paro
Interruptor cerrado	Contacto del interruptor → PLC 21	Entrada digital	Grupo en red: tomar carga. Se abre con un disparo de red
Disparo de protección	Relé de protección → PLC 21	Entrada digital	Disparo de la protección de generador o de red: parar el grupo
Cadena de paro de emergencia	Relé de seguridad → PLC 21	Entrada digital	Solo estado. El paro no depende del programa del PLC
Presión en la tubería forzada	Transmisor → PLC 21	Entrada analógica	Permisivo de arranque, presión durante la rampa de cierre
Temperatura de cojinetes	Transmisores → PLC 21	2 entradas analógicas	Alarma y después disparo. Cojinetes de turbina y de generador
Vibración	Transmisor de velocidad de vibración → PLC 21	Entrada analógica	Alarma y después disparo
Posición de los álabes directrices	Encoder CANopen → PLC 21	CAN	Lazo cerrado de la apertura
Consigna del distribuidor	PLC 21 → actuador	Salida analógica 0-10 V	Apertura que sigue al nivel
Abrir y cerrar la válvula de entrada	PLC 21 → actuador de la válvula	2 salidas digitales	Agua a la turbina. Cerrada al final de un paro
Habilitar el sincronizador	PLC 21 → sincronizador	Salida digital	Cerca de la velocidad nominal. El sincronizador cierra el interruptor
Subir y bajar velocidad	Sincronizador → PLC 21	2 entradas digitales	Pequeños cambios de la apertura del distribuidor durante la sincronización. Una en una entrada analógica/digital en modo digital
Valores eléctricos	Relé de protección o analizador → PLC 21	RS-485, Modbus RTU	Potencia activa, tensión, frecuencia, energía
Nivel de la cámara de carga	Transmisor de nivel → PLC 42	Entrada analógica	Permisivo de arranque, control de nivel, nivel de paro
Datos del grupo	PLC 21 ↔ PLC 42	CAN	Estados, valores y órdenes entre los armarios
Oficina remota	PLC 42 → router → oficina	Ethernet	Datos, alarmas, arranque y paro a distancia

Un Raspberry PLC para la turbina. Uno más grande para la central.



Raspberry PLC 21 FLEX

Un controlador industrial basado en una Raspberry Pi 4, con 13 entradas, 8 salidas, dos puertos Ethernet, dos puertos RS-485 y una placa de expansión. En esta central la placa de expansión es CAN. Gobierna la turbina: secuencia de arranque, control de nivel, disparos y el lazo de los álabes.

Función	Armario de turbina: secuencia, control de nivel, disparos
Entradas	13: 6 analógicas/digitales (0-10 V, 12 bits), 7 digitales optoaisladas (5-24 Vdc), 2 con interrupción
Salidas	8: 3 analógicas/digitales/PWM (0-10 V, 12 bits), 5 digitales optoaisladas (5-24 Vdc)
Expansión	Una placa. CAN en esta central (también LoRa, 4G o maestro M-Bus)
Comunicaciones	Ethernet 1 Gigabit + 1 10/100, 2 x RS-485, Wi-Fi, Bluetooth LE
Ordenador	Raspberry Pi 4, Debian 64 bits

El proyecto usa un Raspberry PLC 21 con placa CAN: la versión FLEX es la configuración que la ofrece. Las salidas son de transistor, no de relé: usa relés de interfaz donde el actuador de la válvula o el sincronizador necesiten un contacto libre de tensión. Esta disposición usa 12 de las 13 entradas y 4 de las 8 salidas. Para un transmisor de 4-20 mA en una entrada de 0-10 V, añade una resistencia de precisión de 500 Ω.

[Ver el Raspberry PLC 21 FLEX ›](#)



Raspberry PLC 42

La misma familia con más E/S: 26 entradas y 16 salidas. En el armario de la central lee las señales de la central, comparte los datos del grupo por CAN y une la central con la oficina remota por Ethernet.

Función	Armario de la central: señales de la central, enlace con la oficina
Entradas	26: 12 analógicas/digitales (0-10 V, 12 bits), 14 digitales optoaisladas (5-24 Vdc), 4 con interrupción
Salidas	16: 6 analógicas/digitales/PWM (0-10 V, 12 bits), 10 digitales optoaisladas (5-24 Vdc)
Expansión	Una placa. CAN en esta central (también LoRa o 4G)
Comunicaciones	Ethernet 1 Gigabit + 1 10/100, 2 x RS-485, Wi-Fi, Bluetooth LE

El proyecto tiene un segundo armario con un Raspberry PLC 42 y CAN. El caso no publica qué señales de la central van a él: el nivel de la cámara de carga es un ejemplo. Las entradas libres sirven para los auxiliares de la central, como compuertas de toma o un limpiarregas.

[Ver el Raspberry PLC 42 ›](#)

Primero permisivos, después acciones

Cada paso empieza solo cuando una señal confirma el anterior: nivel, final de carrera de la válvula, velocidad, contacto del interruptor. El programa del PLC se puede escribir como una secuencia de estados con salidas claras y un tiempo máximo en cada paso.

Una rampa, no un golpe

Los álabes directrices cierran con una rampa que fija el fabricante de la turbina. La rampa mantiene la presión en la tubería y la subida de velocidad dentro de sus límites.

Linux junto al control

El Raspberry PLC funciona con Debian. El mismo controlador puede registrar datos, tener una base de datos local y hablar MQTT con la oficina. Una forma habitual de hacerlo: ejecutar el programa de control como un servicio systemd que arranca con el equipo y se reinicia si falla.

¿UNA CENTRAL SIMILAR?

Cuéntanos tu central y tu secuencia. Te responderá un ingeniero.

Dinos el tipo de turbina, las señales que tienes, cómo se mueven los álabes directrices o el inyector, y adónde tienen que ir los datos. Te diremos qué controladores encajan y cómo cablearlos.

CASO DE ESTUDIO ONLINE

industrialshields.com/es/ES/case-study-small-hydro-plant-raspberry-plc

EMAIL

info@industrialshields.com

TELÉFONO

[\(+34\) 938 760 191](tel:+34938760191)