**MÓDULO DE GENERACIÓN DE DATOS**

1. **FUNCIONALIDAD BRINDADA**

Este módulo tiene por objetivo simular la captura de información de sensores, en el ambiente de una central hidroeléctrica.

Para ello, el usuario ingresa las tendencias de los datos que quiere generar, y el programa periódicamente envía paquetes MODBUS-TCP a un simulador de RTU/PLC, simulando el funcionamiento de sensores reales de temperatura, presión, caudal, etcétera.

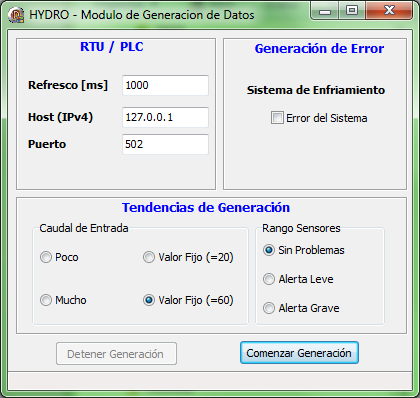
La generación de datos se realiza aleatoriamente teniendo en cuenta:

* Las tendencias especificadas por el usuario
* Valores generados anteriormente
* Valores de los actuadores del simulador de RTU/PLC



1. **INTERFAZ DE USUARIO**

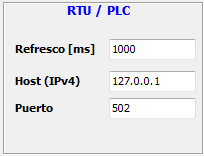
Al ingresar al programa, podemos ver la pantalla principal, como se muestra en la *Figura1*.



*Figura 1*

La misma se divide en las siguientes partes:

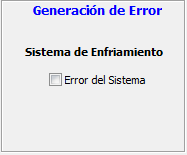
1. **Detalles de Conexión**



En este sector, se puede configurar los datos relativos a la conexión con la RTU o PLC. Estos datos son:

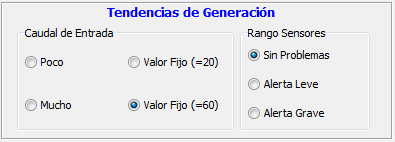
* Refresco: Indica cada cuanto tiempo se van a generar nuevos datos. Por defecto, 1 segundo (1000 milisegundos)
* Host: Es la dirección IPv4 de la RTU/PLC.
* Puerto: Puerto TCP por el que escucha la RTU/PLC. Por defecto, 502, que es el puerto de escucha del protocolo MODBUS-TCP.

1. **Generación de errores**



Desde esta sección se puede introducir un error en el sistema de enfriamiento, al tildar el checkbox.

1. **Tendencias de Generación**



Desde aquí se pueden definir a grandes rasgos las tendencias que tendrán los datos que se vayan generando.

* 1. Caudal de entrada: Indica cuántos m3/segundo de agua ingresarán a la planta.
  2. Rango Sensores: Permite definir la amplitud de valores que se generen para los sensores. Estos pueden funcionar normalmente, produciendo alertas leves, o alertas graves. (*Ver tabla de Sensores y Actuadores*)

1. **Botones de Iniciar y Detener Generación**



Como su nombre lo indica, una vez definido todo lo anterior, se puede dar inicio a la generación de datos haciendo clic en “Comenzar Generación”.

Cuando se desee, se puede hacer clic en “Detener Generación” para dejar de generar datos.

1. **Barra de Estado**



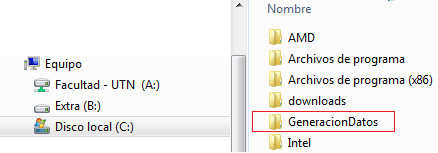
Indica si el módulo está o no conectado a la RTU/PLC.

1. **MENSAJES DE ERROR**

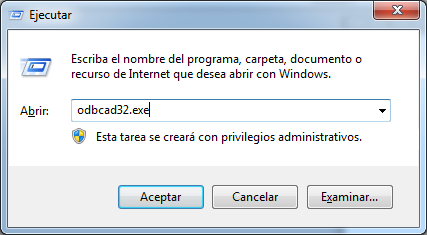
Durante el funcionamiento, pueden aparecer los siguientes mensajes de error

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Mensaje de Error** | **Motivo del Error** | **Tipo de Error** | **Cómo Corregirlo** |
|  | No se puede establecer una conexión con el Servidor. | Fatal | Revisar que el servidor esté operativo. Reiniciar el Generador de datos |
|  | La RTU ha dejado de responder. | Fatal | Revisar que la RTU esté conectada, y que la red que conecta este módulo con la RTU esté operativa |

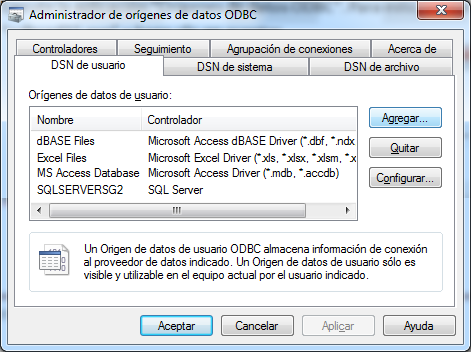
1. **INSTALACIÓN y PUESTA EN MARCHA**
   1. Copie el contenido de la carpeta “Generación de Datos” a la computadora donde se ejecutará el módulo. Por ejemplo, cópiela a *C:\Generación de Datos\.*



* 1. Ejecute la aplicación “Orígenes de datos ODBC”. Para esto, vaya a Inicio 🡪 Ejecutar, escriba “odbcad32.exe” y haga clic en aceptar



* 1. Se abrirá una pantalla como en la figura. Haga clic en “Agregar”



* 1. En la pantalla siguiente, elegir “MySQL Server” y hacer clic en finalizar. Luego, configurar la pantalla siguiente:

|  |  |
| --- | --- |
|  | * Data Source Name: HydroDB * TCP/IP Server: Dirección IP del Servidor donde se ubica la Base de datos * Puerto: 3306 * User: root * Password: 123456 * Database: hydrodb |

Hacer clic en OK.

* 1. Ya estamos en condiciones de abrir el generador de datos desde “GeneracionDatos.exe”. Recuerde que la RTU y el servidor deben de estar conectados para que pueda funcionar adecuadamente el módulo

1. **FUNCIONAMIENTO**

El sistema mantiene en memoria una serie de datos de cada sensor, a saber:

|  |
| --- |
| 1. TSensor = **Array**[1..15] **of** **record** 2. LL,L,H,HH: **integer**; 3. max,min: **integer**; 4. LimiteInferior, LimiteSuperior: **integer**; 5. nomenclatura: **string**; 6. Valores: **Array**[0..9] **of** **integer**; 7. index: **integer**; 8. **end**; |

* Valores de las Alertas (LL,L,H,HH)
* Valores máximo y mínimo que puede presentar cada sensor
* Limite Inferior y Superior de Generación: Entre qué conjunto de valores vá a generar el programa. Estos límites varía cuando el usuario selecciona generar datos con alertas leves, graves o sin alertas.
* Nomenclatura: nombre del sensor
* Valores[]: Histórico de los últimos 10 valores del sensor. Sirven para poder seguir generando datos respetando una tendencia
* Index: último valor ingresado en Valores[]

Periódicamente, según el tiempo de Refresco definido en el panel “Detalles de Conexión”, el sistema define el nuevo valor para cada sensor de un modo aleatorio respetando las tendencias, mediante la siguiente función:

|  |
| --- |
| 1. **function** aleatorio(valorAnterior:**integer**; 2. LimiteInferior, LimiteSuperior: **integer**; 3. probabilidadIncrementar, probabilidadMantenerse, 4. probabilidadDecrementar: **double**; 5. rangoIncremento:**integer**): **integer**; 6. **var** valorNuevo: **double**; 7. dado, dadoDelta: **double**; 8. **begin** 9. dado:= random(); 10. **if** dado <= probabilidadMantenerse **then** 11. **begin** 12. *// Se mantiene el valor anterior* 13. valorNuevo:= valorAnterior; 14. **end** 15. **else** 16. **begin** 17. **repeat** 18. dadoDelta:= random(rangoIncremento)+1; 19. **until** dadoDelta<>0; 21. **if** (dado<=(probabilidadMantenerse+probabilidadIncrementar)) **or** 22. (valorAnterior<LimiteInferior) **then** 23. **begin** 24. *// Se incrementa el valor* 25. valorNuevo:= valorAnterior + dadoDelta; 26. **if** valorNuevo>LimiteSuperior **then** valorNuevo:= LimiteSuperior; 27. **end** 28. **else** 29. **begin** 30. *// Se decrementa el valor* 31. valorNuevo:= valorAnterior - dadoDelta; 32. **if** valorNuevo<LimiteInferior **then** valorNuevo:= LimiteInferior; 33. **end**; 34. **end**; 35. result:= trunc(valorNuevo); 36. **end**; |

La función “aleatorio()” funciona de la siguiente manera. Se le pasa como parámetro el valor anterior del sensor, los límites actuales entre los que se debe generar el nuevo valor, y las probabilidades de mantener el valor actual, incrementar el valor, o decrementar.

Se genera un número aleatorio (entre 0 y 1) en la variable *dado*. Si su valor es menor a la probabilidad de mantenerse, el sensor mantiene su valor. Si no, se tira otro dado, que va a dar el incremento *delta* del sensor, que se sumará o restará en función de la probabilidad de incrementar o decrementar.

A continuación, se explica sensor por sensor cómo se calcula su nuevo valor:

1. SCC001 - Sensores[1] - Caudal de Entrada

Está afectado por el caudal de entrada elegido en la interfaz de usuario.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **SCC001 - Sensores[1] - Caudal de Entrada** | **Probabilidad de Aumentar** | **Probabilidad Mantenerse** | **Probabilidad de Disminuir** |
| **Poco Caudal (\*)** | 0.3 | 0.5 | 0.2 |
| **Mucho Caudal (\*)** | 0.33 | 0.33 | 0.34 |
| **Valor Fijo** | 0 | 1 | 0 |

**(\*)** La elección de uno de estos también condiciona los límites inferior y superior de generación de la siguiente forma:

* *Poco Caudal*: El límite inferior es el mínimo valor que puede tener el sensor (min), y el límite superior es el máximo (max) dividido 3.
* *Mucho Caudal*: El límite inferior es el máximo valor que puede tener el sensor (max) dividido 3, y el límite superior es el máximo (max).

1. SCC002 - Sensores[2] - Nivel Desborde en Cámara de Carga

Este sensor está afectado por el Caudal de Entrada (SCC001) y por los actuadores de la Compuerta de desvío (ACC0003) y Compuerta ingreso a tubería forzada (ACC0004)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Compuerta de desvío (ACC0003)** | **Compuerta ingreso a tubería forzada (ACC0004)** | **Probabilidad de Aumentar** | **Probabilidad Mantenerse** | **Probabilidad de Disminuir** |
| Cerrada | Cerrada | 0 | 0 | 1 |
| Cerrada | Abierta | 0 | 1 | 0 |
| Abierta | Cerrada | 0.8 | 0.2 | 0 |
| Abierta | Abierta | 0.2 | 0.2 | 0.6 |
| 0.6 | 0.2 | 0.2 |
| 0.15 | 0.7 | 0.15 |

La determinación de las últimas 3 probabilidades está dada en función de si el caudal de entrada viene en aumento, en disminución, o se está manteniendo, respectivamente.

1. SCC005 - Sensores[3] - Presión Tubería Forzada

Este sensor está afectado por el Caudal de Entrada (SCC001), por el Nivel Desborde en Cámara de Carga (SCC002) y por el actuador Compuerta ingreso a tubería forzada (ACC0004).

Cuando la compuerta de ingreso a la tubería forzada se encuentra cerrada, las probabilidades son:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Probabilidad de Aumentar** | **Probabilidad Mantenerse** | **Probabilidad de Disminuir** |
| 0 | 0 | 1 |

Si la misma está abierta, se calcula el porcentaje de Caudal de entrada y porcentaje de agua en la cámara de carga del instante actual y anterior, y se hace una suma ponderada de los mismos.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Probabilidad de Aumentar** | **Probabilidad Mantenerse** | **Probabilidad de Disminuir** |
| %Anterior < %Actual  (Viene en aumento) | 0.8 | 0.1 | 0.1 |
| %Anterior > %Actual  (Viene en disminución) | 0.1 | 0.1 | 0.8 |

1. ST10001 - Sensores[4] - Presión A de la Válvula Mariposa

Este sensor toma el valor del instante anterior de la presión de la tubería forzada (SCC005)

1. ST10002 - Sensores[5] - Presión B de la Válvula Mariposa

Este sensor está afectado por el sensor de Presión A de la Válvula mariposa (ST1001) y por los actuadores de la Válvula mariposa (AT10003) y Bypass (AT10004)

Cuando la válvula mariposa está abierta, la presión de los 2 lados es igual.

Si el bypass está abierto, la presión en el lado B aumenta hasta llegar a la del lado A.

Si ambos actuadores están cerrados, la presión disminuye.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Válvula Mariposa (AT10003)** | **Bypass (AT10004)** | **Probabilidad de Aumentar** | **Probabilidad Mantenerse** | **Probabilidad de Disminuir** |
| Abierta | ? | La presión es la misma que en el lado A (ST10001) | | |
| ? | Abierto | 1 | 0 | 0 |
| Cerrada | Cerrado | 0 | 0 | 1 |

1. ST10005 - Sensores[6] - Presión Sobre Tapa Turbina

Este sensor toma el valor de la presión del lado B de la válvula mariposa (ST10002)

1. ST10012 - Sensores[10] - Estado Sistema Enfriamiento

Toma el valor ingresado por el usuario en el panel “Generación de Errores”.

1. ST10008 - Sensores[7] - Temperatura Cojinetes Superiores

Este sensor está afectado por el sensor del estado del sistema de enfriamiento (ST10012) y por el actuador del sistema de refrigeración (AT10012).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sistema de refrigeración (AT10012)** | **Estado del sistema de enfriamiento (ST10012)** | **Probabilidad de Aumentar** | **Probabilidad Mantenerse** | **Probabilidad de Disminuir** |
| Encendido | OK | 0 | 0.3 | 0.7 |
| ? | ERROR | 0.8 | 0.2 | 0 |
| Apagado | ? |

1. ST10009 - Sensores[8] - Temperatura Cojinetes Inferiores

Idem Anterior

1. ST10010 - Sensores[9] - Temperatura Cojinetes Guía Turbina

Idem Anterior

1. ST10013 - Sensores[11] - Caudal Turbinado

Este sensor está afectado por la presión del lado B de la válvula mariposa (ST10002), y por los actuadores Frenos de Turbina (AT10006) y Apertura de los Álabes (AT10007)

El valor de este sensor se calcula de la siguiente forma:

1. ST10014 - Sensores[12] - Velocidad Giro Turbina

Es directamente proporcional al caudal turbinado.

1. ST10021 - Sensores[14] - Voltaje Generado

Para poder generar corriente, el generador, el equipo de excitación, el regulador de velocidad y la unidad de sincronización deben estar encendidos. Si alguno de estos elementos está apagado, no se generará electricidad.

Si todos están encendidos, el voltaje generado se calcula teniendo en cuenta el caudal turbinado y los frenos del generador, de la siguiente manera:

1. ST10020 - Sensores[13] - Intensidad Corriente

Sabiendo que *Voltaje = Intensidad \* Resistencia*, podemos calcular la intensidad de corriente a partir del voltaje,

1. SSA0001 - Sensores[15] - Nivel Desfogue

Es igual al máximo de caudal turbinado, ya que no hay forma de hacer pasar mayor cantidad de m3/s de agua por las tuberías.