

PROCOLO HART  
PRACTICAS DE LABORATORIO

DIEGO ALEJANDRO RODRIGUEZ PABON

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE BOLIVAR  
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C., NOVIEMBRE DE 2011

PROTOCOLO HART  
PRACTICAS DE LABORATORIO

DIEGO ALEJANDRO RODRIGUEZ PABON

Monografía elaborada para obtener el título de  
INGENIERO ELECTRÓNICO

Director  
JORGE ELIÉCER DUQUE PARDO  
Ingeniero Electricista

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR  
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C., NOVIEMBRE DE 2011

Cartagena de Indias D.T. y C., Noviembre de 2011.

Señores  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
COMITÉ DE EVALUACION DE PROYECTOS  
L. C.

De manera respetuosa me permito presentar ante ustedes la monografía de grado titulada "PROTOCOLO HART PRACTICAS DE LABORATORIO", para su análisis y aprobación.

Dicha monografía fue desarrollada por el estudiante DIEGO ALEJANDRO RODRIGUEZ PABON, en la cual participé como Director.

Cordialmente,

JORGE ELIÉCER DUQUE PARDO  
Ingeniero Electricista  
Universidad Tecnológica de Bolívar

## AUTORIZACION

Yo, DIEGO ALEJANDRO RODRIGUEZ PABON, identificado con cédula de ciudadanía 73.009.104 expedida en la ciudad de Cartagena de Indias D.T. y C., autorizo a la Universidad Tecnológica De Bolívar para hacer uso de la monografía de grado titulada “PROTOCOLO HART PRACTICAS DE LABORATORIO” , para publicarla en el catálogo On-line de la Biblioteca de ésta institución.

Atentamente,

DIEGO ALEJANDRO RODRIGUEZ PABON  
C.C. # 73.009104 de Cartagena.

NOTA DE ACEPTACION

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

\_\_\_\_\_  
FIRMA PRESIDENTE DEL JURADO

\_\_\_\_\_  
FIRMA JURADO

\_\_\_\_\_  
FIRMA JURADO

Cartagena de Indias D.T. y C., Noviembre de 2011

## AGRADECIMIENTOS

*Primero que todo quiero agradecer a mis padres, Edgar y Mabel, ellos me han acompañado y apoyado en todo mi proceso de formación como ingeniero y como persona. Me han brindado sus consejos, experiencias, amor, y apoyo. Han sido incondicionales, incluso en épocas difíciles para todos.*

*A mi hermana, Nataly que ha sido una amiga, que me apoya y siempre me ha brindado apoyo, consejos, amor y peleas.*

*A AIESEC, por haber sido una organización en la que he aprendido varias habilidades y competencias que hoy en día me hacen un profesional sobresaliente.*

*A los docentes del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Tecnológica de Bolívar, quienes me han acompañado y siempre me han dado su apoyo, consejos y correcciones necesarias para mi desarrollo como profesional.*

*Amigos, en su mayoría de AIESEC, quienes me han acompañado, con quienes he aprendido y me he desarrollado personal y profesionalmente.*

## Tabla de contenido

<b>1. Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Protocolo HART .....</b>	<b>10</b>
2.1. Características .....	10
2.2. Tipos de Conexión.....	12
2.2.1. Punto a Punto .....	12
2.2.2. Multidrop .....	13
2.2.3. Multiplexores .....	14
2.3. Trama y comandos del Protocolo HART.....	15
2.3.1. Trama de la capa Enlace .....	15
2.3.2. Comandos HART.....	16
<b>3. Software y equipos utilizados en las prácticas de laboratorio.....</b>	<b>17</b>
3.1. Software Utilizado .....	17
3.1.1. SIMATIC PDM .....	17
3.1.2. HART Server .....	17
3.2. Equipos utilizados .....	18
3.2.1. Modem Viator .....	18
3.2.2. Sensores.....	18
3.2.2.1. Termocupla .....	18
3.2.2.2. RTD .....	19
3.2.3. Transmisores de temperatura:.....	21
3.2.3.1. TH300 .....	21

3.2.3.2.	SITRANS TF .....	21
3.2.4.	Display.....	22
<b>4.</b>	<b>Práctica 1 Configuración del Software para uso con el protocolo HART. ...</b>	<b>23</b>
4.1.	Introducción .....	23
4.2.	Objetivo.....	23
4.3.	Instrumentación .....	23
4.4.	Procedimiento .....	24
4.4.1.	Configuración HART Server .....	24
4.4.2.	Configuración SIMATIC PDM.....	28
4.4.3.	Configuración de WinCC.....	32
<b>5.</b>	<b>Práctica 2 Visualización de los sensores de temperatura en un display ...</b>	<b>41</b>
5.1.	Introducción .....	41
5.2.	Objetivo.....	41
5.3.	Instrumentación .....	41
5.4.	Procedimiento .....	42
5.4.1.	RTD.....	42
5.4.2.	Termocupla .....	43
5.4.3.	Sensor y Transmisor de temperatura con indicador.....	44
<b>6.</b>	<b>Práctica 3 Configuración del protocolo HART en conexión Punto A Punto</b>	<b>46</b>
6.1.	Introducción .....	46
6.2.	Objetivo.....	46
6.3.	Instrumentación .....	46
6.4.	Procedimiento .....	47
6.4.1.	Configuración en HART Server.....	47



6.4.2.	Configuración SIMATIC PDM .....	49
6.4.3.	Configuración en WinCC .....	53
6.4.4.	Ajuste de los rangos en el indicador SITRANS TF.....	59
<b>7.</b>	<b>Práctica 4 Configuración del protocolo HART en conexión MultiDrop.....</b>	<b>65</b>
7.1.	Introducción .....	65
7.2.	Objetivo.....	65
7.3.	Instrumentación .....	65
7.4.	Procedimiento .....	66
7.4.1.	Configuración en HART Server.....	66
7.4.2.	Configuración SIMATIC PDM .....	68
7.4.3.	Configuración en WinCC .....	71
<b>8.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>79</b>
<b>9.</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>80</b>
<b>10.</b>	<b>APENDICE A, Comandos Prácticos de uso frecuente para el protocolo HART.....</b>	<b>81</b>

## Tabla de figuras

Figura 1 Señales Digital y Analógica en HART .....	11
Figura 2 Conexión Punto a Punto.....	12
Figura 3 Conexión Multidrop .....	13
Figura 4 Multiplexor .....	14
Figura 5 Termocupla .....	19
Figura 6 RTD .....	19
Figura 7 Diagrama de conexión del RTD con indicador .....	20
Figura 8 RTD con indicador .....	20
Figura 9 Transmisor TH300.....	21
Figura 10 Transmisor SITRANS TF.....	22
Figura 11 Display RD200 .....	22
Figura 12 Conexión para la configuración del software.....	24
Figura 13 HART server.....	24
Figura 14 "Add Network" .....	25
Figura 15 "Single serial port" .....	25
Figura 16 Módem .....	25
Figura 17 "Learn".....	26
Figura 18 HART Server escaneando .....	26
Figura 19 Propiedades de los instrumentos .....	27
Figura 20 Estado del Transmisor .....	27
Figura 21 ASignar una dirección .....	28
Figura 22 Inicio LifeList .....	28
Figura 23 Transmisores identificados por LifeList.....	29
Figura 24 TAGs y direcciones de los transmisores .....	29
Figura 25 Boton iniciar escaneo.....	30
Figura 26 Abriendo SIMATIC PDM .....	30
Figura 27 Botones para cargar la información.....	31
Figura 28 Cargando en PC.....	31
Figura 29 SIMATIC PDM .....	32
Figura 30 WinCC.....	32
Figura 31 Panel del operador.....	33
Figura 32 Conexiones.....	33
Figura 33 Creando una conexión .....	34
Figura 34 Configurando la conexión.....	34
Figura 35 Variables .....	35
Figura 36 Configurando una variable.....	36
Figura 37 Campo ES .....	37
Figura 38 Configurando Campo ES .....	37
Figura 39 Guardar y ejecutar Runtime .....	38
Figura 40 Visualización básica en WinCC .....	38

Figura 41 Conexión para RTD.....	42
Figura 42 Conexión para Termocupla.....	43
Figura 43 Conexión para 4–20mA.....	44
Figura 44 Conexión Punto a Punto.....	47
Figura 45 "Add Network" .....	47
Figura 46 "Single serial port" .....	48
Figura 47 Módem .....	48
Figura 48 "Learn".....	48
Figura 49 Inicio LifeList .....	49
Figura 50 Transmisores identificados por LifeList.....	49
Figura 51 Boton iniciar escaneo.....	50
Figura 52 Abriendo SIMATIC PDM.....	50
Figura 53 Botones para cargar la información.....	51
Figura 54 Cargando en PC.....	51
Figura 55 SIMATIC PDM.....	52
Figura 56 WinCC.....	53
Figura 57 Panel del operador.....	53
Figura 58 Conexiones.....	54
Figura 59 Creando una conexión.....	54
Figura 60 Configurando la conexión.....	55
Figura 61 Variables .....	55
Figura 62 Configurando una variable.....	56
Figura 63 Campo ES .....	57
Figura 64 Configurando Campo ES .....	58
Figura 65 Guardar y ejecutar Runtime .....	58
Figura 66 Visualización básica en WinCC .....	59
Figura 67 Indicador del transmisor SITRANS TF .....	60
Figura 68 Conexión para el transmisor de 4 a 20mA .....	62
Figura 69 Conexión Multidrop.....	66
Figura 70 "Add Network" .....	66
Figura 71 "Single serial port" .....	67
Figura 72 Módem .....	67
Figura 73 "Learn".....	67
Figura 74 Inicio LifeList .....	68
Figura 75 Transmisores identificados por LifeList.....	68
Figura 76 Boton iniciar escaneo.....	69
Figura 77 Abriendo SIMATIC PDM.....	69
Figura 78 Botones para cargar la información.....	69
Figura 79 Cargando en PC.....	70
Figura 80 SIMATIC PDM.....	70
Figura 81 WinCC.....	71

Figura 82 Panel del operador.....	72
Figura 83 Conexiones.....	72
Figura 84 Creando una conexión.....	73
Figura 85 Configurando la conexión.....	73
Figura 86 Variables .....	74
Figura 87 Configurando una variable.....	74
Figura 88 Campo ES .....	75
Figura 89 Configurando Campo ES .....	76
Figura 90 Guardar y ejecutar Runtime .....	76
Figura 91 Visualizacion básica en WinCC con 2 Variables.....	77

## Tablas

Tabla 1 Formato capa enlace .....	15
Tabla 2 Conexiones para el transmisor TH300 .....	40
Tabla 3 Manejo de la pantalla digital del transmisor SITRANS TF .....	61
Tabla 4 Conexiones para el transmisor TH300 .....	64
Tabla 5 Conexiones para el transmisor TH300 .....	78

## 1. Introducción

La Instrumentación Electrónica es la parte de la electrónica, principalmente analógica, que se encarga del diseño y manejo de los aparatos electrónicos y eléctricos, sobre todo para su uso en mediciones industriales.

*Lo que no se puede medir, no se puede controlar y no se puede mejorar.* Por lo que la instrumentación electrónica es una parte fundamental de cualquier proceso industrial; y se aplica en el sensado y procesamiento de la información proveniente de variables físicas y químicas, a partir de las cuales realiza el monitoreo y control de procesos, empleando dispositivos y tecnologías electrónicas.

En repetidas ocasiones se hace referencia a la Instrumentación Electrónica incluyendo principalmente las variables físicas, los sensores, la caracterización de estos sensores, acondicionadores, el procesamiento estadístico de la información, pero pocas veces se hace referencia a los protocolos de comunicación industriales, y más específicamente los buses de campo.

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4 - 20 mA ó 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC's, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión.

En esta monografía se entrará en detalle del Protocolo HART, sus características, tipos de conexión, comandos y el software para su implementación. Posteriormente se desarrollaron 4 prácticas de laboratorio con el objetivo general de darle al estudiante una introducción básica al manejo del

protocolo y que adquiriera las habilidades necesarias para manejar los transmisores y sensores seleccionados.

Estas prácticas abarcan la configuración de software, el uso de un display de campo, y las conexiones de los sensores en Punto a Punto y Multidrop.

## 2. Protocolo HART

El protocolo de comunicación HART (HART= Transductor Remoto Direccionable de Alta velocidad, por sus siglas en inglés) fue introducido por primera vez en 1986 por la compañía Rosemount Inc. como un estándar para la comunicación de transmisores. Inicialmente fue para uso propietario, y en corto tiempo fue puesto a disponibilidad de cualquier persona. En 1990 se formó el grupo de usuarios HART, y posteriormente en 1993, se creó la marca registrada y todos los derechos de este protocolo fueron transferidos a la Fundación de Comunicación HART (HCF).

Hoy en día el protocolo sigue siendo libre y de uso gratuito, lo cual ha contribuido a su popularidad y su implementación en muchas industrias, llegando al punto de ser uno de los principales protocolos utilizados por más de 60 fabricantes reconocidos en el área de la instrumentación, ofreciéndolo como protocolo utilizado por defecto en sus equipos.

Una de las razones de su alta popularidad son las ventajas que ofrece al usuario. Entre las cuales está la fácil y económica implementación en los sistemas ya instalados del tradicional 4-20 mA, utilizando el mismo cableado y las mismas entradas y salidas de dicho sistema de control.

Otra de las ventajas es que al ser una tecnología que mezcla tanto el sistema analógico como el digital, se mantiene la información de la variable primaria en el conocido 4-20 mA y se suministra información adicional y simultánea en la parte digital de este protocolo.

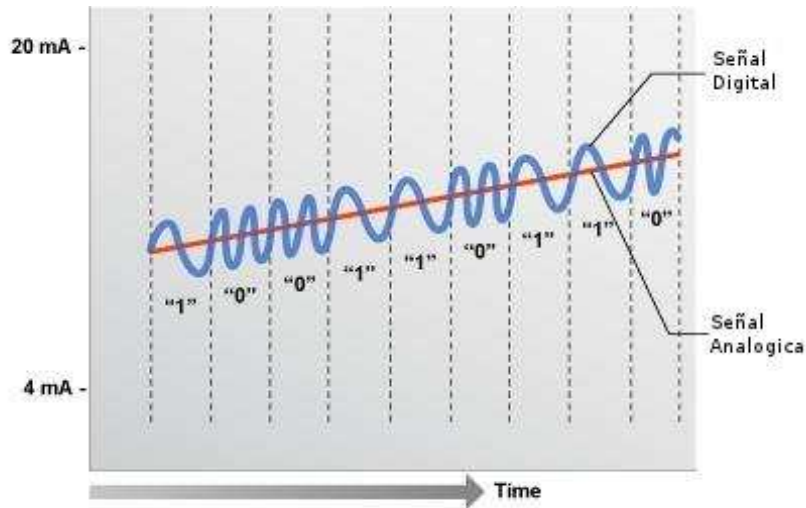
### 2.1. Características

El protocolo HART es una mezcla de información analógica y digital en el mismo cableado y esto se logra gracias a una técnica de codificación por frecuencia (SFK) en la cual se sobrepone la información digital sobre el lazo cerrado de corriente (4-20 mA). De esta forma se tiene una corriente DC que lleva la información de la variable primaria (4-20mA) y sobre esta señal hay una señal AC que varía entre 2 frecuencias (1.200 Hz y 2.200 Hz) para representar



un 1 y un 0 binarios respectivamente. Esta señal AC por tener un valor promedio igual a cero, no añade ninguna variación a la señal DC, así que no hay ninguna alteración en la variable primaria.

**Figura 1 Señales Digital y Analógica en HART**



En consecuencia, el instrumento puede seguir utilizando la señal analógica 4-20 mA para control de procesos y la señal digital para información que no sea de control.

Otras características:

- Control por Conteo de Bytes
- Carácter Básico de 1 bit de arranque, 8 de información, 1 de paridad impar y 1 de pare.
- Una unidad maestra puede controlar hasta 15 remotas
- Operación en Modo de Respuesta Normal.
- Distancia máxima: hasta 3000 m con par trenzado apantallado calibre AWG 24; hasta 1500 m con cable multi-par, par trenzado común apantallado calibre AWG 20 .
- Modulación FSK, 1200 bps.
- Medio de transmisión: par trenzado y el lazo de corriente de 4-20 mA
- Interfaces asociadas: RS-232D y RS-485

## 2.2. Tipos de Conexión

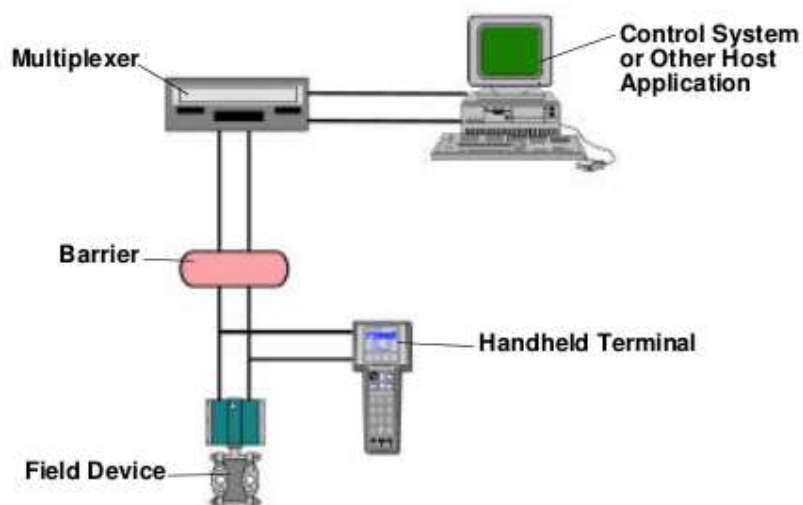
El protocolo HART tiene la opción de trabajar en 2 tipos de conexiones: Punto a Punto, y Multidrop.

A través de uno o varios multiplexores, el protocolo HART cuenta con una topología de conexión que permite más y mejor funcionalidad en campos grandes, con más de 15 instrumentos.

### 2.2.1. Punto a Punto

La conexión Punto a punto básicamente es cuando se tiene conectado un solo instrumento y hay, un receptor y/o un computador a través de un módem, para la lectura de los datos.

**Figura 2 Conexión Punto a Punto**



Debido a que tenemos un solo instrumento, esta conexión mantiene la información de la variable principal en el tradicional 4-20mA, variando la corriente DC proporcionalmente al estado de la variable. Y la información adicional la maneja digitalmente en la variación de frecuencia explicada anteriormente.

Para la implementación de este tipo de conexión se debe asegurar que en la configuración HART del instrumento, esté asignada la dirección 0 (cero). De lo

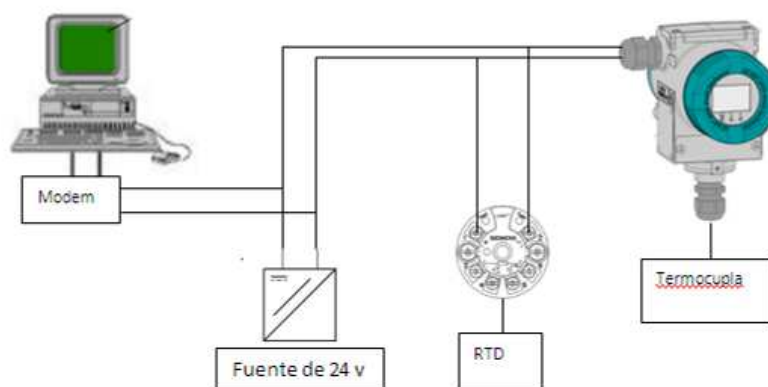
contrario el equipo funcionara únicamente en la señal analógica y no en la digital.

Este tipo de conexión permite conectar un instrumento con un equipo maestro (PC) y también nos permite un segundo equipo maestro, como un lector de HART portátil. Esto es muy útil para realizar lecturas en campo, sin necesidad de ir hasta una mesa de control.

### 2.2.2. Multidrop

El tipo de conexión MultiDrop, ofrece la funcionalidad de trabajar con más de un instrumento en el mismo par de líneas del lazo cerrado, esta función permite recibir información de varios equipos obteniendo así una visión más general y en tiempo real de más de una o varias variables.

**Figura 3 Conexión Multidrop**



Cuando se usa la conexión MultiDrop, debemos asegurarnos que las direcciones de los instrumentos sean diferentes de 0 (cero) y por supuesto que no se asignen la misma dirección a más de un equipo.

Al momento de configurar estas direcciones en los instrumentos, el sistema automáticamente regulara la corriente del lazo a un valor fijo, usualmente a el valor más bajo, o sea 4mA. Y toda la comunicación tanto de la variable de proceso de cada instrumento y la información adicional será transmitida en modo digital. Esto se hace debido a que tenemos conectados los equipos al mismo par de líneas, y al momento de que uno de estos genere una corriente superior a otro, se generaría un corto circuito.

El sistema soporta hasta 15 direcciones de equipos, lo que nos permite esa misma cantidad de equipos conectados al mismo par de líneas.

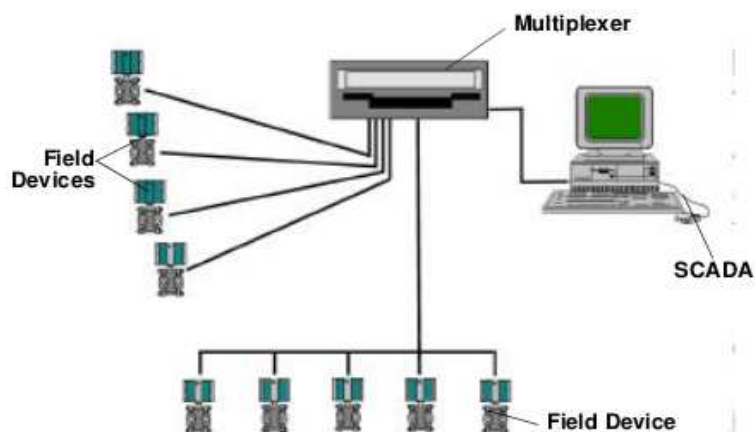
La conexión física se debe realizar *colgando* cada instrumento en paralelo desde el mismo par de líneas de la alimentación. Es decir que cada borne positivo se conecta al mismo positivo de la alimentación, y respectivamente con el negativo. Hay que tener mucho cuidado de no cometer errores que pongan en riesgo la funcionalidad de los equipos.

### 2.2.3. Multiplexores

Estos no son un tipo de conexión como tal, pero si ayuda a establecer enlace con más instrumentos combinando tanto las conexiones Punto a Punto, y Multidrop.

La comunicación entre el multiplexor y el equipo servidor depende de las capacidades del multiplexor (RS232C, RS485, Modbus, o TCP/IP Ethernet).

**Figura 4 Multiplexor**

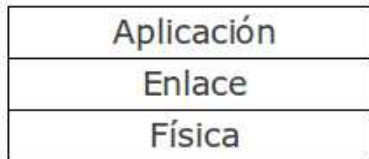


Cómo se ve en la Figura 4, el multiplexor nos permite tener varios equipos en la conexión punto a punto, en el cual la variable de proceso va en 4-20mA, para casos en los que de pronto haya un indicador en campo o cualquier otro instrumento complementario en 4-20mA. Y de igual forma pueden haber varios equipos en la conexión Multidrop, en la cual tenemos tanto la información de proceso como la información adicional digitalmente.

Es común que el computador actúe como servidor, con funciones de alto nivel y además, también cuente con una interfaz Hombre-Maquina (MHI). El multiplexor estará monitoreando constantemente los equipos en campo, y también enviando los comandos desde el servidor hacia los instrumentos.

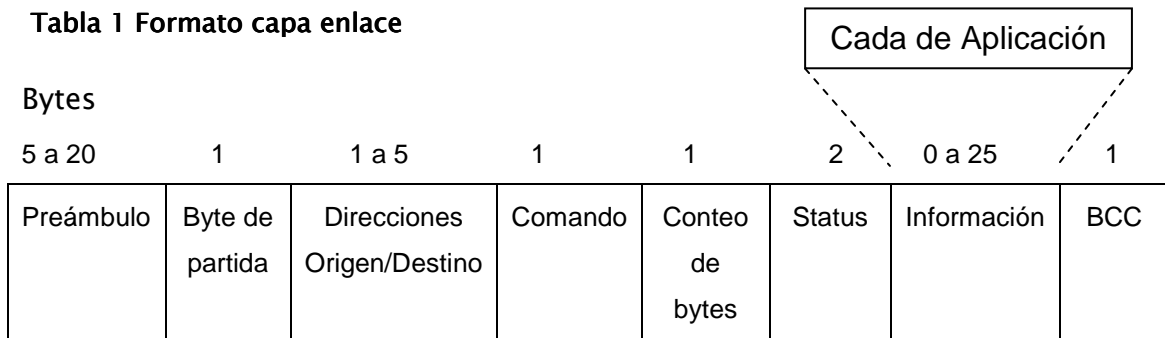
### 2.3. Trama y comandos del Protocolo HART

Las capas del protocolo HART son



#### 2.3.1. Trama de la capa Enlace

Tabla 1 Formato capa enlace



**Preámbulo:** Secuencia de puros UNOS; permite la sincronización de la trama

**Byte de Partida:** Indica el tipo de mensaje: maestra/esclava, esclava/maestra, modo “ráfaga”. Puede indicar el formato del Campo Direcciones: formato corto o formato largo.

**Direcciones:** Incluye la dirección de la Maestra (un UNO para la maestra primaria y un CERO para la maestra secundaria) y la dirección de la esclava. En formato corto la dirección de la esclava es de 4 dígitos y en formato largo de 38 dígitos (que contienen la dirección de un dispositivo en particular).

**Comando:** Contiene el comando o función específica del mensaje: Comandos Universales, Comandos Comunes y Comandos Específicos de Dispositivo.

**Conteo:** Contiene el número de Bytes de los Campos Status e Información.

**Status:** Contiene información acerca de errores de comunicación en el mensaje, el estado del comando recibido y el estado del dispositivo mismo.

**Información:** Puede estar o no presente, dependiendo del mensaje.

**BCC:** Contiene el resultado de un O-Exclusivo desde el Byte de Partida hasta Información.

### 2.3.2. Comandos HART

El Conjunto de Comandos HART está organizado en tres grupos y provee el acceso en lectura/escritura a toda la información disponible en los instrumentos de campo inteligentes. El conjunto de comando comprende tres categorías:

**Comandos Universales.** Proveen el acceso a información que es útil en las operaciones normales, por ejemplo, el fabricante del instrumento, el modelo, número de serie, rango de operación, variables físicas, etc.

**Comandos Comunes.** Proveen el acceso a funciones que pueden efectuarse en muchos dispositivos pero no en todos, como, por ejemplo, leer variables, calibración (cero, rango), iniciar autotest, valores constantes, etc.

**Comandos Específicos de Dispositivo.** Proveen el acceso a funciones que son propias de un dispositivo de campo particular, como, por ejemplo, arranque/pare/test, seleccionar variable primaria, habilitar el control PID, sintonizar el enlace, opciones especiales de calibración, etc.

En el anexo A, esta la tabla con los principales comandos.

### **3. Software y equipos utilizados en las prácticas de laboratorio.**

Para el desarrollo de estas practicas de laboratorio se utilizó el software SIMATIC PDM y el HART Server. Y se contó con 3 sensores, 2 transmisores y un display en el laboratorio de Control Automatico de la UTB.

#### 3.1. Software Utilizado

##### 3.1.1. SIMATIC PDM

Es un paquete de software destinado a la configuración, parametrización, puesta en servicio y mantenimiento de aparatos (por ejemplo, transductores de medida) así como para la configuración de redes y PCs.

Ofrece, una visualización sencilla de los valores del proceso, así como de las alarmas y demás informacion sobre el estado del aparato, tambien el soporte para la puesta en marcha y el mantenimiento mediante un programa Lifelist que detecta la configuracion de los aparatos conectados en campo automaticamente.

##### 3.1.2. HART Server

Así como el LifeList, el HART Server nos permite detectar automáticamente los equipos conectados. Está diseñado para maximizar el acceso a la información de las unidades HART y los procesos asociados en un formato de fácil acceso para una gran variedad de software de gestión.

HART Server es una aplicación en Windows que básicamente implementa las especificaciones de la fundación OPC. Diseñada para ser lo más intuitiva posible.

*“OPC es conectividad abierta vía estándares abiertos”.* OPC es todo lo relacionado con productividad y conectividad abierta en la automatización industrial y sistemas empresariales e industriales. La interoperatividad se garantiza a través de la creación y mantenimiento de las especificaciones de los estándares abiertos.

El HART server es capaz de obtener información de las unidades HART (como son el estado, parámetros de configuración, tolerancias, etc.) y provee esta información en un formato estandarizado lo que la hace accesible para todas las aplicaciones que usen los estándares OPC.

El HART server, también es muy útil en la configuración del HMI en WinCC, ya que el servidor OPC nos permite realizar la conexión entre las variables de entorno de WinCC y la lectura real de la variable que queremos monitorear. Esta conectividad es capaz de identificar los módems, multiplexores e instrumentos conectados en toda la red.

### 3.2. Equipos utilizados

#### 3.2.1. Modem Viator

El módem utilizado es el *MACTeck® Viator, USB Interface for HART® Networks*, el cual es identificado fácilmente por el HART server, y luego de realizar el escaneo, identifica también las conexiones y los equipos instalados, permitiendo el acceso a cada uno. Este módem tiene 2 conectores que se deben conectar al positivo y al negativo de la red sin importar la polaridad, ya que este módem identifica la polaridad del sistema internamente.

#### 3.2.2. Sensores

Para realizar las prácticas de laboratorio se cuentan con 3 sensores de temperatura: una termocupla y dos RTD, de las cuales una cuenta con un transmisor 4-20mA y un indicador en campo.

##### 3.2.2.1. Termocupla

La termocupla es la SIEMENS 7MC2021-4LC-Z, tipo K hecha de inconel, con un rango de 0 a 1100°C, con conector en el cabezal.



**Figura 5 Termocupla**



**3.2.2.2. RTD**

La RTD es la SIEMENS 7MC1006-5DA11, con conector en el cabezal de 3 hilos y tiene un rango de -50 a 400°C

**Figura 6 RTD**

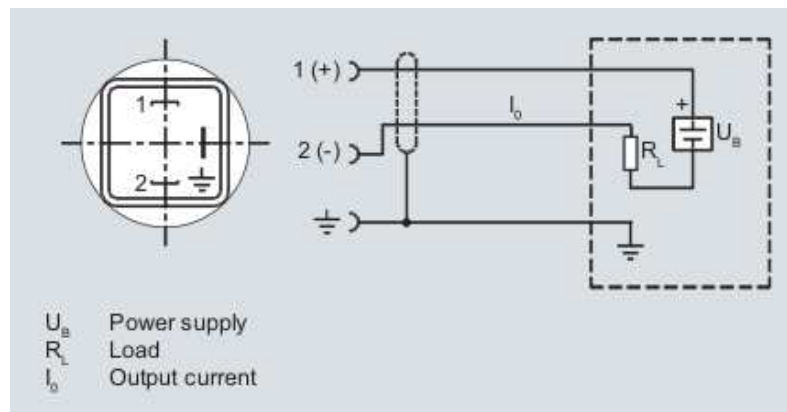


### 3.2.2.3. Sensor transmisor, RTD con indicador

La RTD con indicador es la SIEMENS TF2, Cuenta con un indicador en campo de 5 dígitos, que nos permite visualizar la medición en °C, °F, °R, K, mA ó %. Tiene un rango de -50 a 200°C.

La salida de este transmisor es una señal de lazo cerrado de 4 a 20 mA. En la figura 7 esta el diagrama de conexión.

**Figura 7 Diagrama de conexión del RTD con indicador**



**Figura 8 RTD con indicador**



### 3.2.3. Transmisores de temperatura:

#### 3.2.3.1. TH300

El transmisor TH300 puede recibir sensores de temperatura RTD en las configuraciones de 2, 3 y 4 hilos, y conexión de dos RDTs para obtener un promedio o un valor diferencial.

También recibe una termocupla para una medición normal, y dos termocuplas para obtener promedio o valor diferencial. Este transmisor TH300 puede medir resistencia, voltaje, corriente, y también tiene la opción de realizar una compensación de unión fría para las termocuplas, a través de una RTD.

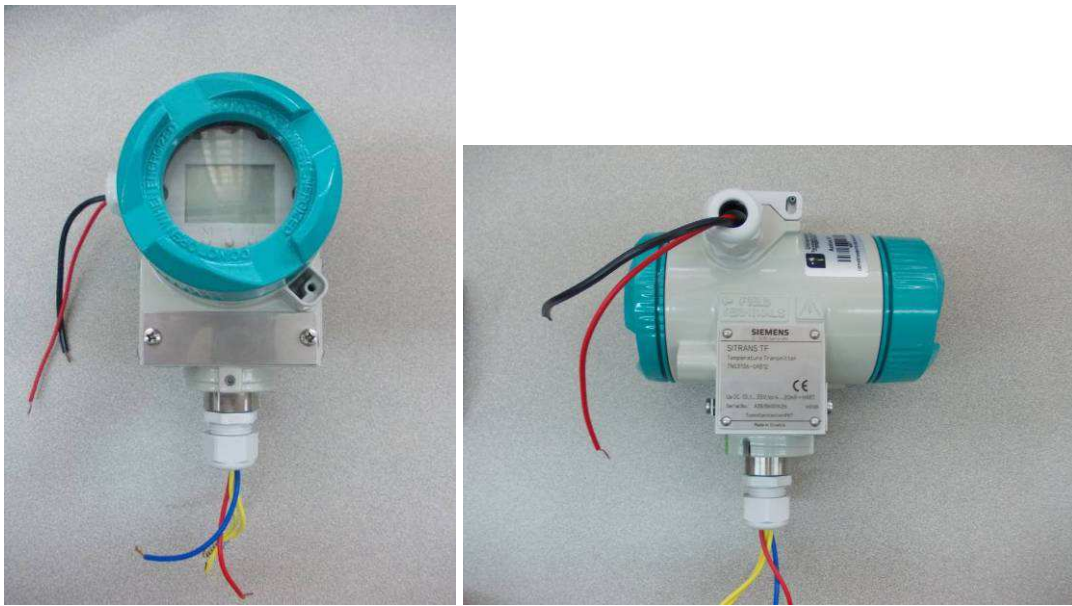
**Figura 9 Transmisor TH300**



#### 3.2.3.2. SITRANS TF

Sitrans TF, es un transmisor que en su interior cuenta con el mismo transmisor TH300 pero además cuenta con un indicador en campo y un encapsulado con protecciones IP68, para trabajar en espacios con altas temperaturas, vibraciones, humedad, polvo, y hasta sumergido a más de 1m de profundidad. Este indicador en campo, solo funciona en la conexión Punto a Punto, ya que funciona con base en la corriente, y en la conexión Multidrop, la corriente es establecida en un valor fijo de 4mA y erróneamente indica el valor más bajo del rango establecido.

**Figura 10 Transmisor SITRANS TF**



#### 3.2.4. Display

También se cuenta con el Display de temperatura, SIEMENS RD200 cuyas posibles entradas son de Corriente (4-20 mA), Voltaje (0-10 V DC), Termocupla (tipo J, K, E, T), y RTD.

Tiene una fuente interna de 24v DC, que es la que se utiliza para alimentar el lazo cerrado de las prácticas de laboratorio.

**Figura 11 Display RD200**



## **4. Práctica 1 Configuración del Software para uso con el protocolo HART.**

### 4.1. Introducción

El uso de un software como el SIMATIC PDM y el HART server, es indispensable para la implementación de cualquier sistema con el protocolo HART, debido a que cada transmisor maneja toda la información de cada instrumento y la principal forma de introducir, acceder y editar esa información, es a través de un computador con este software.

### 4.2. Objetivo

Aprender a configurar un Transmisor HART, con las especificaciones del sensor utilizado y crear una visualización en un PC a través de un modem y un entorno en WinCC.

### 4.3. Instrumentación

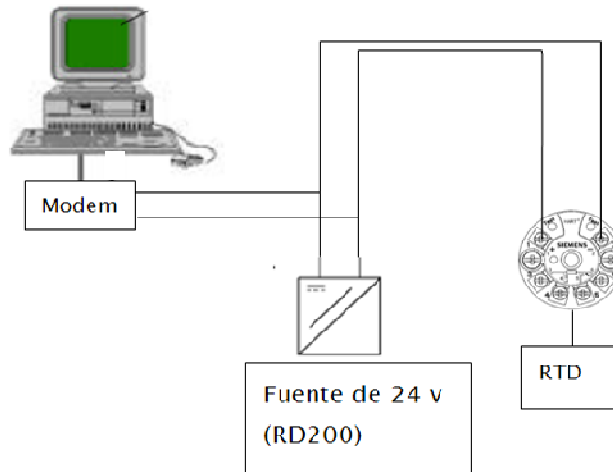
Aunque el objetivo de esta práctica es aprender a configurar el software, es indispensable realizar una conexión con los sensores, para que el software pueda indentificarlos y se pueda llevar a cabo dicha configuración de software.

- Computador con el software SIMATIC PDM, y HART server previamente instalado.
- Termocupla (Termoelemento)  
SIEMENS 7MC2021-4LC-Z  
Rango de 0 a 1100°C
- Modem  
MACTek VIATOR  
USB interface for HART network
- Transmisor  
SIEMENS TH300  
Salida HART
- Display SIEMENS SITRANS RD200 (para usar la fuente interna)

#### 4.4. Procedimiento

Primero vamos a montar la siguiente conexión:

**Figura 12 Conexión para la configuración del software**

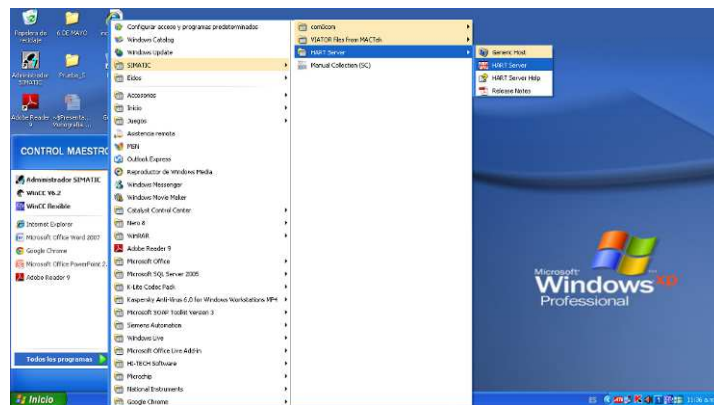


Para realizar la conexión del sensor, al final de este laboratorio se encuentra la tabla de tipos de sensores y conexiones en el TH300

##### 4.4.1. Configuración HART Server

Ejecutamos el HART Server

**Figura 13 HART server**



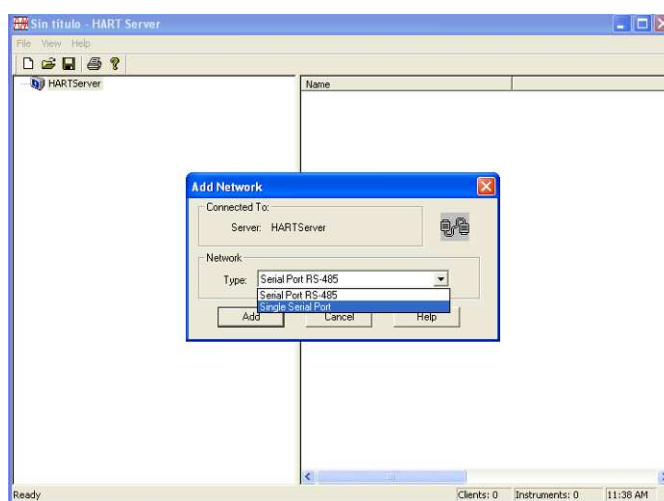
Click derecho en HART Server, seleccionamos “Add Network”

**Figura 14 "Add Network"**



Seleccionamos Single serial port

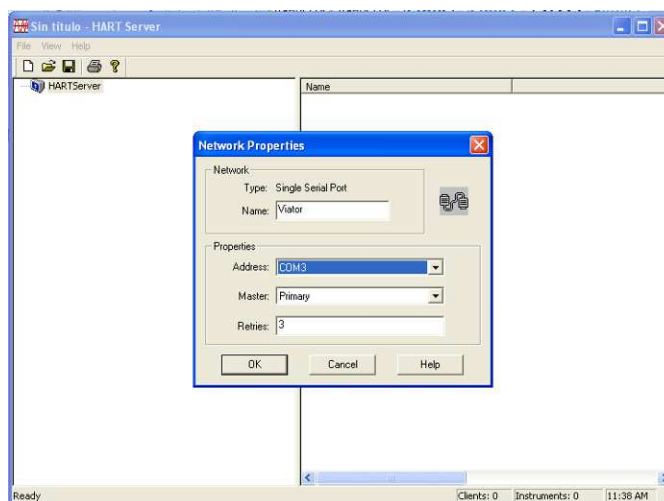
**Figura 15 "Single serial port"**



Luego asignamos un nombre al modem, y seleccionamos COM3

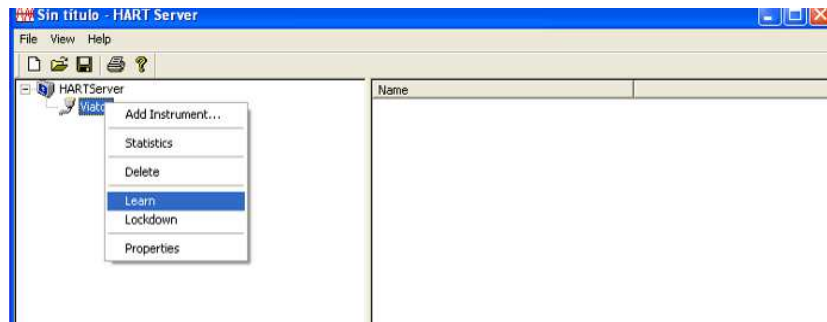
Se asignó Viator debido a que es la marca del módem, pero no es necesario.

**Figura 16 Módem**



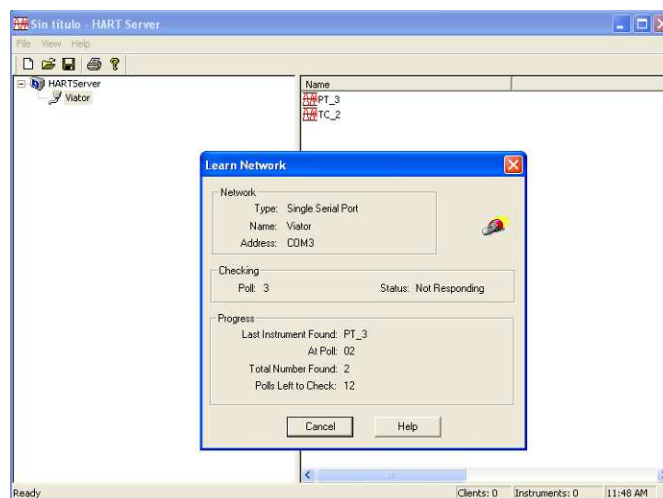
Click derecho sobre el modem que agregamos, Viator

**Figura 17 "Learn"**



Antes de iniciar el escaneo, nos recuerda que los elementos existentes se van a eliminar y se van a mostrar solo los que se encuentren en ese escaneo. Y nos pregunta si estamos seguros, a lo que le damos SI y el software realiza el escaneo

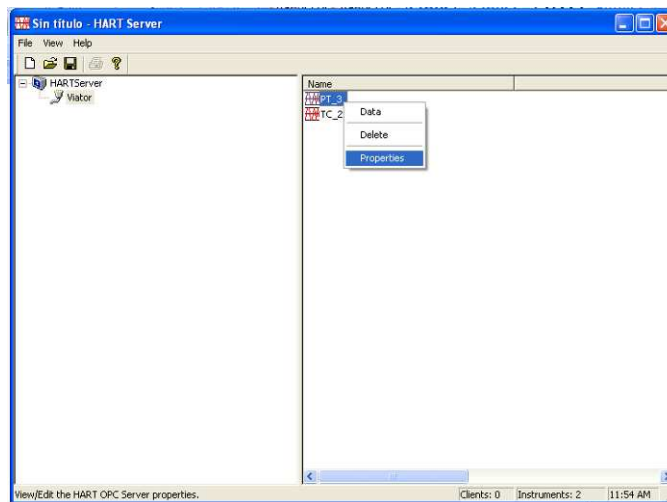
**Figura 18 HART Server escaneando**



Y podemos verificar la conexión dando click derecho sobre uno de los instrumentos y entrando a la opción Properties

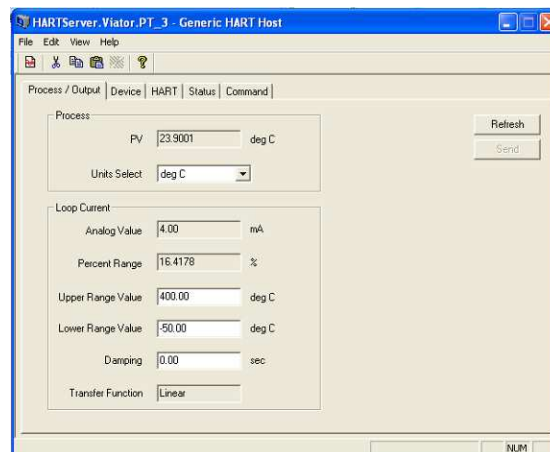


**Figura 19 Propiedades de los instrumentos**



Allí va a realizar la conexión con el instrumento y nos mostrará los principales valores del sensor

**Figura 20 Estado del Transmisor**

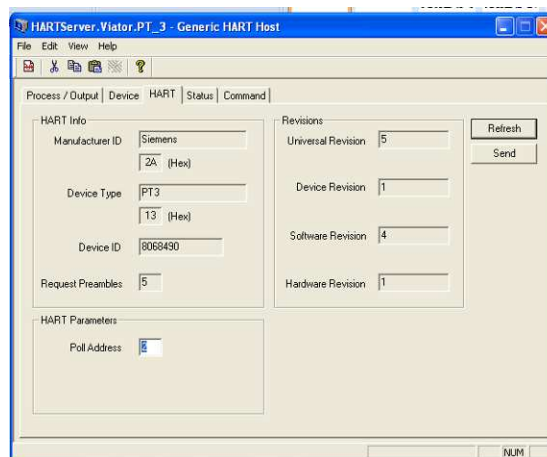


Esto significa que la conexión se ha realizado satisfactoriamente.

En la parte baja, *Loop Current*, encontramos los valores del lazo de corriente y los rangos del sensor. Debemos verificar estos rangos, ya que si no son los correctos, la medición va a ser errónea.

En la pestaña HART encontramos la parte de *Poll Adress*, que es en donde le podremos asignar una dirección al instrumento en la red HART, Ya sabemos que para usar la conexión Punto a punto debe ser 0 (cero) y en Multidrop debe ser diferente de cero y sin que se repita la misma dirección a más de un equipo.

**Figura 21 ASignar una dirección**

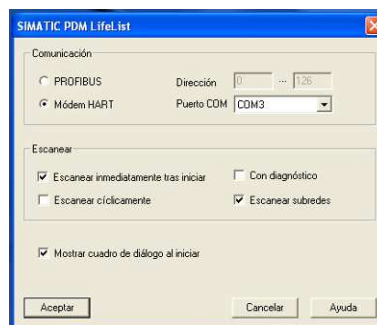


Luego de asignarle una dirección, debemos dar click en Send, para guardar la información en el instrumento.

#### 4.4.2. Configuración SIMATIC PDM

Para realizar la configuración en SIMATIC PDM, vamos a LifeList

**Figura 22 Inicio LifeList**



El life list hará un escaneo inicial, por lo que nos pregunta la comunicación, en la que seleccionamos módem HART y COM3.

El lifeList identifica automáticamente los instrumentos conectados.

El LifeList identificará también el fabricante, el tipo de aparato, entre otra información.

Figura 23 Transmisores identificados por LifeList



Dirección / TAG	Estado del apar...	Tipo de aparato	Fabricante	Rev. softw...	Familia de ...	Archivo GSD	Información
Módem HART	<COM3>	---	---	---	---	---	29/11/2011 12:22:46
1: TC_2	Ningún soporte d...	SITRANS_TH300	SIEMENS	4	Rev. HART: 5	---	Dirección larga: 2A 13
2: PT_3	Ningún soporte d...	SITRANS_TH300	SIEMENS	4	Rev. HART: 5	---	Dirección larga: 2A 13

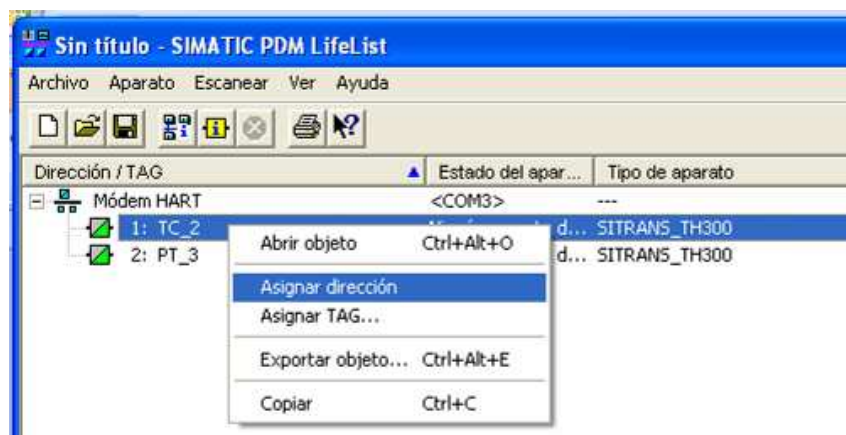
Al darle click derecho a cada instrumento podemos modificar la dirección y el TAG.

El TAG es el nombre que se le asigna a cada instrumento, es recomendable asignar un nombre de acuerdo al tipo de sensor o al tipo de variable que se está midiendo.

La dirección es el número que vemos antes del TAG.

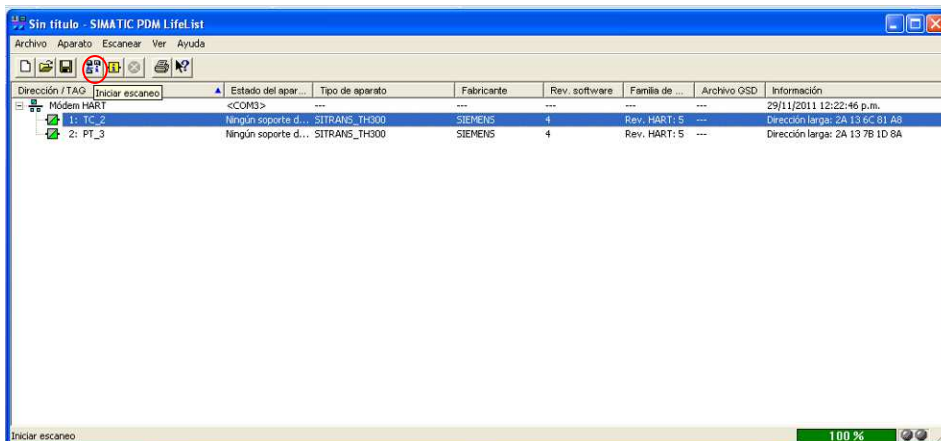
En este caso el TAG TC\_2, tiene dirección 1

Figura 24 TAGs y direcciones de los transmisores



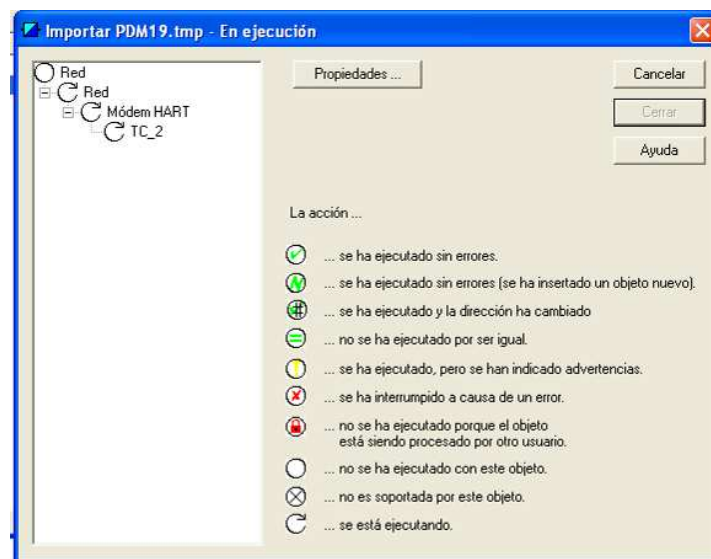
En caso de haber algún cambio en los instrumentos conectados o en el tipo de conexión, de puede realizar un escaneo dando click en el botón *Iniciar escaneo*.

Figura 25 Boton iniciar escaneo



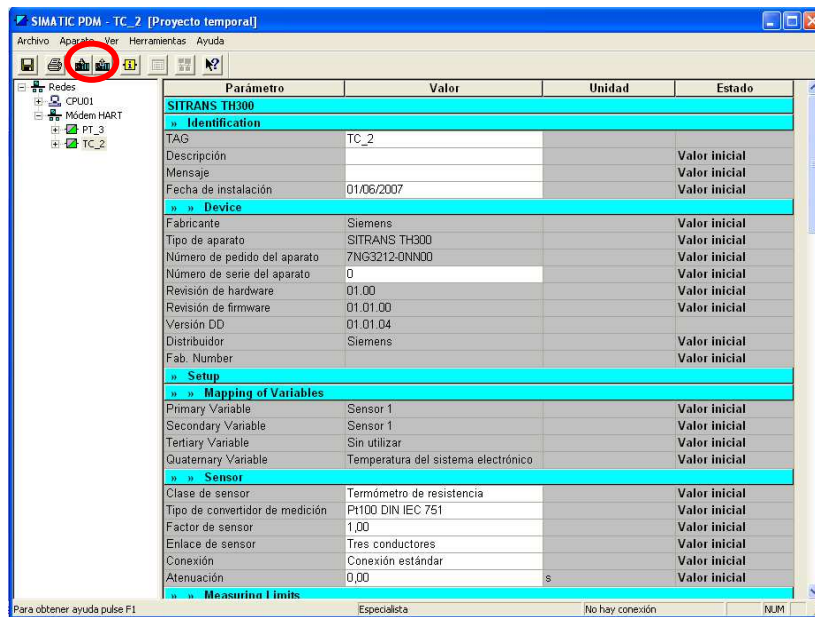
Para ingresar a la información detallada del equipo, y poder realizar cambio a través de PDM, le damos doble click al instrumento y se abrirá El Simatic PDM, que al iniciar realizara como una evaluación del estado de los equipos y de su información.

Figura 26 Abriendo SIMATIC PDM



Y luego nos mostrará lo siguiente

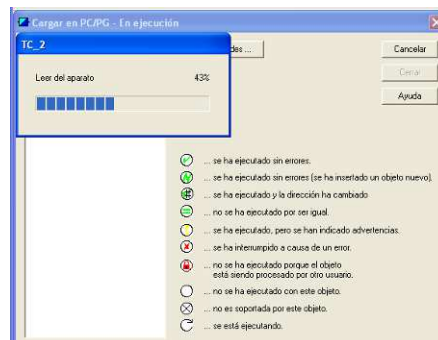
Figura 27 Botones para cargar la información



En la parte superior están los botones Cargar en PG/PC y Cargar en Equipo. Estos nos sirven para leer la información del instrumento, y para guardar la información editada en el instrumento respectivamente.

Así que para leer la información actual, damos click en *Cargar en PG/PC*.

Figura 28 Cargando en PC



En la parte derecha, encontramos Setup, y allí las secciones *Sensor* y *Digital Output Scaling* en donde podremos editar la información del tipo de sensor y los respectivos rangos.

Se puede notar que una vez que se han leído los instrumentos, la cuarta columna *Estado* pasa de “*Valor Inicial*” a “*cargado*”.

Figura 29 SIMATIC PDM

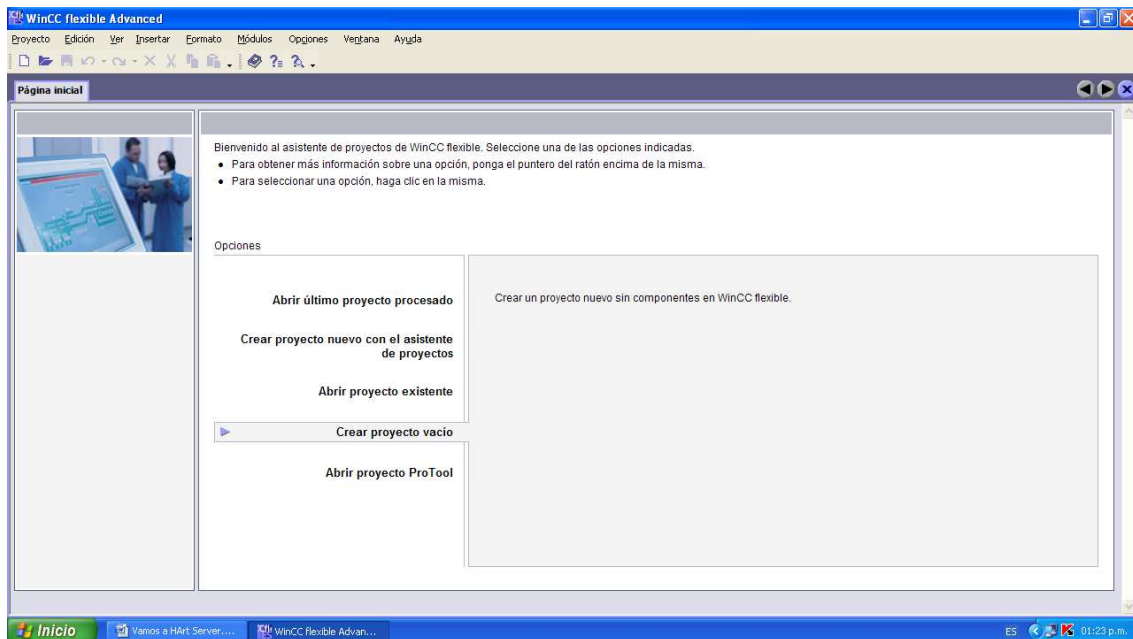
Parámetro	Valor	Unidad	Estado
<b>» » Setup</b>			
<b>» » Mapping of Variables</b>			
Primary Variable	Sensor 1		cargado
Secondary Variable	Sensor 1		cargado
Tertiary Variable	Sin utilizar		cargado
Quaternary Variable	Temperatura del sistema electrónico		cargado
<b>» » Sensor</b>			
Clase de sensor	Termoelemento		cargado
Tipo de convertidor de medición	Tipo K		cargado
Factor de sensor	1		cargado
Enlace de sensor	Dos conductores		cargado
Conexión	Conexión estándar		cargado
Atenuación	0,00	s	cargado
<b>» » Cold Junction Compensation</b>			
Tipo de compens. de los puntos d	Interno		cargado
<b>» » Measuring Limits</b>			
Límite inferior del sensor	-200,00	°C	cargado
Límite superior del sensor	1370,00	°C	cargado
Escala de medición mín.	50,00	°C	cargado
<b>» » Digital Output Scaling</b>			
Unidad	°C		cargado
Inicio de medición	0,00	°C	cargado
Final de medición	1100,00	°C	cargado
Desviación sensor 1	0,0000	°C	cargado
<b>» » Current Output Scaling</b>			
Punto final inferior, salida analógi	3,80	mA	cargado
Punto final superior, salida analógi	20,50	mA	cargado
Valor de alarma	22,80	mA	cargado
<b>» » Linearisation</b>			
Tipo de linealización	Lineal con temperatura		cargado

Al terminar cualquier modificación es indispensable dar click en *Cargar en Equipo*, porque de lo contrario, se perderá cualquier cambio que hayamos hecho.

#### 4.4.3. Configuración de WinCC

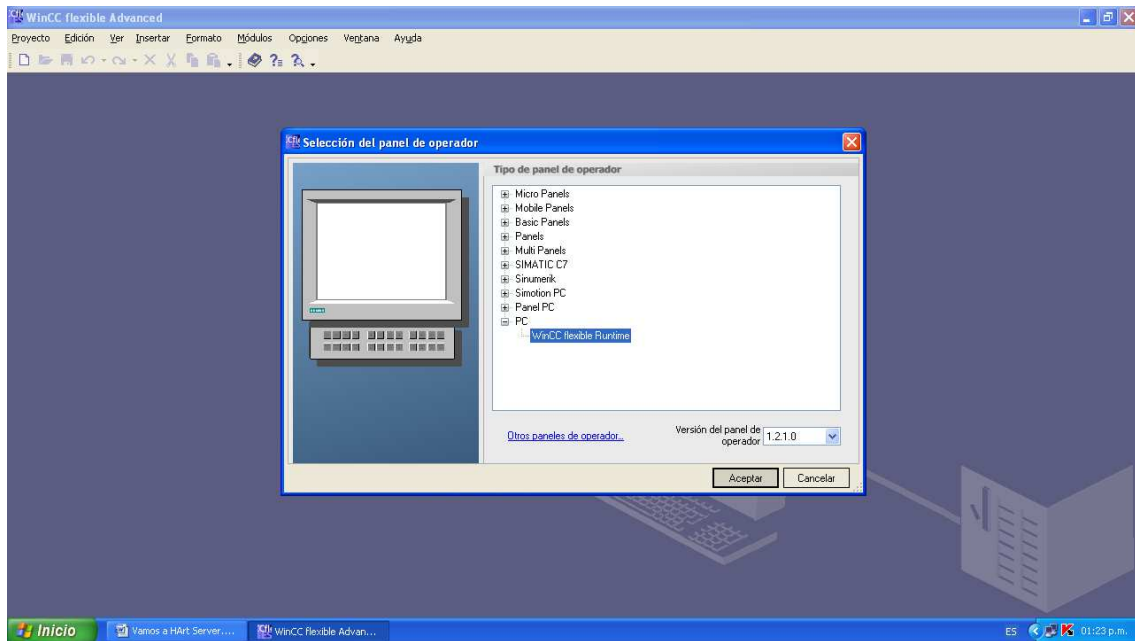
Para la configuración en WinCC seleccionamos “Crear proyecto Vacío”

Figura 30 WinCC



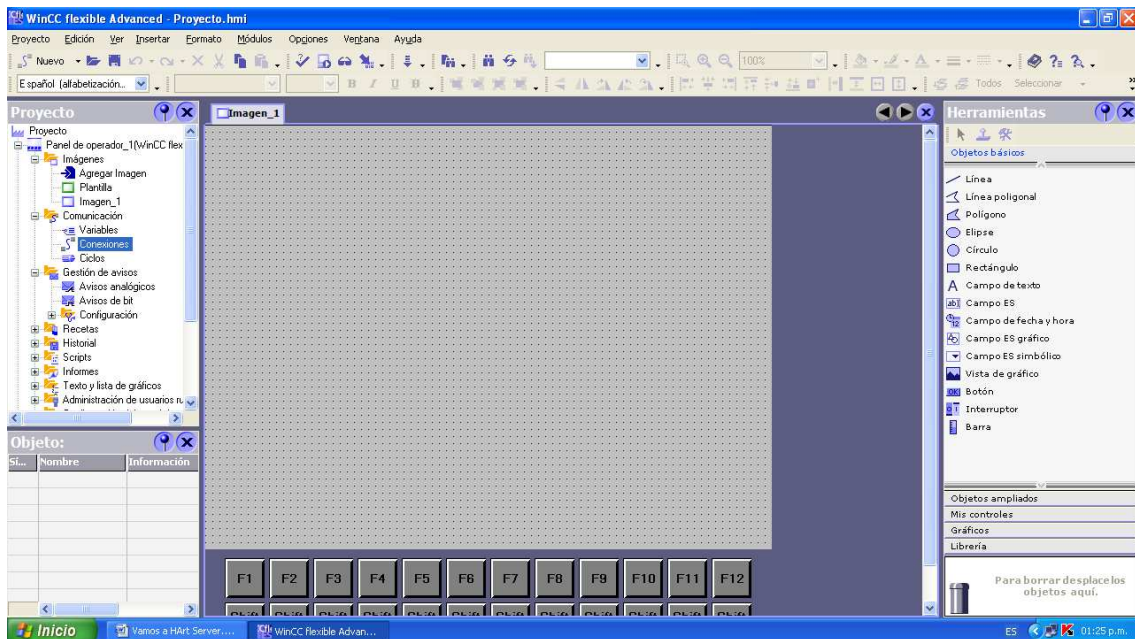
Seleccionamos WinCC flexible Runtime

Figura 31 Panel del operador



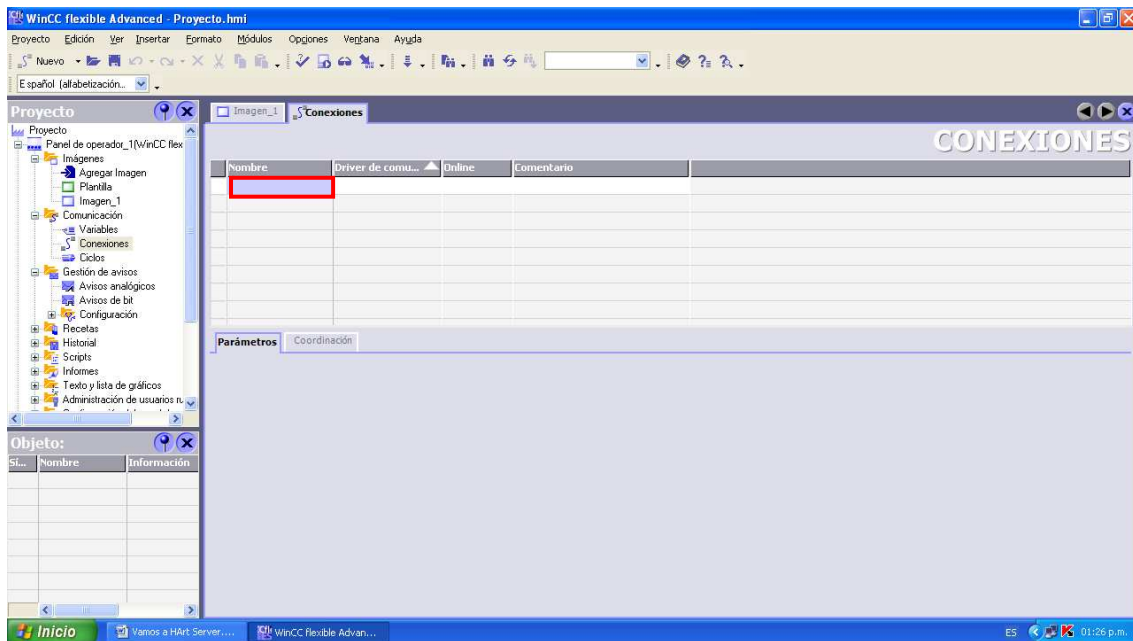
En la parte de la izquierda, hacemos doble click en Conexiones

Figura 32 Conexiones



Luego click en la primera celda para agregar una conexión.

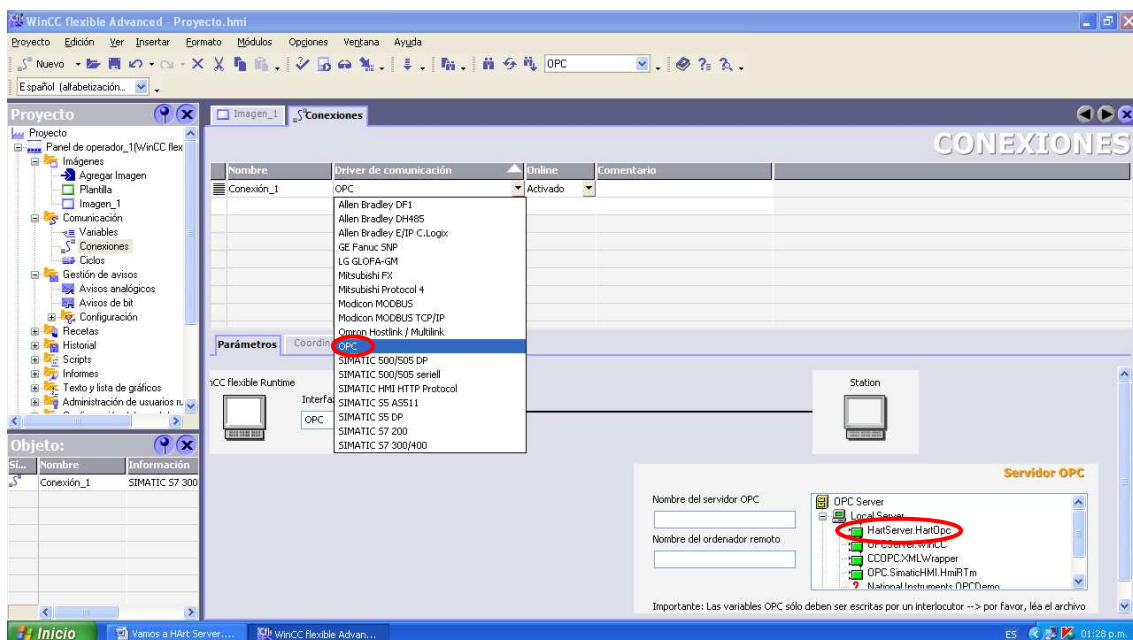
Figura 33 Creando una conexión



En driver de comunicación seleccionamos OPC

Y luego en la parte baja seleccionamos HartServer.HartOpc

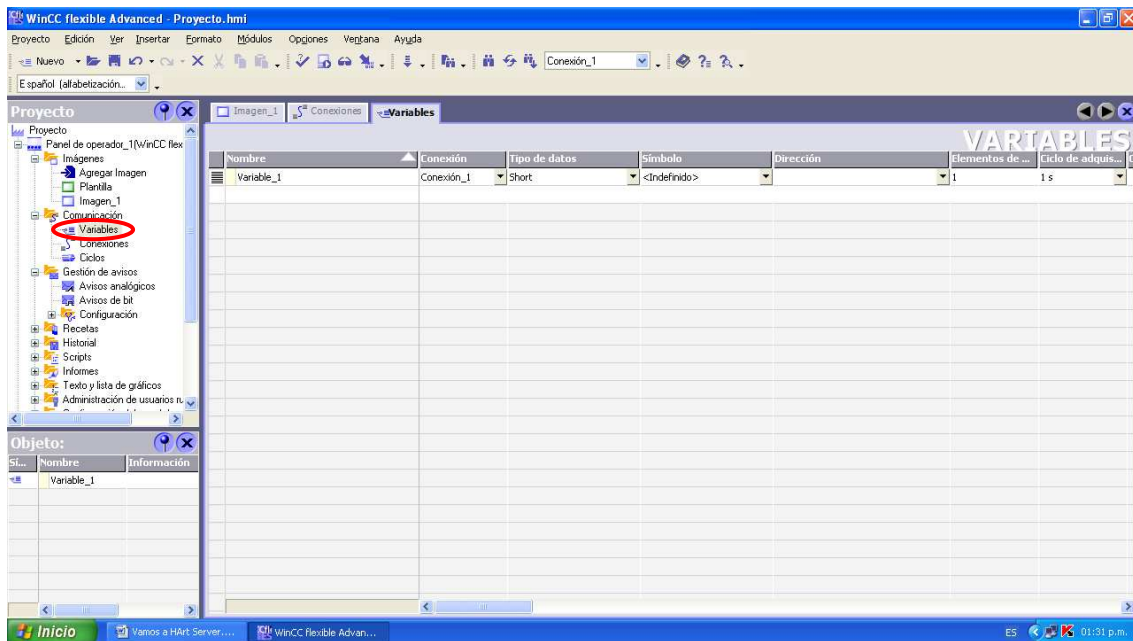
Figura 34 Configurando la conexión



Luego en la izquierda hacemos doble click en variables y click en la primera celda para crear una variable. En la columna conexión ya debe estar el nombre se la conexión que acabamos de crear.



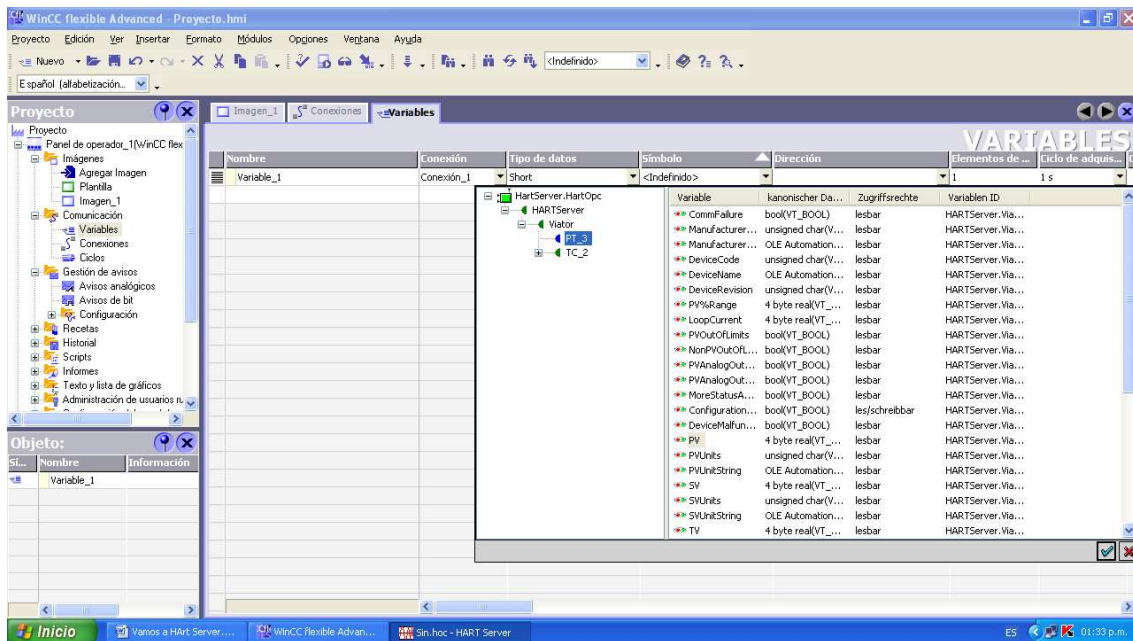
Figura 35 Variables



Desplegamos en la columna símbolo y allí veremos HartServer.HartOpc, en donde podemos explorar hacia HartServer, luego el nombre del módem (Viator), luego los instrumentos conectados, y en cada instrumento las variables disponibles gracias al protocolo HART.

Para seleccionar la variable de Proceso, buscamos PV y luego hacemos click en

Figura 36 Configurando una variable



Para verificar que la conexión entra la variable de WinCC y la variable de proceso se hizo correctamente, en la columna dirección debe quedar lo siguiente:

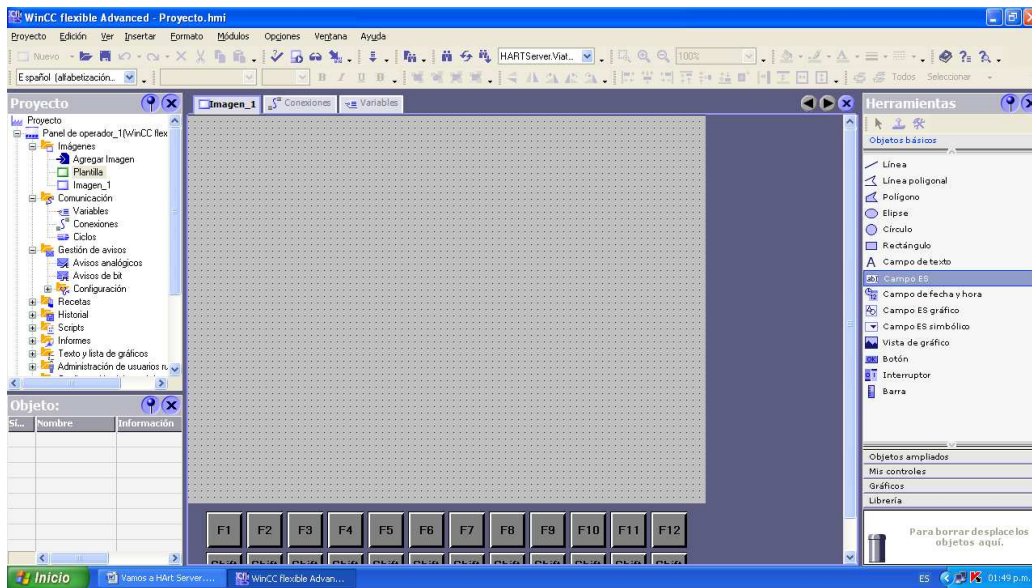
HARTServer.Viator.PT\_3.PV

En donde tenemos el servidor Hart, punto, El nombre del modem, punto, el TAG del instrumento, punto, PV

Luego para realizar la interfaz grafica en la izquierda hacemos doble click a *Imagen* y allí vamos a insertar un Cuadro ES.

Hacemos click en la derecha en Campo ES, y luego click en el campo gris del medio.

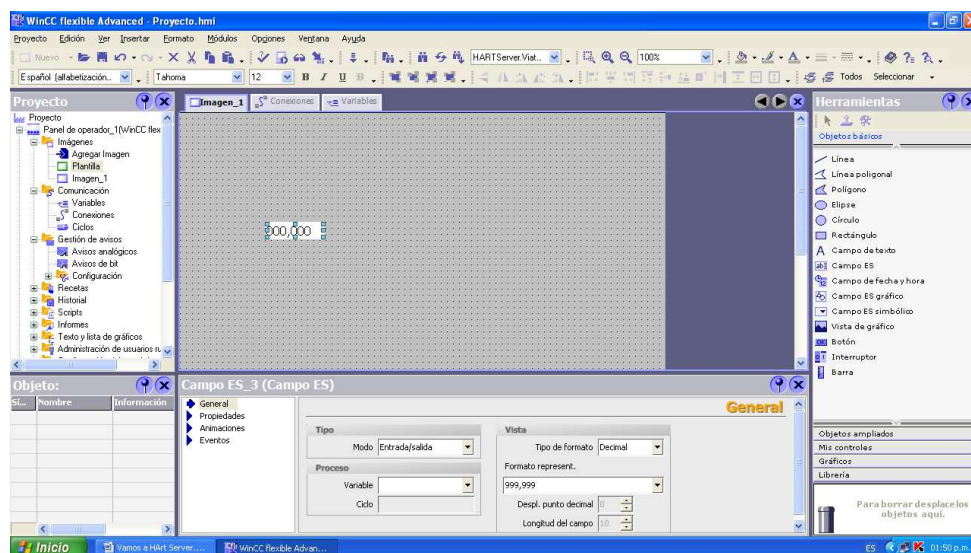
Figura 37 Campo ES



Y al hacer doble click en el recuadro que acabamos de crear, abajo nos van a salir las propiedades de este cuadro.

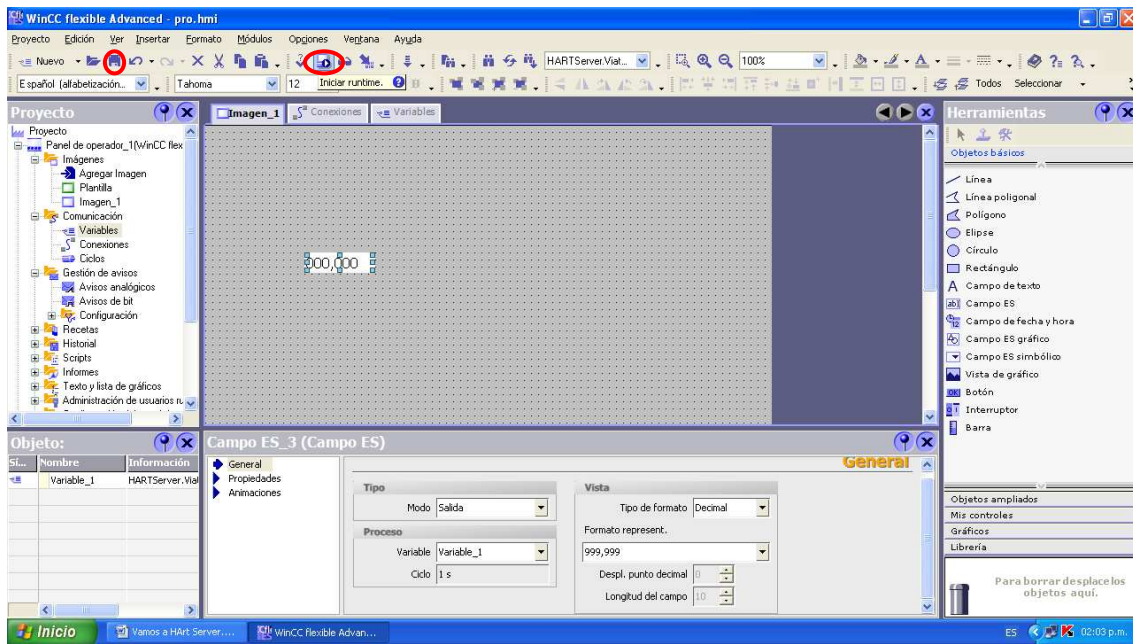
Allí vamos a configurar como campo de Salida, la variable de WinCC que ya hayamos conectado con el sensor que deseamos. Y también configuramos el formato numérico de cómo queremos que se muestre el valor deseado.

Figura 38 Configurando Campo ES



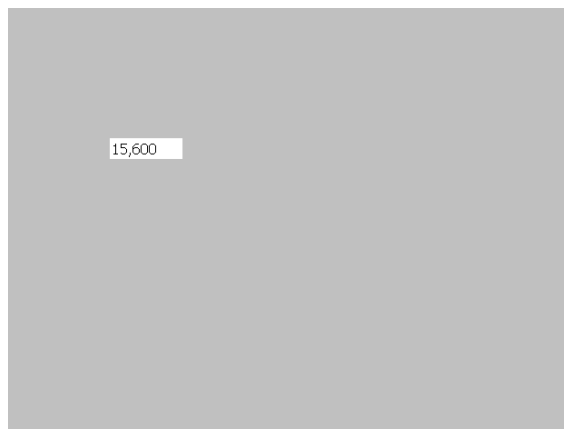
Guardamos el proyecto y luego podemos ejecutar el Runtime

Figura 39 Guardar y ejecutar Runtime



Y nos mostrara lo siguiente:

Figura 40 Visualizacion básica en WinCC



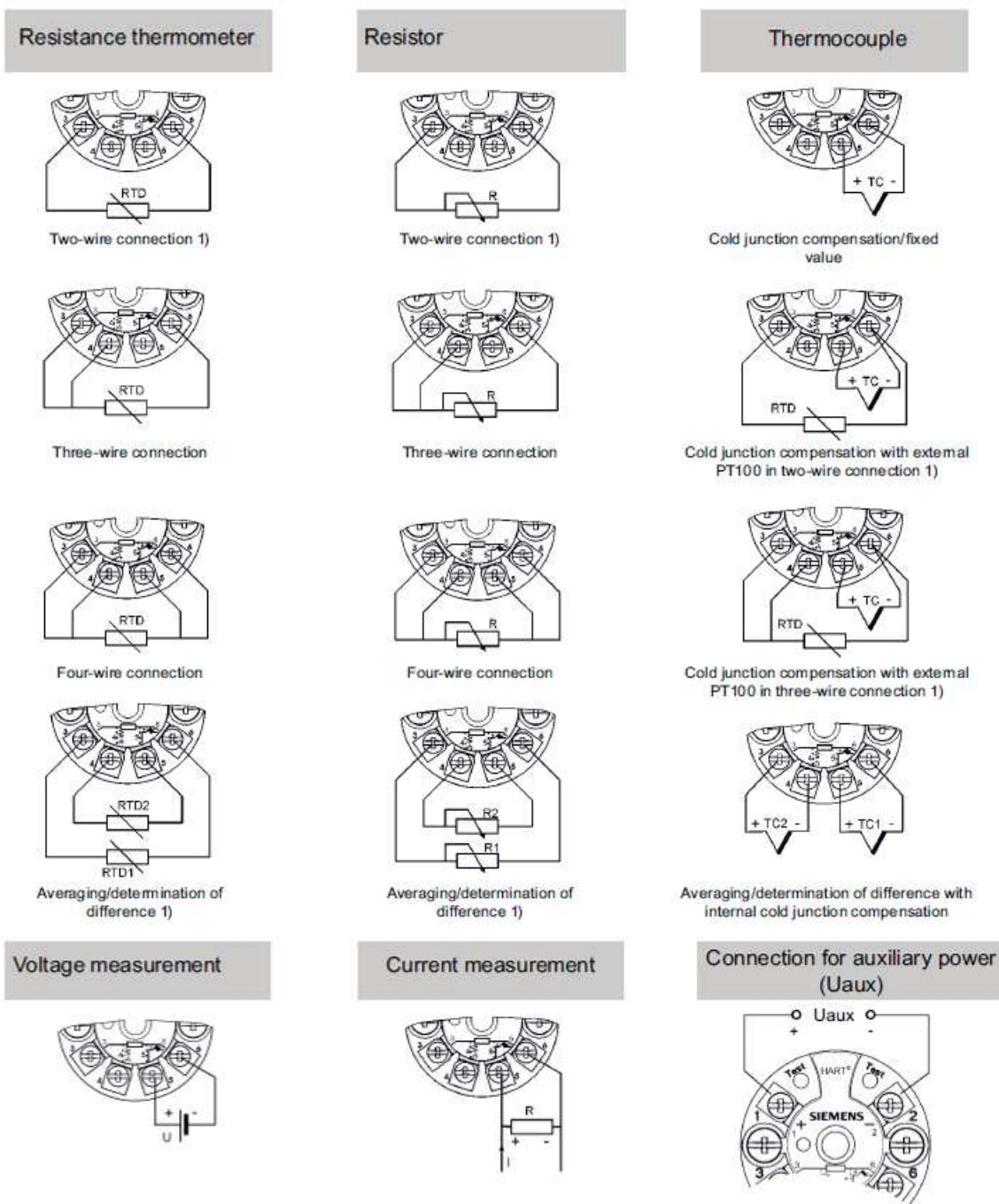
Esto significa que ya tenemos bien configurado el entorno grafico de WinCC. Para salir de ahí, presionamos Alt+F4.

También se puede ingresar un campo de texto para indicar a qué sensor corresponde cada variable, e incluso se pueden agregar indicadores gráficos para monitorear el estado de las variables del proyecto.

#### 4.5 Actividades Propuestas

1. Realice el cambio de dirección de los instrumentos tanto en Hart Server como en SIMATIC PDM.
2. En SIMATIC PDM, cambie el rango de un sensor y evalúe su funcionalidad en WinCC
3. En WinCC utilice la herramienta Vista de Gráfico, para crear una gráfica de cómo varía la temperatura en el tiempo. Esta Herramienta se configura de manera similar al Campo ES.

Tabla 2 Conexiones para el transmisor TH300



Tomada de la hoja de datos del transmisor TH300

## 5. Práctica 2 Visualización de los sensores de temperatura en un display

### 5.1. Introducción

El display de temperatura es de uso frecuente y gran utilidad, debido a que en la industria son muy utilizados los sensores ciegos, que no tienen display integrado, y estos display auxiliares nos permiten visualizar en campo la temperatura deseada e incluso algunos modelos permiten programar alarmas y abrir ó cerrar relevos.

### 5.2. Objetivo

Aprender a configurar un display SITRANS RD200 para ser utilizado con sensores de temperatura tipo RTD, Termocuplas, y con una entrada 4-20mA.

### 5.3. Instrumentación

- Termómetro de resistencia o RTD (3 hilos)  
SIEMENS 7MC1006-5DA11  
Rango de -50 a 400°C
- Termocupla (Termoelemento)  
SIEMENS 7MC2021-4LC-Z  
Rango de 0 a 1100°C
- Sensor y Transmisor de temperatura con indicador digital  
SIEMENS SITRANS TF2 7NG3140  
Sensor pt100 con rango de -50 a 200°C  
Salida 4 a 20 mA
- Display de temperatura  
SIEMENS SITRANS RD200  
Entradas 4 a 20 mA, RTD y Termocupla.
- Juego de bombillos de 100 Vatios

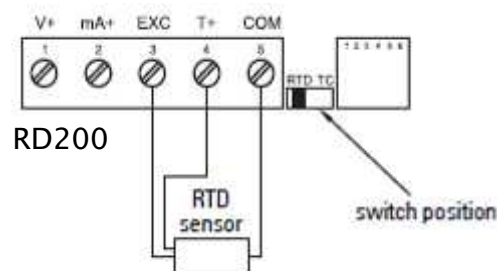
## 5.4. Procedimiento

Para este laboratorio realizaremos todas las conexiones en la parte posterior del display RD200. Este sensor debe ser alimentado a través de una conexión a la red local de 110v 60Hz.

### 5.4.1. RTD

Para la instalación del RTD realizaremos la siguiente conexión, asegurándonos que el switch este en la posición de RTD.

**Figura 41 Conexión para RTD**




Para poder visualizar el valor de la temperatura percibida por el sensor, debemos configurar el display, para sensor tipo RTD:

1. Presione Menu para entrar al modo de programación. Se mostrará *SEtu*
2. Presione Enter para acceder al modo de Configuración. Se mostrará *inPT*
3. Presione Enter para acceder al menú de Entradas
4. Presione Arriba para desplazarse por las opciones; 4-20, 0-10, tC, rtd.
5. Cuando se muestre rtd presione Enter .
6. El display muestra A385 ó A392. Seleccione el coeficiente acorde con el sensor RTD, ya sea 0.00385 (curva europea) o 0.00392 (curva americana).
- Presione Enter para aceptar su selección. Se mostrará F C.
7. Presione Enter para ajustar si es Fahrenheit ó Celsius.
8. Presione Arriba para desplazarse por las opciones.



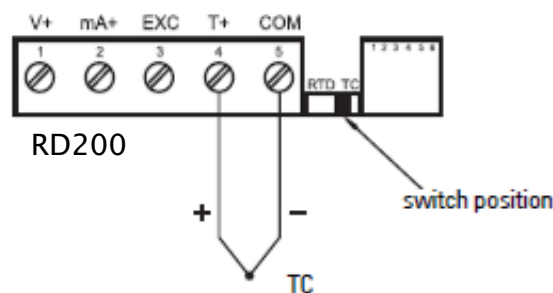
9. Presione Enter  para aceptar su selección.

10. Presione Menu  para regresar al modo normal.


#### 5.4.2. Termocupla


Para la instalación de la termocupla realizaremos la siguiente conexión, asegurándonos que el switch este en la posición de TC.

Figura 42 Conexión para Termocupla




Para poder visualizar el valor de la temperatura percibida por el sensor, debemos configurar el display, para sensor tipo TC:

1. Presione Menu  para entrar al modo de programación. Se mostrará *SEtu*

2. Presione Enter  para acceder al modo de Configuración. Se mostrará *inPT*





3. Presione Enter  para acceder al menú de Entradas

4. Presione Arriba  para desplazarse por las opciones; 4-20, 0-10, tC, rtd.

5. Cuando se muestre tC presione Enter  .

6. Presione Arriba  hasta que se muestre *1 H.*

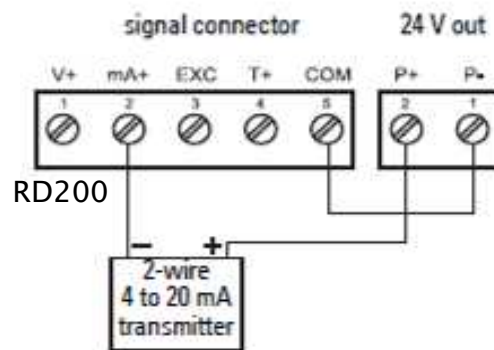
7. Presione Enter  para aceptar su selección. Se mostrará *F C.*

8. Presione Enter  para ajustar si es Fahrenheit ó Celsius.
9. Presione Arriba  para desplazarse por las opciones.
10. Presione Enter  para aceptar su selección.
11. Presione Menu  para regresar al modo normal.







#### 5.4.3. Sensor y Transmisor de temperatura con indicador

Para la instalación del Sensor y Transmisor de temperatura con indicador digital realizaremos la siguiente conexión:

**Figura 43 Conexión para 4-20mA**



Este sensor requiere una alimentación adicional, por lo que utilizaremos la fuente interna del display RD200.

1. Presione Menu  para entrar al modo de programación. Se mostrará *SEtu*
2. Presione Enter  para acceder al modo de Configuración. Se mostrará *inPT*
3. Presione Enter  para acceder al menú de Entradas
4. Presione Arriba  para desplazarse por las opciones; *4-20, 0-10, tC, rtd.*
5. Cuando se muestre *4-20* presione Enter  .
6. Presione Menu  para regresar al modo normal.

### 5.5 Actividad Propuesta.

Con la ayuda de los bombillos, trate de incrementar la temperatura en 2 grados sobre la medida a temperatura ambiente, mida el tiempo que lleva cada sensor para lograrlo y saque sus conclusiones.

## **6. Práctica 3 Configuración del protocolo HART en conexión Punto A Punto**

### 6.1. Introducción

En este laboratorio se va a configurar un transmisor HART, con diferentes clases de sensores de temperatura. Se va a realizar la conexión Punto a punto, lo que significa que se va a conectar un sensor a la vez, y de esta forma se va a manejar la información de la variable de proceso, en el lazo cerrado de 4 a 20 mA y la información del tipo de sensor y los rangos, de manera digital.

### 6.2. Objetivo

Aprender a configurar el transmisor TH300 para ser utilizado con sensores de temperatura tipo RTD, Termocuplas y con una entrada de 4-20mA. En una conexión Punto a Punto, para luego ser visualizado en el computador, a través de un módem HART-USB, con una interfaz en WinCC.

### 6.3. Instrumentación

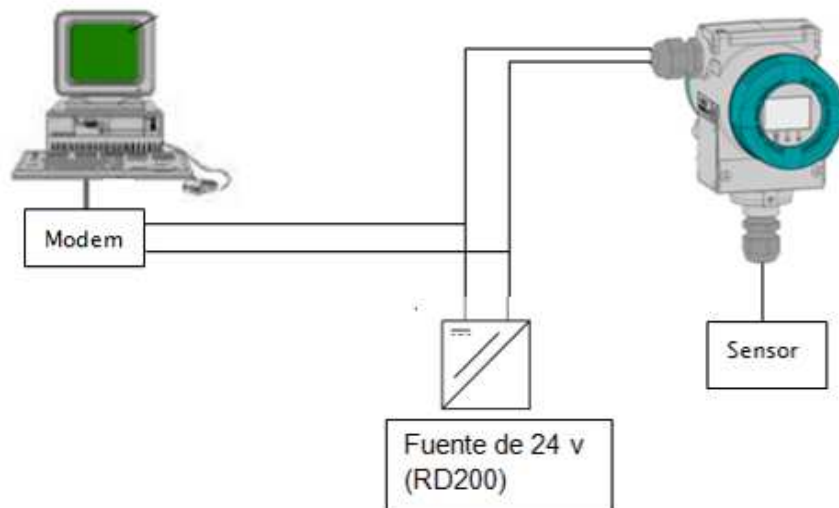
- Computador con el software SIMATIC PDM, y HART server previamente instalado.
- Termómetro de resistencia o RTD (3 hilos)  
1 pt100 SIEMENS 7MC1006-5DA11  
Rango de -50 a 400°C
- Termocupla (Termoelemento)  
SIEMENS 7MC2021-4LC-Z  
Rango de 0 a 1100°C
- Transmisor de temperatura con indicador digital  
SIEMENS SITRANS TF2 7NG3140  
Sensor pt100, rango de -50 a 200°C  
Salida 4 a 20 mA
- Modem  
MACTek VIATOR  
USB interface for HART network
- Transmisor de temperatura / Indicador de campo  
SITRANS TF

- Una resistencia de menos de 50  $\Omega$
- Una fuente de voltaje DC, externa a los equipos del banco.

#### 6.4. Procedimiento

Realice el siguiente montaje:

**Figura 44 Conexión Punto a Punto**

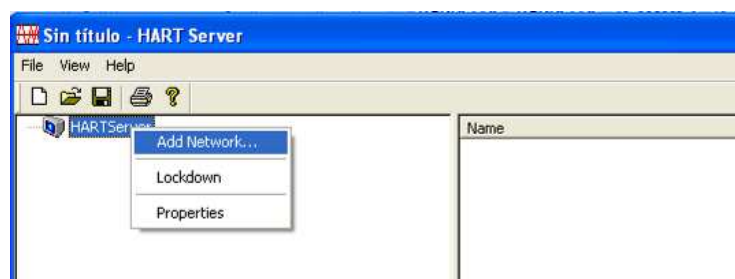


*Nota: Como vamos a conectar un solo sensor a la vez, el bloque "Sensor" hace referencia al sensor que se vaya a trabajar en cada parte del laboratorio. Al final de este laboratorio esta la tabla de tipos de sensor y de conexiones en el transmisor.*

##### 6.4.1. Configuración en HART Server

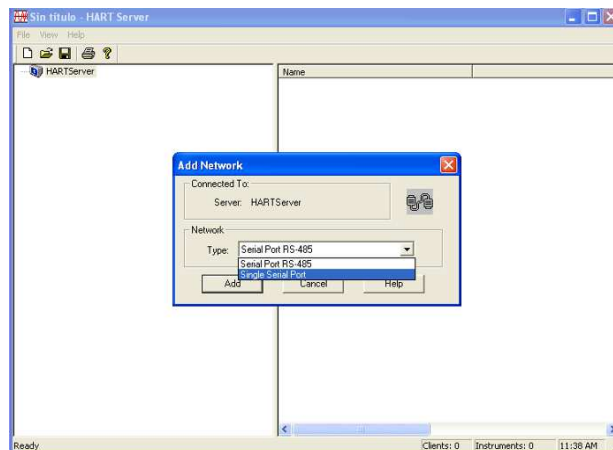
Ejecutamos el **HART Server**, hacemos click derecho en "HART Server" y seleccionamos "Add Network"

**Figura 45 "Add Network"**



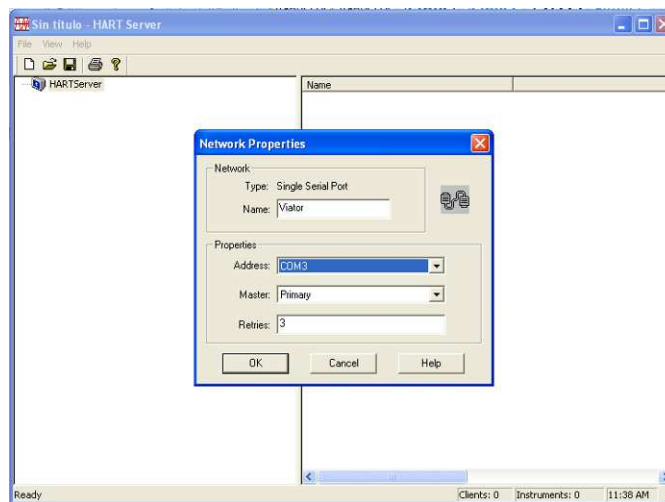
Seleccionamos Single serial port

**Figura 46 "Single serial port"**



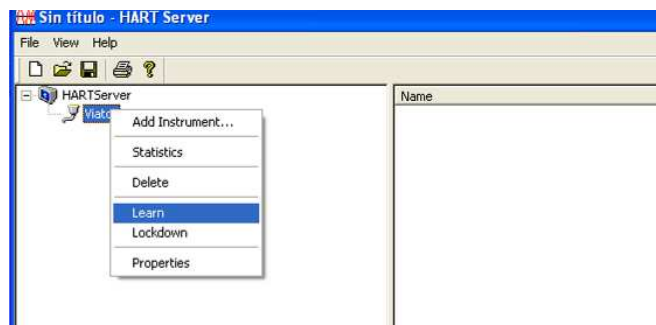
Luego asignamos un nombre al modem, y seleccionamos COM3

**Figura 47 Módem**



Click derecho sobre el modem que agregamos (Viator), y damos click en *Learn*

**Figura 48 "Learn"**



El software realiza el escaneo y allí debe aparecer el instrumento que está conectado, tal vez con un TAG (nombre) referente al tipo de sensor.

#### 6.4.2. Configuración SIMATIC PDM

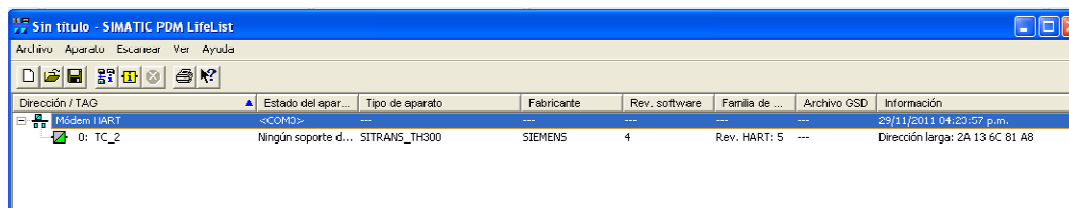
Para la configuración en SIMATIC PDM, abrimos el LifeList, éste también hará un escaneo inicial, por lo que nos pregunta la comunicación, en la que seleccionamos módem HART y COM3.

**Figura 49 Inicio LifeList**



El lifeList identifica automáticamente el instrumento conectado. El LifeList identificará también el fabricante, el tipo de aparato, entre otra información.

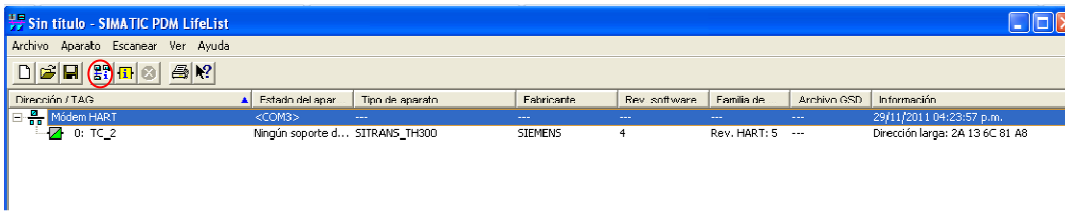
**Figura 50 Transmisores identificados por LifeList**



Al darle click derecho al instrumento podemos modificar la dirección y el TAG. Para esta práctica de Punto a punto, la dirección de cada instrumento debe ser cero.

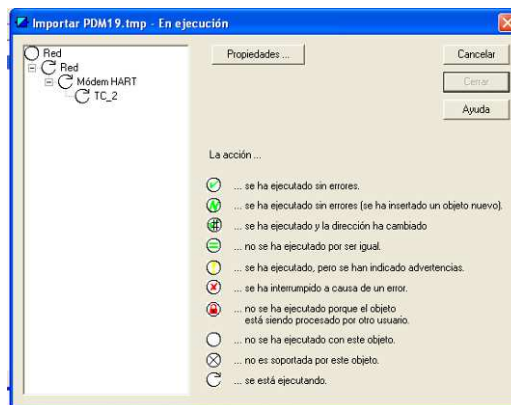
En caso de haber algún cambio en los instrumentos conectados o en el tipo de conexión, se puede realizar un escaneo dando click en el botón *Iniciar escaneo*.

**Figura 51 Boton iniciar escaneo**



Para ingresar a la información detallada del equipo, y poder realizar cambio a través de PDM, le damos doble click al instrumento y se abrirá El Simatic PDM, que al iniciar realizara como una evaluación del estado de los equipos y de su información.

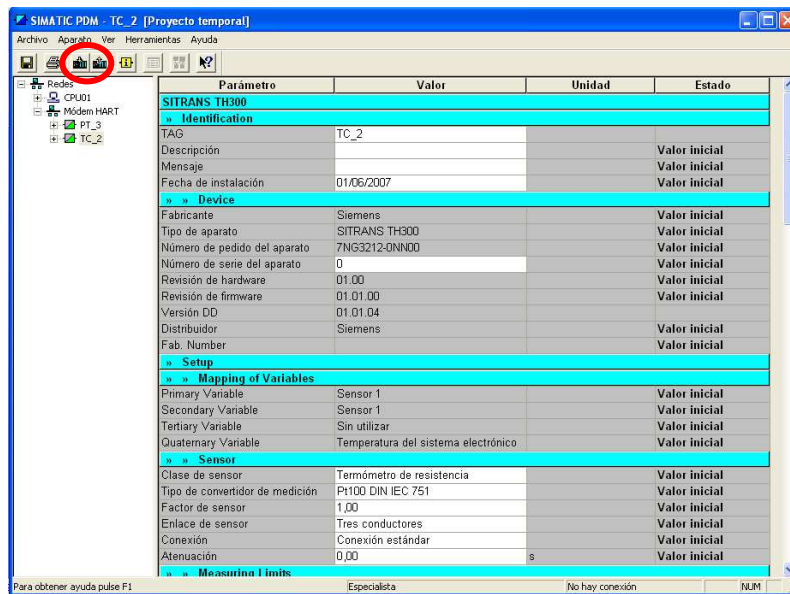
**Figura 52 Abriendo SIMATIC PDM**



Y luego nos mostrará lo siguiente

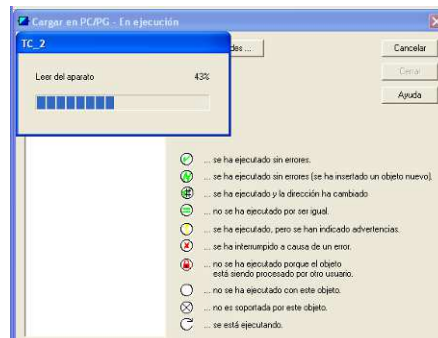


Figura 53 Botones para cargar la información



Para leer la información actual, damos click en *Cargar en PG/PC*.

Figura 54 Cargando en PC



En la parte derecha, encontramos Setup, y allí las secciones *Sensor* y *Digital Output Scaling* en donde podremos editar la información del tipo de sensor y los respectivos rangos.

Figura 55 SIMATIC PDM

Parámetro	Valor	Unidad	Estado
<b>» » Setup</b>			
<b>» » Mapping of Variables</b>			
Primary Variable	Sensor 1		cargado
Secondary Variable	Sensor 1		cargado
Tertiary Variable	Sin utilizar		cargado
Quaternary Variable	Temperatura del sistema electrónico		cargado
<b>» » Sensor</b>			
Clase de sensor	Termoelemento		cargado
Tipo de convertidor de medición	Tipo K		cargado
Factor de sensor	1		cargado
Enlace de sensor	Dos conductores		cargado
Conexión	Conexión estándar		cargado
Atenuación	0,00	s	cargado
<b>» » Cold Junction Compensation</b>			
Tipo de compens. de los puntos d	Interno		cargado
<b>» » Measuring Limits</b>			
Límite inferior del sensor	-200,00	°C	cargado
Límite superior del sensor	1370,00	°C	cargado
Escala de medición mín.	50,00	°C	cargado
<b>» » Digital Output Scaling</b>			
Unidad	°C		cargado
Inicio de medición	0,00	°C	cargado
Final de medición	1100,00	°C	cargado
Desviación sensor 1	0,000	°C	cargado
<b>» » Current Output Scaling</b>			
Punto final inferior, salida analógic	3,80	mA	cargado
Punto final superior, salida analógic	20,50	mA	cargado
Valor de alarma	22,80	mA	cargado
<b>» » Linearisation</b>			
Tipo de linealización	Lineal con temperatura		cargado

En esta parte del laboratorio es donde se ingresa la información de cada sensor. Y como esta práctica es de tipo Punto a Punto, vamos a realizar la conexión con cada sensor de manera independiente.

Primero ingresaremos la información de RTD, y luego de terminar todo el proceso, repetimos todo con la información de la termocupla y despues con la del Transmisor con indicador.

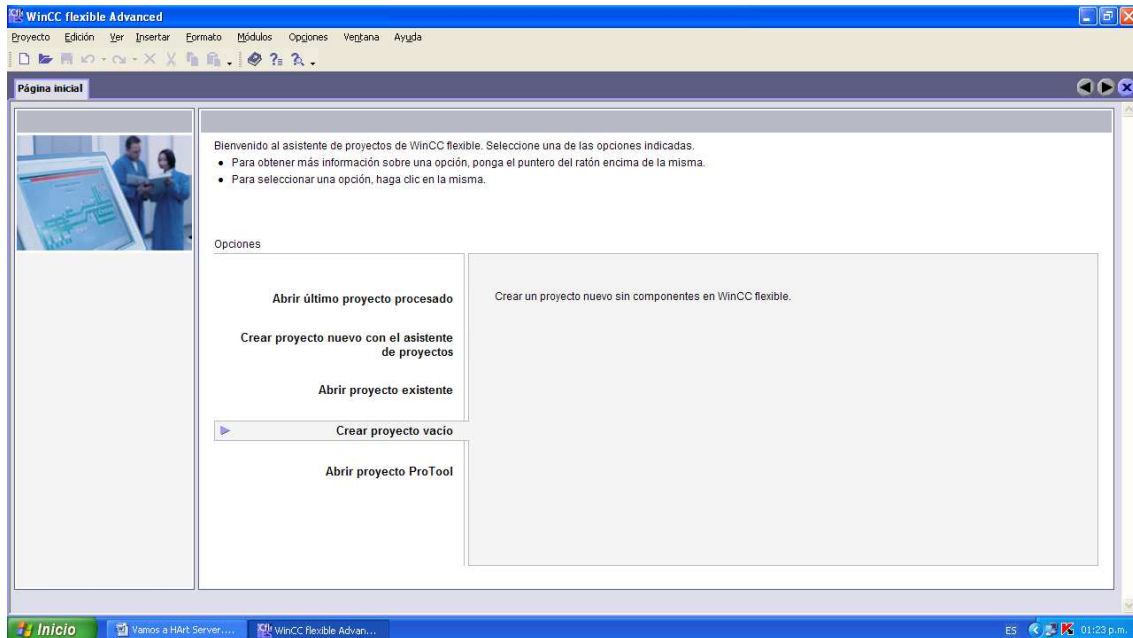
Vamos a ingresar los valores que están al principio de este laboratorio verificando que queden bien las características del sensor seleccionado y los respectivos rangos.

Al terminar cualquier modificación es indispensable dar click en *Cargar en Equipo*, porque de lo contrario, se perderá cualquier cambio que hayamos hecho.

### 6.4.3. Configuración en WinCC

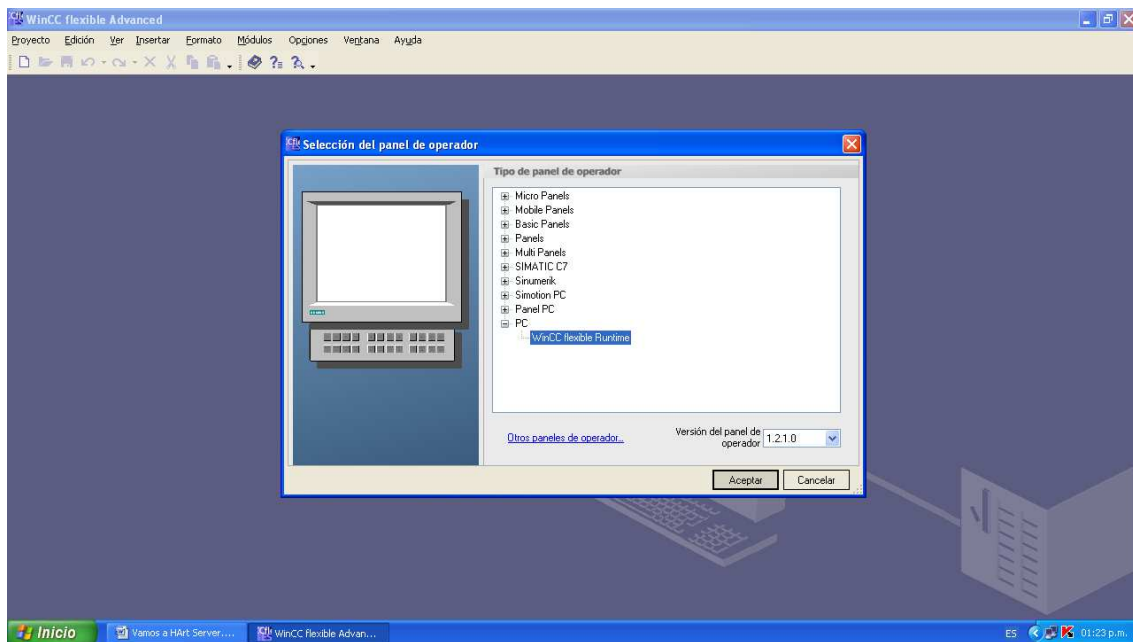
Ejecutamos WinCC y seleccionamos “Crear proyecto Vacío”

Figura 56 WinCC



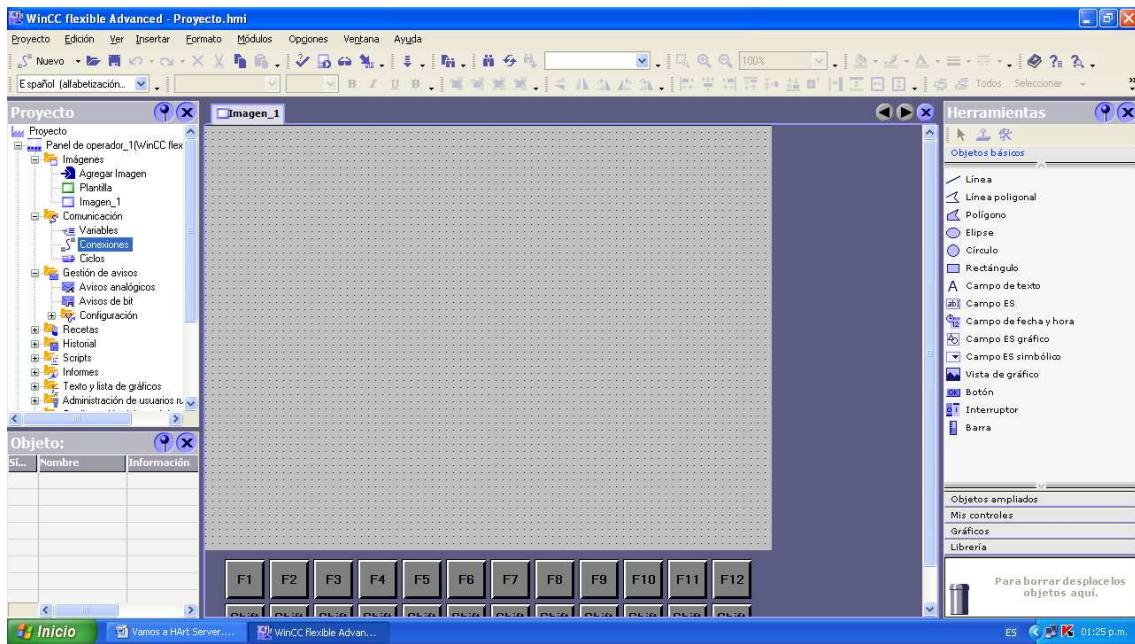
Seleccionamos WinCC flexible Runtime

Figura 57 Panel del operador



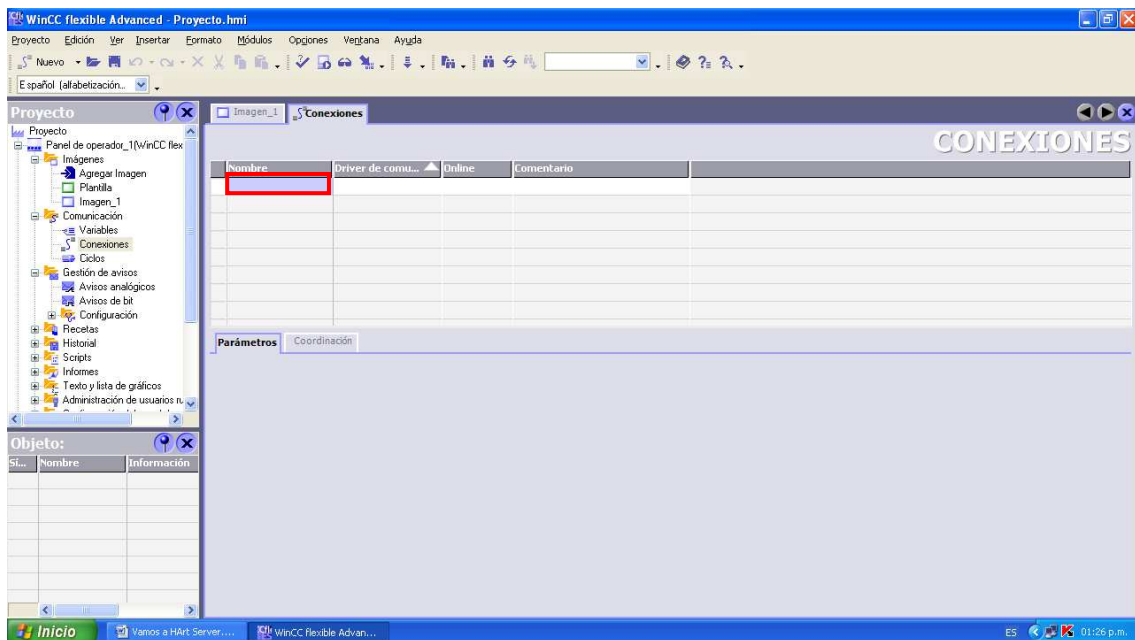
En la parte de la izquierda, hacemos doble click en Conexiones

Figura 58 Conexiones



Luego click en la primera celda para agregar una conexión.

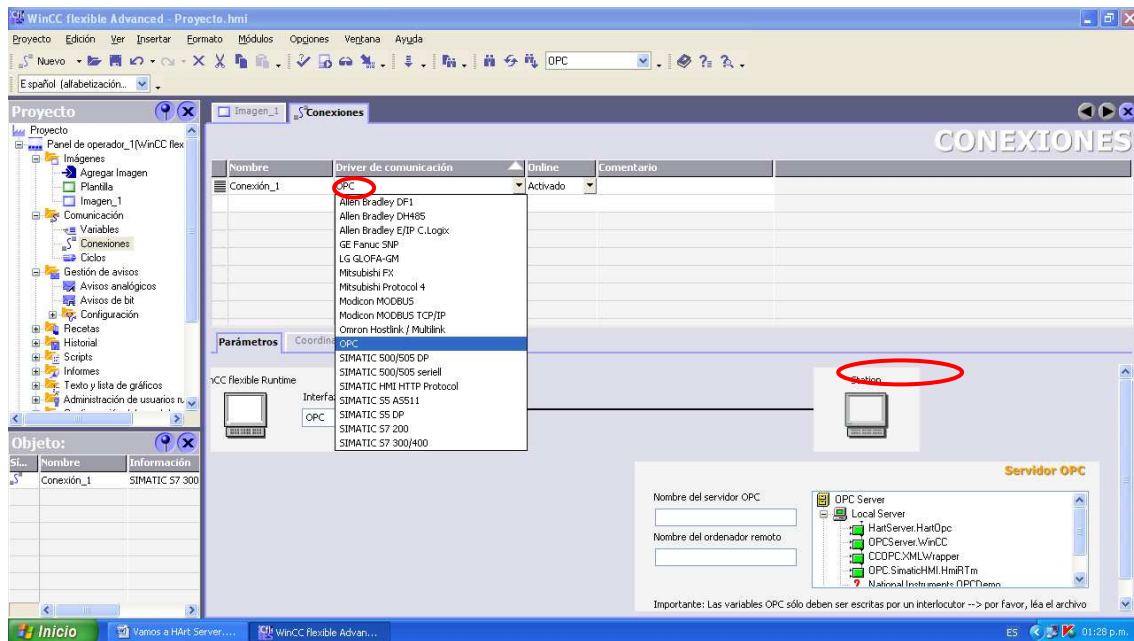
Figura 59 Creando una conexión



En driver de comunicación seleccionamos OPC

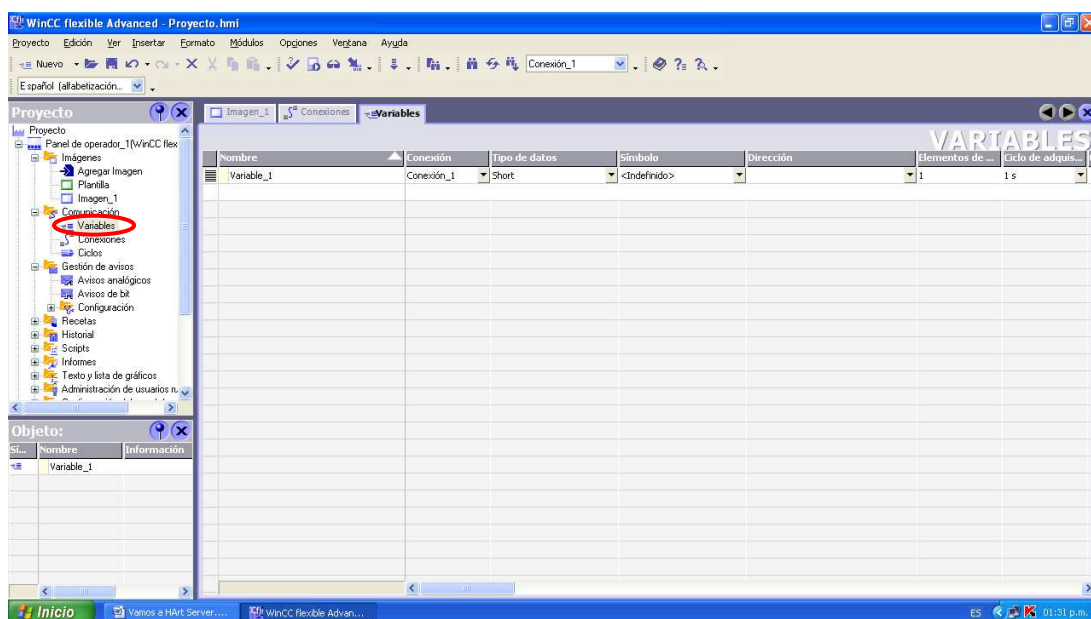
Y luego en la parte baja seleccionamos HartServer.HartOpc

Figura 60 Configurando la conexión



Luego en la izquierda hacemos doble click en variables y click en la primera celda para crear una variable. En la columna conexión ya debe estar el nombre se la conexión que acabamos de crear.

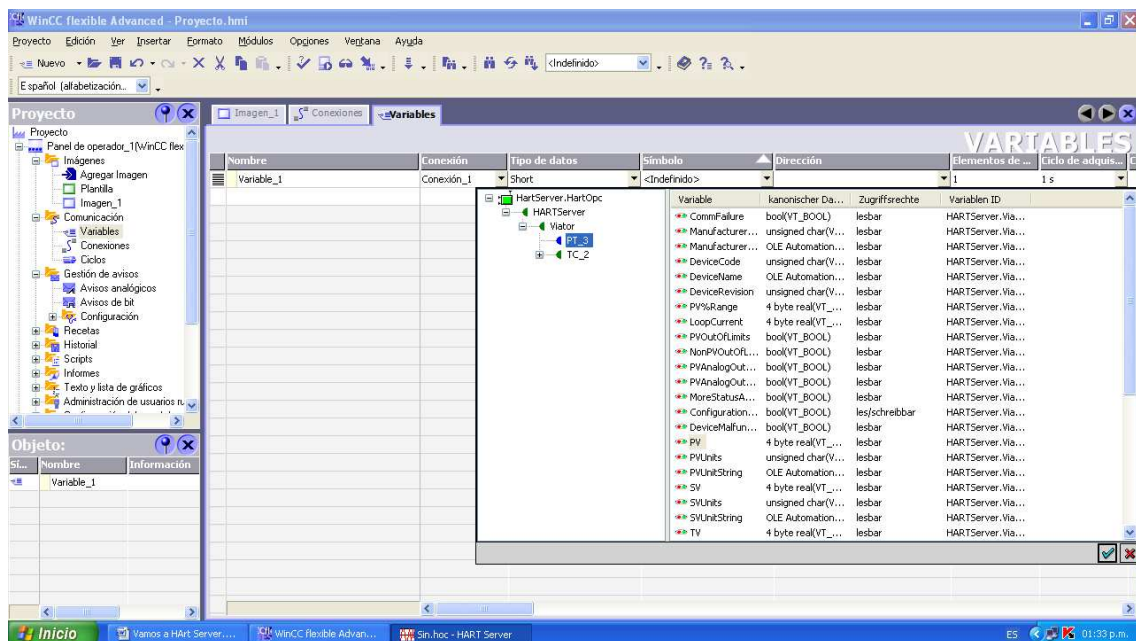
Figura 61 Variables



Desplegamos en la columna símbolo y allí veremos HartServer.HartOpc, en donde podemos explorar hacia HartServer, luego el nombre del módem (Viator), luego el instrumento conectado, y las variables disponibles gracias al protocolo HART.

Para seleccionar la variable de Proceso, buscamos PV y luego hacemos click en

**Figura 62 Configurando una variable**



Para verificar que la conexión entra la variable de WinCC y la variable de proceso se hizo correctamente, en la columna dirección debe quedar lo siguiente:

HARTServer.Viator.PT\_3.PV

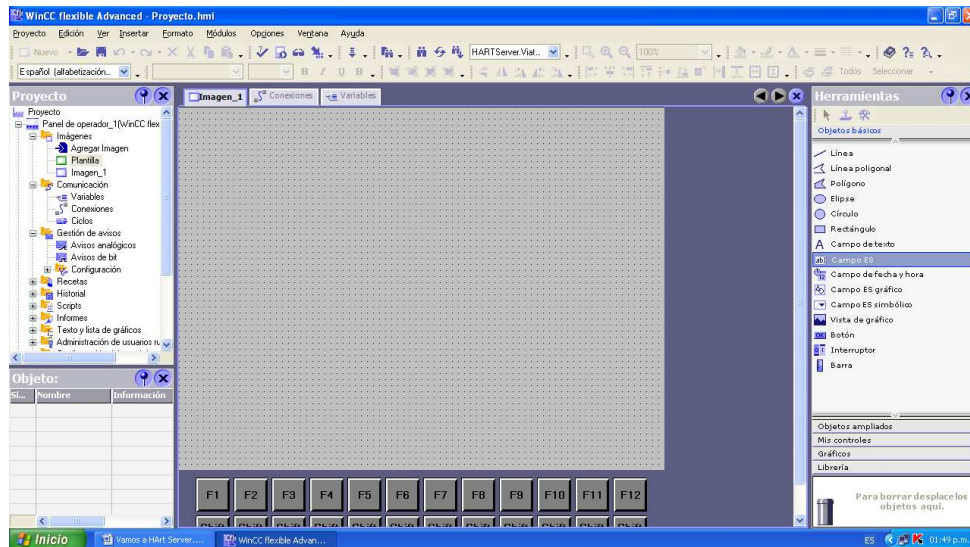
En donde tenemos el servidor Hart, punto, El nombre del módem, punto, el TAG del instrumento, punto, PV

Aquí es importante evitar confusiones con los TAG de cada instrumento. Y verificar cuando se vaya a realizar la segunda parte con el segundo sensor.

Luego para realizar la interfaz grafica en la izquierda hacemos doble click a *Imagen* y allí vamos a insertar un Cuadro ES.

Hacemos click en la derecha en Campo ES, y luego click en el campo gris del medio.

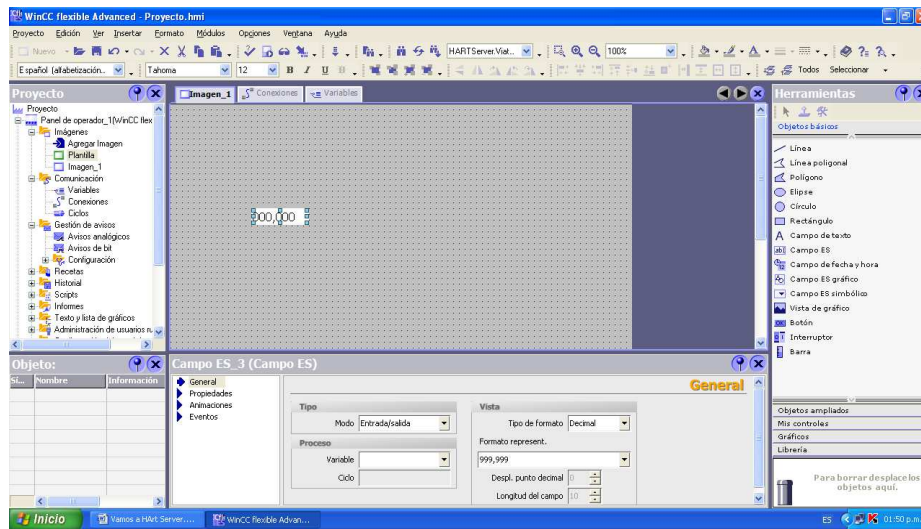
Figura 63 Campo ES



Para editar las propiedades de este cuadro, hacemos doble click en el recuadro que acabamos de crear.

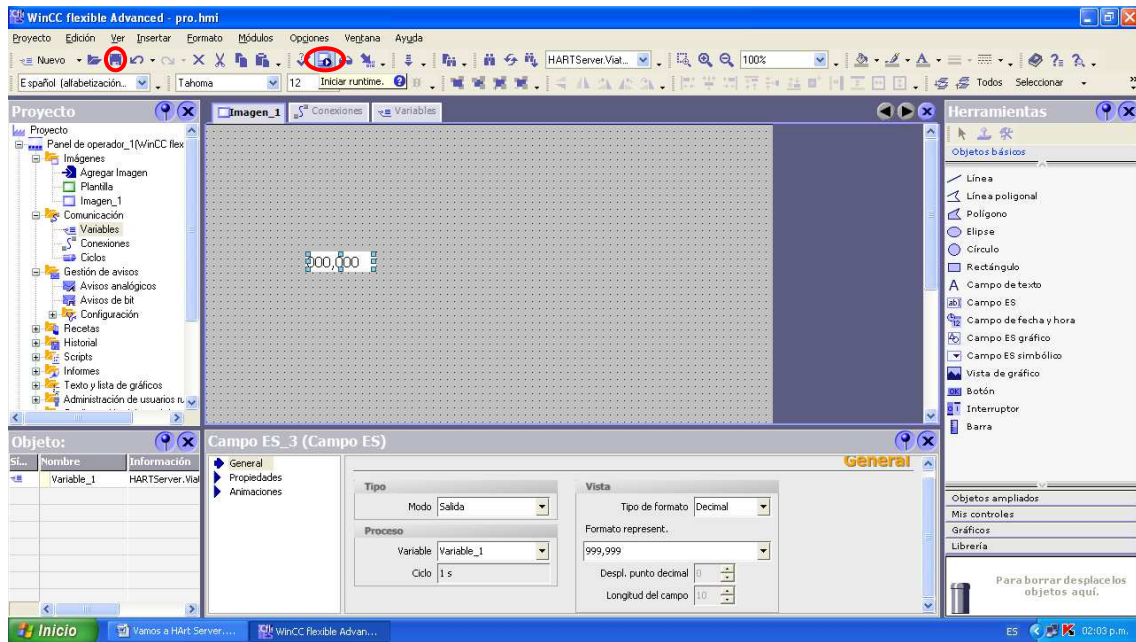
Allí vamos a configurar como campo de Salida, la variable de WinCC que ya hayamos conectado con el sensor que deseamos. Y también configuramos el formato numérico de cómo queremos que se muestre el valor de la variable. Para este laboratorio es recomendable 99,999

Figura 64 Configurando Campo ES



Guardamos el proyecto y luego podemos ejecutar el Runtime

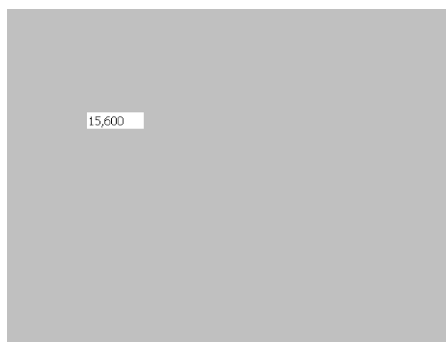
Figura 65 Guardar y ejecutar Runtime



Y nos mostrara lo siguiente:



**Figura 66 Visualizacion básica en WinCC**



Esto significa que ya tenemos bien configurado el entorno grafico de WinCC. Para salir de ahí, presionamos Alt+F4.

De igual forma que agregamos el Campo ES, vamos a insertar un Campo de Texto para indicar a qué sensor corresponde cada variable.

Una vez que obtengamos el valor de la variable de proceso en WinCC Hemos configurado satisfactoriamente la etapa de software.

Para esta práctica de Punto a Punto, la corriente es manejada en el tradicional 4 a 20 mA, por lo que el indicador del transmisor SITRANS TF, nos permite visualizar este valor, e incluso ingresarle los rangos para obtener un monitoreo acorde con los rangos y la unidad deseada.

#### 6.4.4. Ajuste de los rangos en el indicador SITRANS TF

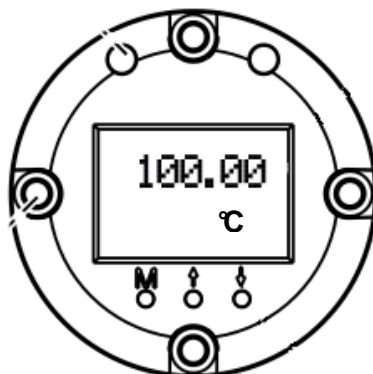
El ajuste básico del aparato muestra la indicación del valor medido. En total, se pueden ajustar 15 modos diferentes. Todos los modos se activan con la tecla M según lo indicado en la tabla anexa a este laboratorio.

Para ajustar las funciones de mando, procedemos de la siguiente manera:

Primero pulse repetidamente la tecla M hasta visualizar el modo deseado. En la parte inferior izquierda de la pantalla se indica el modo seleccionado. Cada pulsación de la tecla aumenta el modo en una unidad.

Y luego con las teclas  $\uparrow$  y  $\downarrow$  puede ajustar el valor deseado o la unidad física. Pulse repetidamente la tecla  $\uparrow$  o  $\downarrow$  hasta visualizar el valor deseado o la unidad física.

Figura 67 Indicador del transmisor SITRANS TF



Específicamente en este caso, para ingresar los rangos de los sensores con el botón M seleccionamos 6, que es para el rango superior de la escala.

Cuando presionamos  $\uparrow$ , el valor empieza a incrementar en unidades (1,2,3,etc), una vez que llega a 10, incrementa en decenas (10, 20, 30, etc), luego en centenas y luego en unidades de mil.

Así que si vamos a ingresar el valor 1100, presionamos  $\uparrow$  hasta que llegue a mil, liberamos el botón y oprimimos de nuevo hasta que llegue a 1100.

Los nuevos valores ajustados se memorizan cuando:

- Se cambia de modo.
- Han transcurrido más de dos minutos desde que se pulsó una tecla.

Si se sobrepasa la capacidad de visualización de la pantalla digital, aparece en ella la indicación 9.9.9.9.9.

En caso de fallo, aparece la palabra "Error" y  $\uparrow$  o  $\downarrow$ .

**Tabla 3 Manejo de la pantalla digital del transmisor SITRANS TF**

Función	Modo	Función de la tecla			Visualización, aclaraciones
	M	↑	↓	↑ y ↓	
Valor medido	(1)	Modificar los decimales (más)	Modificar los decimales (menos)		Corriente de entrada en mA o % o valor de entrada en unidad de medición, error, rebasamiento del rango de medición de la señal de entrada
Calibración del inicio de la medición	2			Calibrar 4 mA	Corriente de entrada en mA
Calibración del fin de la medición	3			Calibrar 20 mA	Corriente de entrada en mA
Atenuación eléctrica	4	Mayor que	Menor que		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constante de tiempo <math>T_{63}</math> en s</li> <li>• Rango de ajuste 0,1 ... 100 s</li> <li>• Valor estándar = 0,1 s</li> </ul>
Inicio de medición "Escala"	5	Mayor que	Menor que		Inicio de medición en la unidad de medición seleccionada Valor estándar = 0 °C
Fin de medición "Escala"	6	Mayor que	Menor que		Fin de medición en la unidad de medición seleccionada Valor estándar = 100 °C
Se sobrepasa el valor límite 1	7	Mayor que	Menor que		↑, límite superior para el valor límite ajustado, valor estándar = 100 °C
No se alcanza el valor límite 2	8	Mayor que	Menor que		↓, límite inferior para el valor límite ajustado, valor estándar = 0 °C
Indicación "Error" > 21 mA	9	Mayor que	Menor que		Ajustar la indicación "Error" a > 21 mA, valor estándar = 21 mA
Indicación "Error" < 4 mA	10	Mayor que	Menor que		Ajustar la indicación "Error" a < 4 mA, valor estándar = 3,6 mA
Indicación de valores medidos *)	13	Modificar			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente de entrada en mA (valor estándar)</li> <li>• Valor de entrada en %</li> <li>• Unidad de medición</li> </ul>
Unidad de medición *)	14	Modificar			Unidades de medición técnicas o unidades de medición específicas del cliente, valor estándar = °C
Unidad de medición específica del cliente	15	Modificar			El cliente establece una unidad de medición específica.

### Unidades

En el modo 13 y 14, puede seleccionar las unidades de medición que desea visualizar en la indicación de valores medidos del aparato.

*Tomada de la hoja de datos del transmisor TH300*

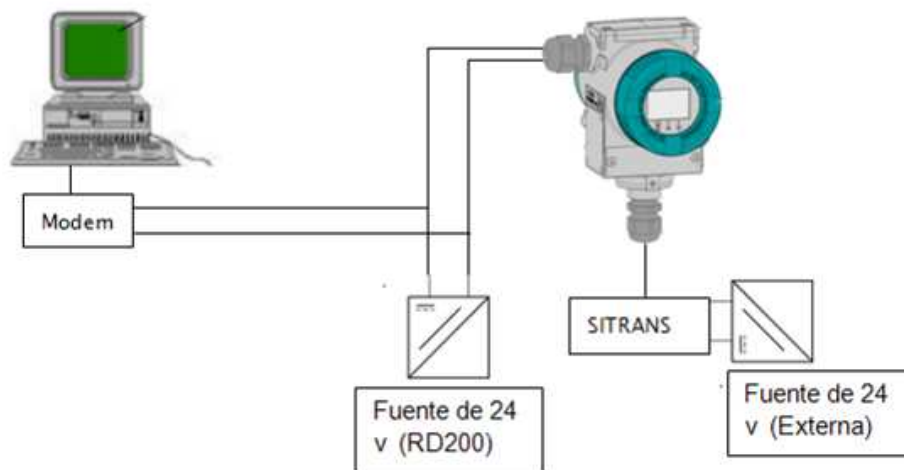
Una vez que hayamos completado la visualización en WinCC y en el indicador de campo del transmisor SITRANS TF, hemos concluido el laboratorio con el RTD.

Ahora debemos ajustar los valores necesarios para trabajar con la Termocupla y luego con, el Transmisor de temperatura con indicador, SITRANS TF2.

Anexo a este laboratorio esta la tabla de las posibles conexiones del transmisor TH300 que está dentro del SITRANS TF.

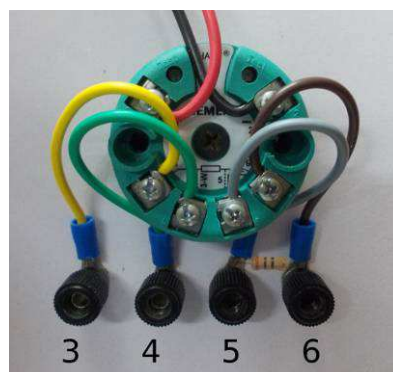
El SITRANS TF2 es el sensor que tiene su propio transmisor de 4 a 20mA y un indicador en campo, trabaja con una salida de 4 a 20 mA. y para configurar el transmisor en SIMATIC PDM, se debe ajustar en Milivolt Transmitter, y realizar la siguiente conexión.

**Figura 68 Conexion para el transmisor de 4 a 20mA**



Como se ve en la tabla 2 se debe conectar una resistencia entre los conectores 5 y 6, para que la medida se corriente se pueda hacer como medida de voltaje entre los pines de la resistencia.

**Figura 69 Resistencia adicional**



Para determinar los valores de la escala en mV multiplicamos el rango en mA por el valor de la resistencia.

Por ejemplo:

Si el rango es de 0 a 20 mA y tenemos una resistencia de 10  $\Omega$

Inicio de la escala: 0 mA \* 10 $\Omega$  = 0 mV

Final de la escala: 20 mA \* 10 $\Omega$  = 200 mV

El rango de entrada del transmisor TH300 es de -100 a 1100 mV, por lo que debemos seleccionar la resistencia de un valor en que el voltaje no sobrepase este rango.

### 6.5 Actividad propuesta

Luego de configurar el TH300 para la RTD, retire la RTD del transmisor y conecte la termocupla.

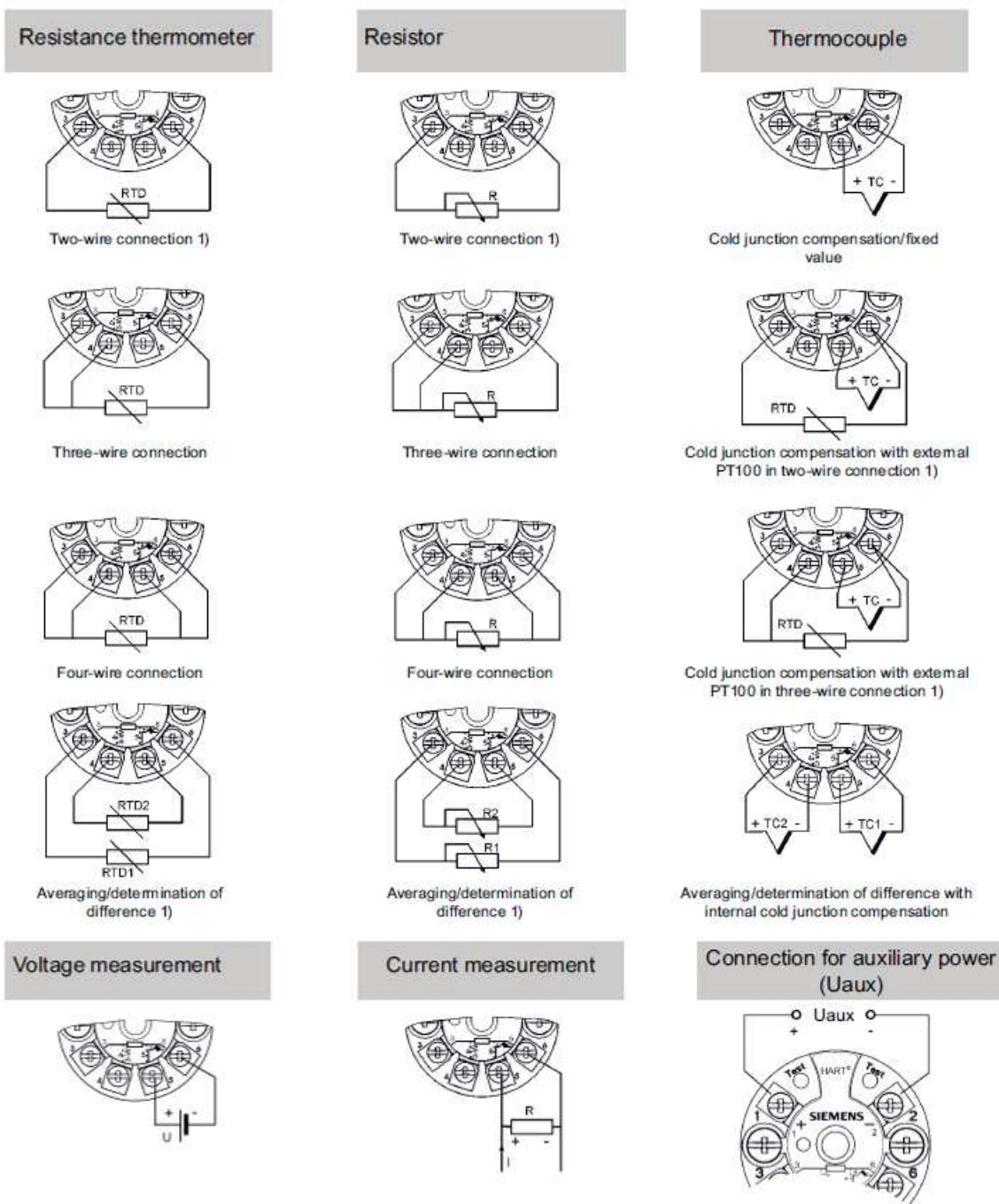
¿Que se muestra cuando carga la informacion del transmisor en el PC?

¿Presenta algun error el SIMATIC PDM?

¿Se muestra una medición correcta en el WinCC?

¿Se nota alguna anomalía en el TH300?

Tabla 4 Conexiones para el transmisor TH300



Tomada de la hoja de datos del transmisor TH300

## **7. Práctica 4 Configuración del protocolo HART en conexión MultiDrop.**

### 7.1. Introducción

En este laboratorio se va a configurar un transmisor HART, con diferentes clases de sensores de temperatura. Se va a realizar la conexión Multidrop, lo que significa que se van a conectar dos sensores a la vez, permitiendo el monitoreo de ambos en un entorno gráfico en el computador.

### 7.2. Objetivo

Aprender a configurar el transmisor TH300 para ser utilizado con sensores de temperatura tipo RTD, Termocuplas y con una entrada de 4-20mA. En una conexión Multidrop, para luego ser visualizado en el computador, a través de un módem HART-USB, con una interfaz en WinCC.

### 7.3. Instrumentación

Se cuenta con 3 sensores de temperatura, un transmisor HART y un módem HART-USB:

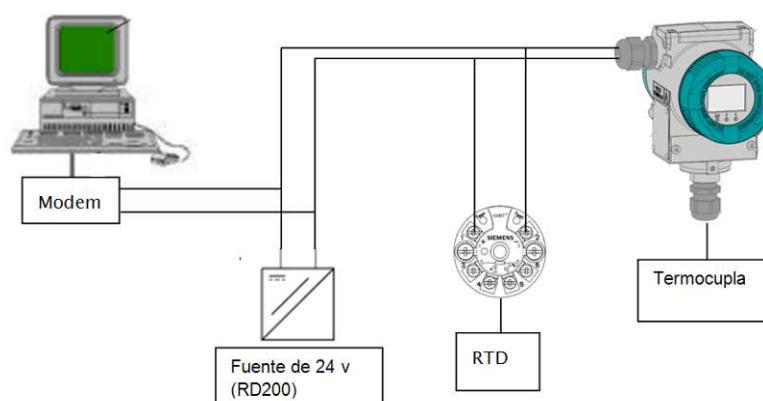
- Computador con el software SIMATIC PDM, y HART server previamente instalado.
- Termómetro de resistencia o RTD (3 hilos)  
1 pt100 SIEMENS 7MC1006-5DA11  
Rango de -50 a 400°C
- Termocupla (Termoelemento)  
SIEMENS 7MC2021-4LC-Z  
Rango de 0 a 1100°C
- Transmisor de temperatura con indicador digital  
SIEMENS SITRANS TF2 7NG3140  
Sensor pt100, rango de -50 a 200°C  
Salida 4 a 20 mA
- Modem  
MACTek VIATOR  
USB interface for HART network

- Transmisor de temperatura / Indicador de campo SITRANS TF
- Juego de bombillos de 100 vatios.

#### 7.4. Procedimiento

Realice el siguiente montaje:

**Figura 70 Conexión Multidrop**

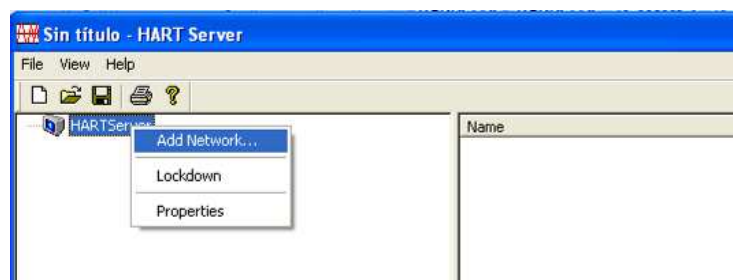


Al final de este laboratorio esta la tabla de tipos de sensores y de conexiones en el Transmisor.

##### 7.4.1. Configuración en HART Server

Una vez abierto el **HART Server** hacemos Click derecho en "HART Server", y seleccionamos "Add Network"

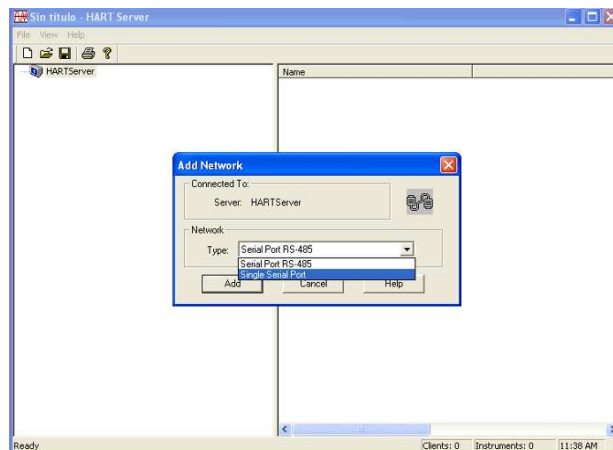
**Figura 71 "Add Network"**



Seleccionamos Single serial port

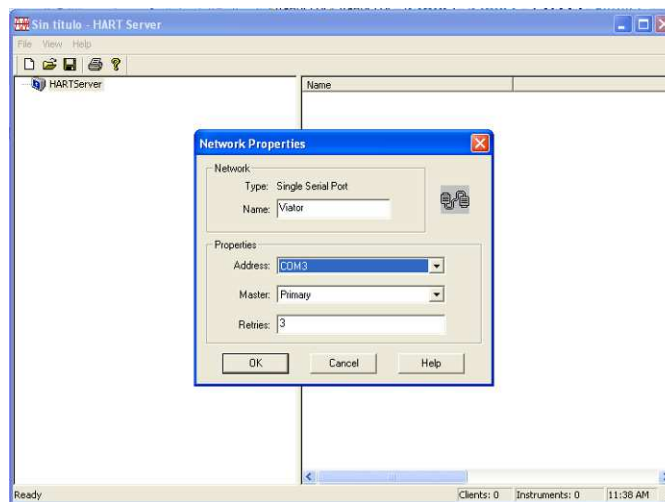


Figura 72 "Single serial port"



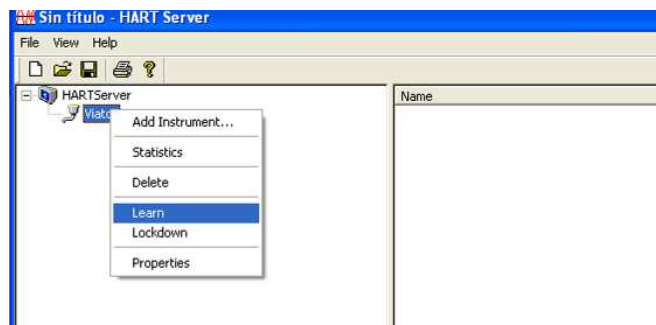
Luego asignamos un nombre al modem, y seleccionamos COM3

Figura 73 Módem



Click derecho sobre el modem que agregamos (Viator), y damos click en *Learn*

Figura 74 "Learn"

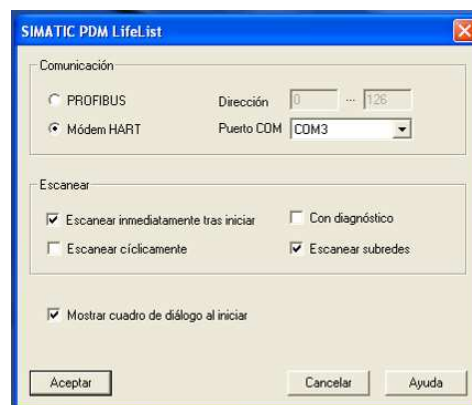


El software realiza el escaneo y allí debe aparecer el instrumento que están conectados, tal vez con un TAG (nombre) referente al tipo de sensor.

#### 7.4.2. Configuración SIMATIC PDM

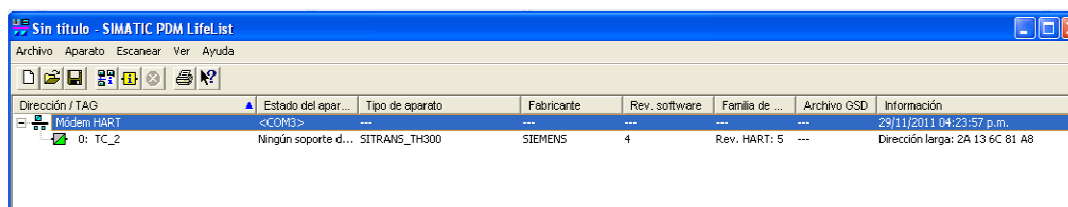
Para la configuración en SIMATIC PDM, abrimos el LifeList, éste también hará un escaneo inicial, por lo que nos pregunta la comunicación, en la que seleccionamos módem HART y COM3.

**Figura 75 Inicio LifeList**



El lifeList identifica automáticamente los instrumentos conectados. El LifeList identificará también el fabricante, el tipo de aparato, entre otra información.

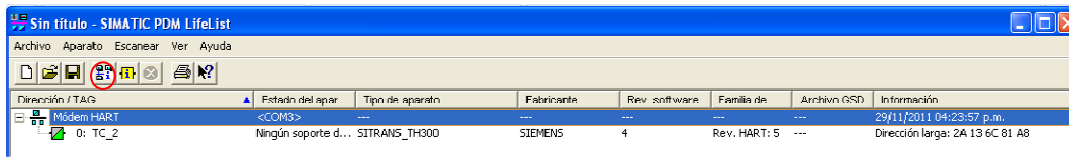
**Figura 76 Transmisores identificados por LifeList**



Al darle click derecho al instrumento podemos modificar la dirección y el TAG. Para esta práctica de Multidrop, la dirección de cada instrumento debe ser diferente de cero y sin repetir una dirección a más de un instrumento.

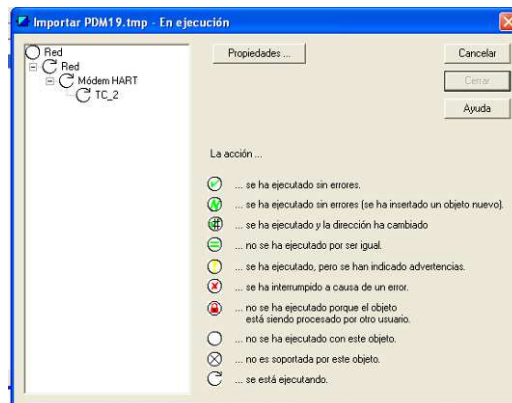
En caso de haber algún cambio en los instrumentos conectados o en el tipo de conexión, de puede realizar un escaneo dando click en el botón *Iniciar escaneo*.

Figura 77 Boton iniciar escaneo



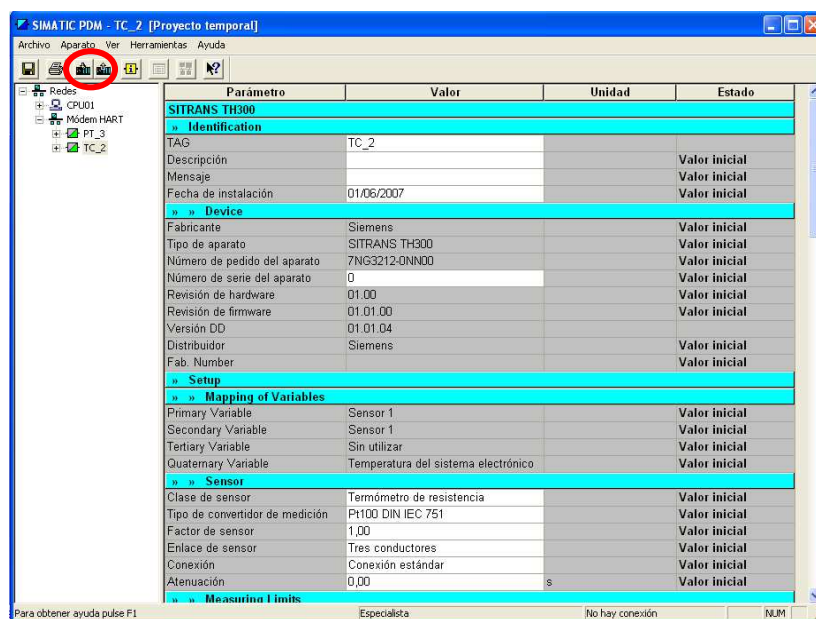
Para ingresar a la información detallada del equipo, y poder realizar cambio a través de PDM, le damos doble click al instrumento y se abrirá El Simatic PDM, que al iniciar realizara como una evaluación del estado de los equipos y de su información.

Figura 78 Abriendo SIMATIC PDM



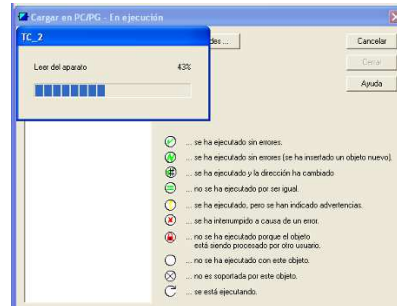
Y luego nos mostrará lo siguiente

Figura 79 Botones para cargar la información



Para leer la información actual, damos click en un sensor en la izquierda y click *Cargar en PG/PC*. Y repetimos para el segundo sensor.

**Figura 80 Cargando en PC**



En la parte derecha, encontramos Setup, y allí las secciones *Sensor* y *Digital Output Scaling* en donde podremos editar la información del tipo de sensor y los respectivos rangos.

**Figura 81 SIMATIC PDM**

Parámetro	Valor	Unidad	Estado
<b>» Setup</b>			
<b>» Mapping of Variables</b>			
Primary Variable	Sensor 1		cargado
Secondary Variable	Sensor 1		cargado
Tertiary Variable	Sin utilizar		cargado
Quaternary Variable	Temperatura del sistema electrónico		cargado
<b>» Sensor</b>			
Clase de sensor	Termoelemento		cargado
Tipo de convertidor de medición	Tipo-K		cargado
Factor de sensor	1		cargado
Enlace de sensor	Dos conductores		cargado
Conexión	Conexión estándar		cargado
Atenuación	0,00	s	cargado
<b>» Cold Junction Compensation</b>			
Tipo de compens. de los puntos d	Interno		cargado
<b>» Measuring Limits</b>			
Límite inferior del sensor	-200,00	°C	cargado
Límite superior del sensor	1370,00	°C	cargado
Escala de medición mín.	50,00	°C	cargado
<b>» Digital Output Scaling</b>			
Unidad	°C		cargado
Inicio de medición	0,00	°C	cargado
Final de medición	1100,00	°C	cargado
Desviación sensor 1	0,000	°C	cargado
<b>» Current Output Scaling</b>			
Punto final inferior, salida analógic	3,80	mA	cargado
Punto final superior, salida analógi	20,50	mA	cargado
Valor de alarma	22,80	mA	cargado
<b>» Linearisation</b>			
Tipo de linealización	Lineal con temperatura		carnado

En esta parte del laboratorio es donde se ingresa la información de cada sensor. Y como esta práctica es de tipo Multidrop, podemos ingresar los datos de cada sensor al mismo tiempo.

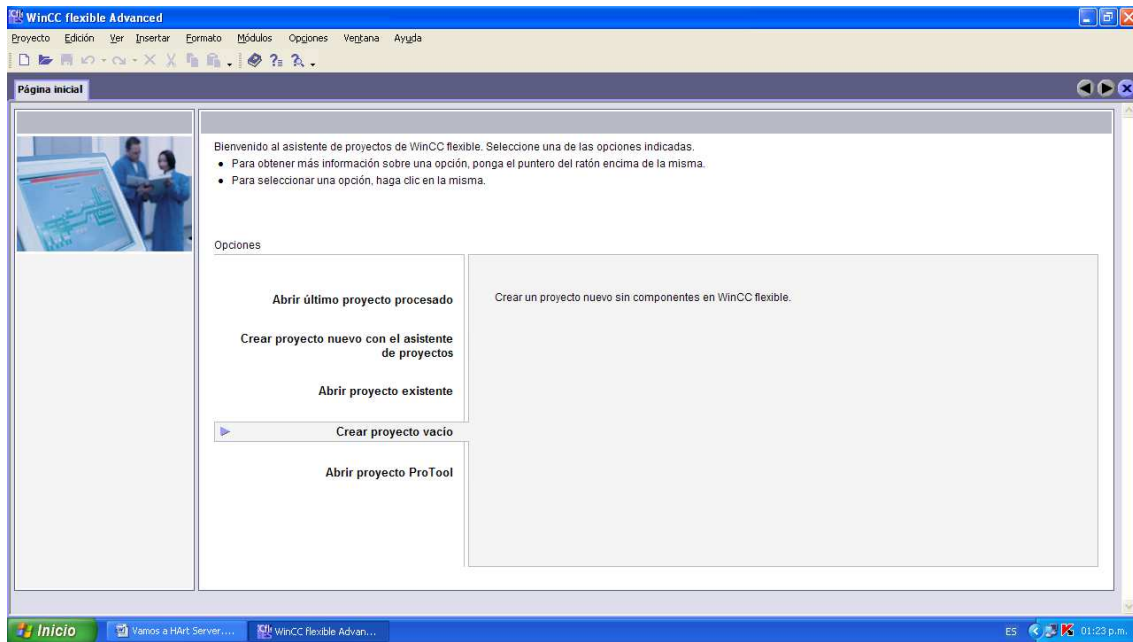
Vamos a ingresar los valores que están al principio de este laboratorio verificando que queden bien las características del sensor seleccionado y los respectivos rangos.

Al terminar cualquier modificación es indispensable dar click en cada sensor y luego click *Cargar en Equipo*, porque de lo contrario, se perderá cualquier cambio que hayamos hecho.

### 7.4.3. Configuración en WinCC

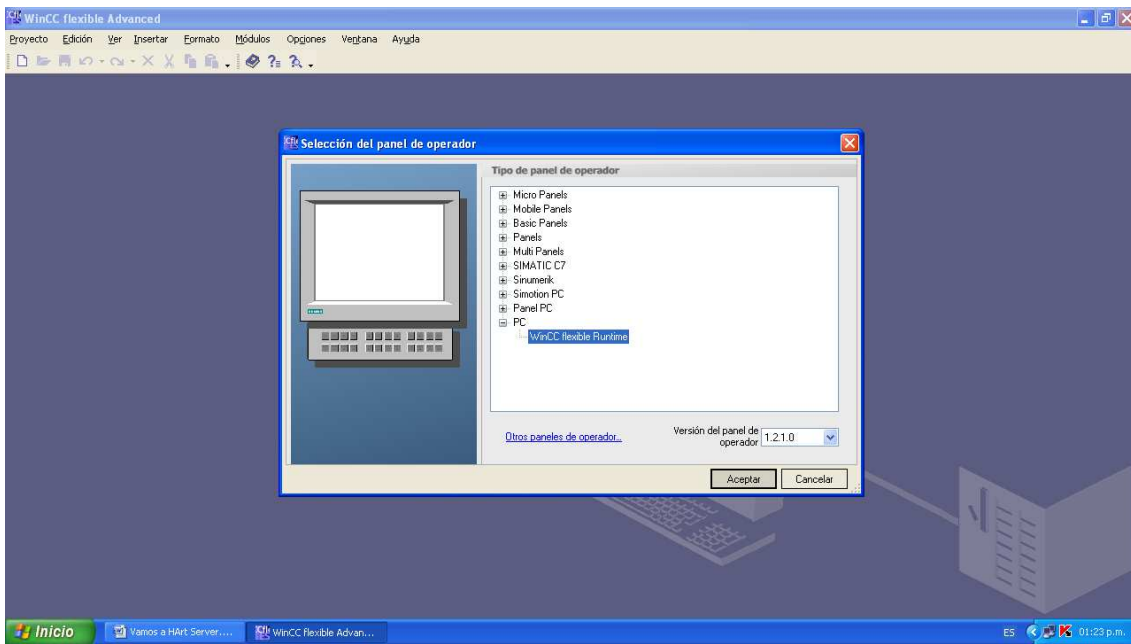
Para la configuración en WinCC seleccionamos “Crear proyecto Vacío”

**Figura 82 WinCC**



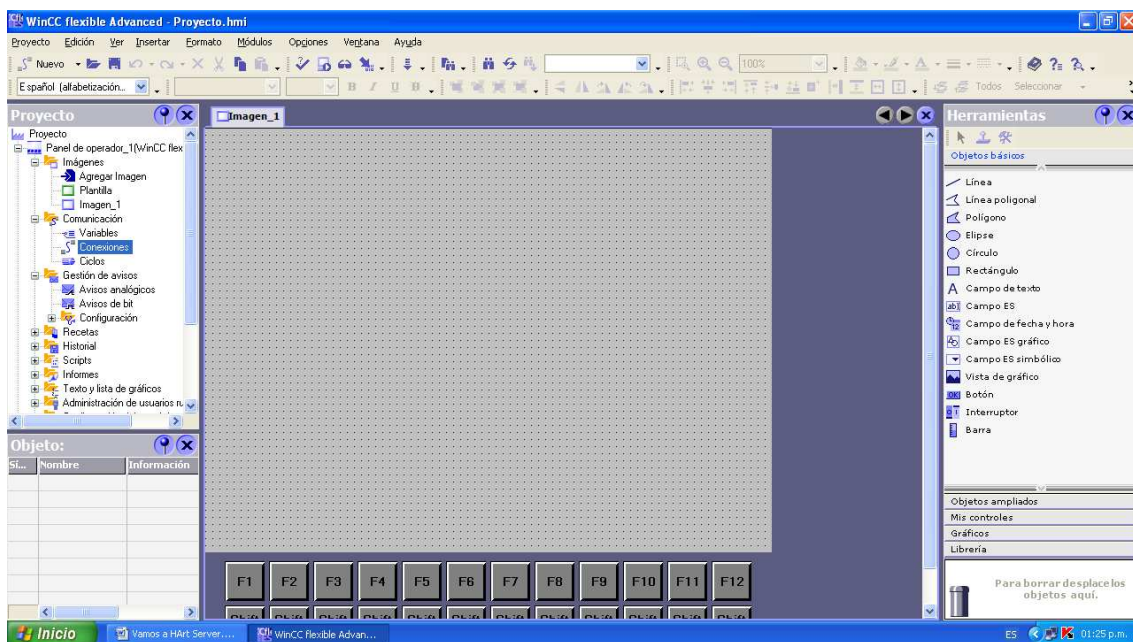
Seleccionamos WinCC flexible Runtime

Figura 83 Panel del operador



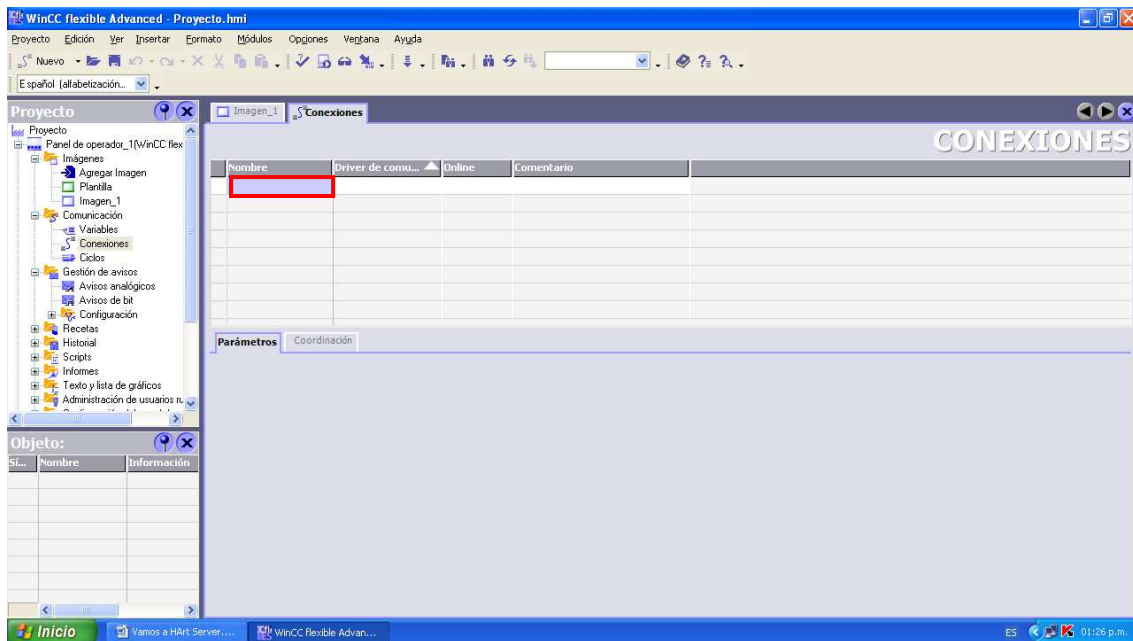
En la parte de la izquierda, hacemos doble click en Conexiones

Figura 84 Conexiones



Luego click en la primera celda para agregar una conexión.

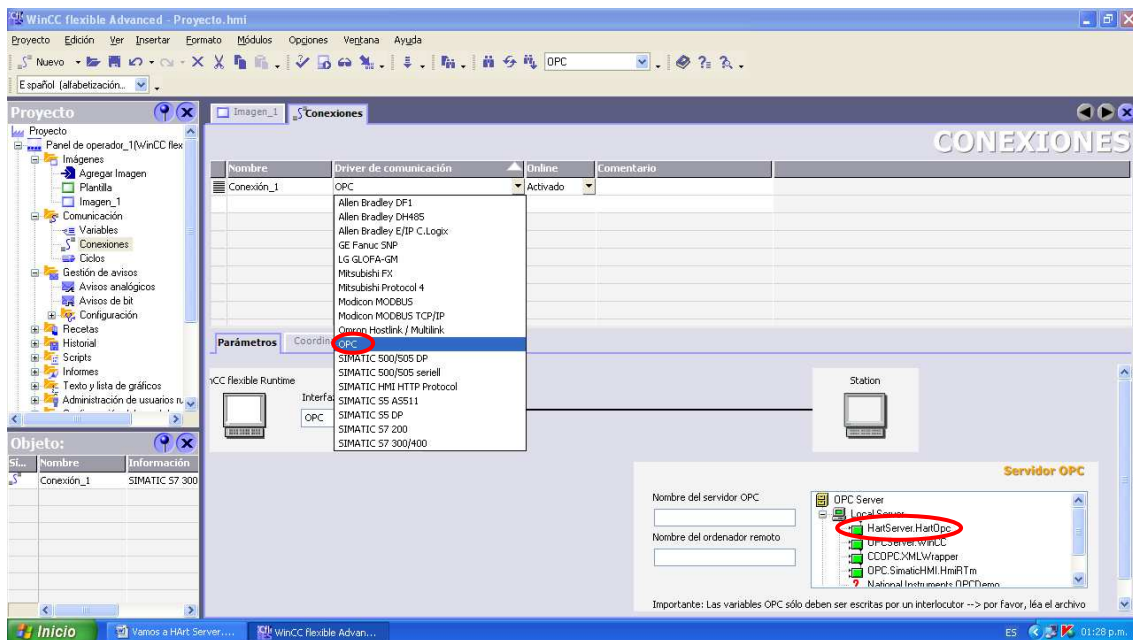
Figura 85 Creando una conexión



En driver de comunicación seleccionamos OPC

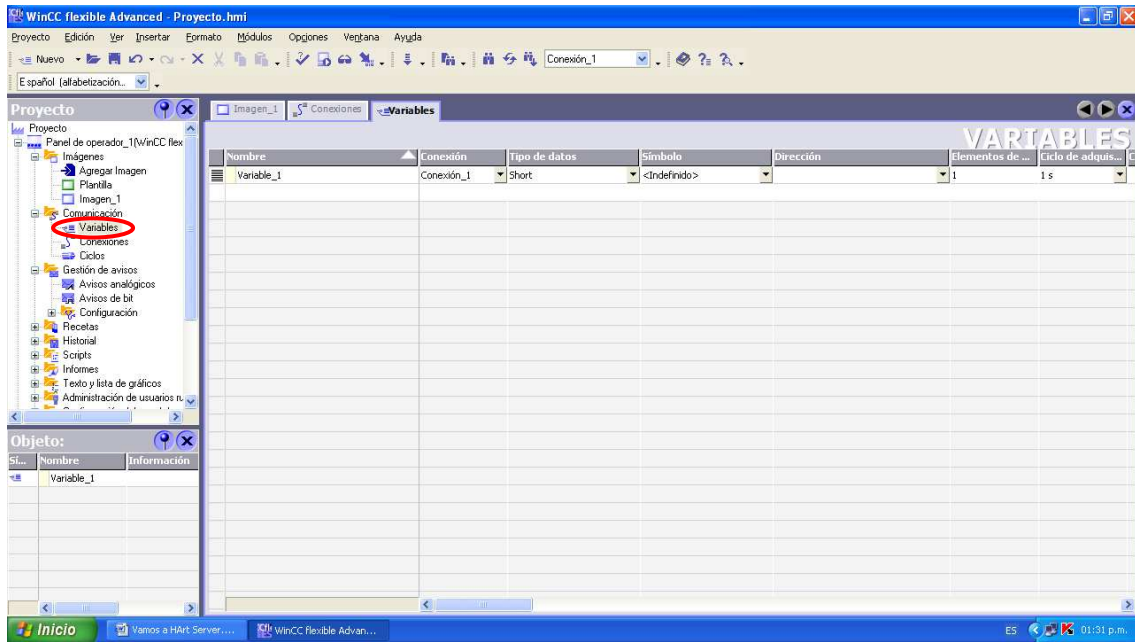
Y luego en la parte baja seleccionamos HartServer.HartOpc

Figura 86 Configurando la conexión



Luego en la izquierda hacemos doble click en variables y click en la primera celda para crear una variable. En la columna conexión ya debe estar el nombre se la conexión que acabamos de crear.

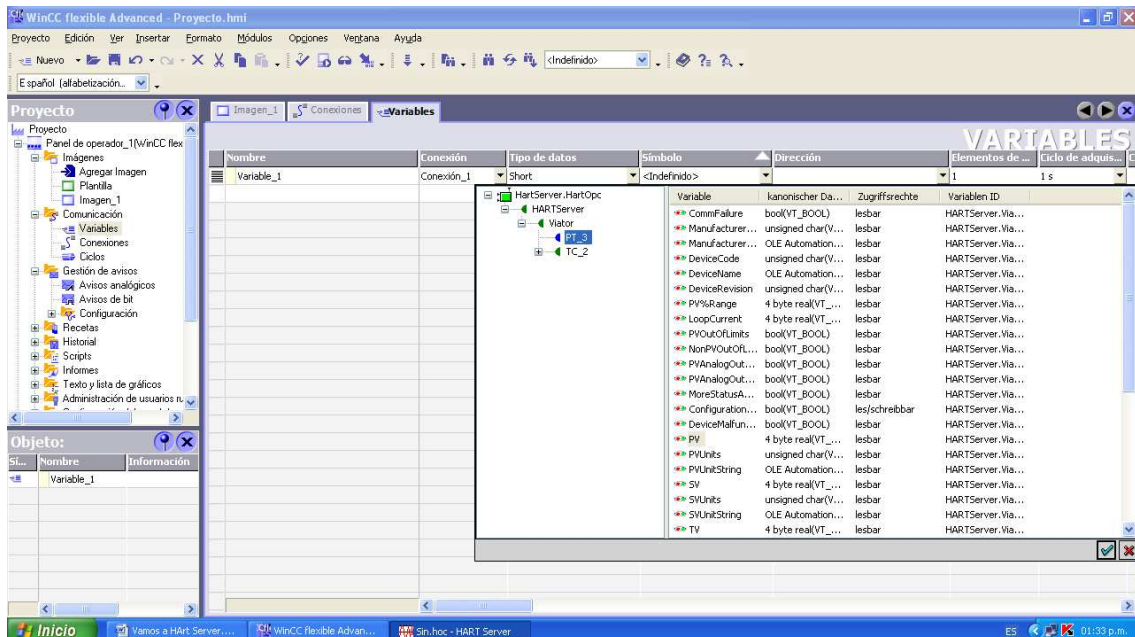
Figura 87 Variables



Desplegamos en la columna símbolo y allí veremos HartServer.HartOpc, en donde podemos explorar hacia HartServer, luego el nombre del módem (Viator), luego el instrumento conectado, y las variables disponibles gracias al protocolo HART.

Para seleccionar la variable de Proceso, buscamos PV y luego hacemos click en

Figura 88 Configurando una variable





Para verificar que la conexión entra la variable de WinCC y la variable de proceso se hizo correctamente, en la columna dirección debe quedar lo siguiente:

HARTServer.Viator.PT\_3.PV

En donde tenemos el servidor Hart, punto, El nombre del modem, punto, el TAG del instrumento, punto, PV

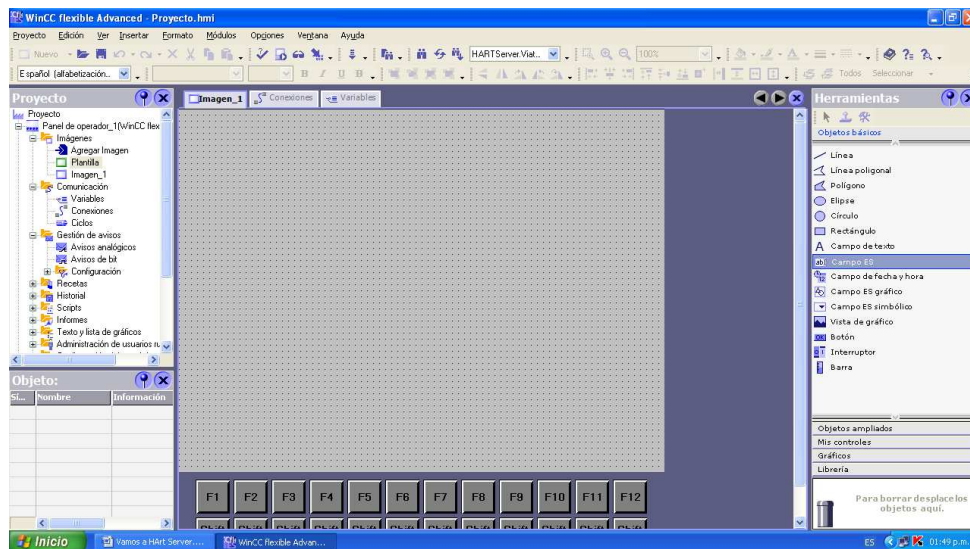
Aquí es importante evitar confusiones con los TAG de cada instrumento.

Para realizar la conexión con el segundo sensor. Repetimos el proceso para crear una variable, y al momento de conectar con el servidor HART, debemos asegurarnos de seleccionar el sensor adecuado.

Luego para realizar la interfaz grafica en la izquierda hacemos doble click a *Imagen* y allí vamos a insertar un Cuadro ES.

Hacemos click en la derecha en Campo ES, y luego click en el campo gris del medio.

Figura 89 Campo ES

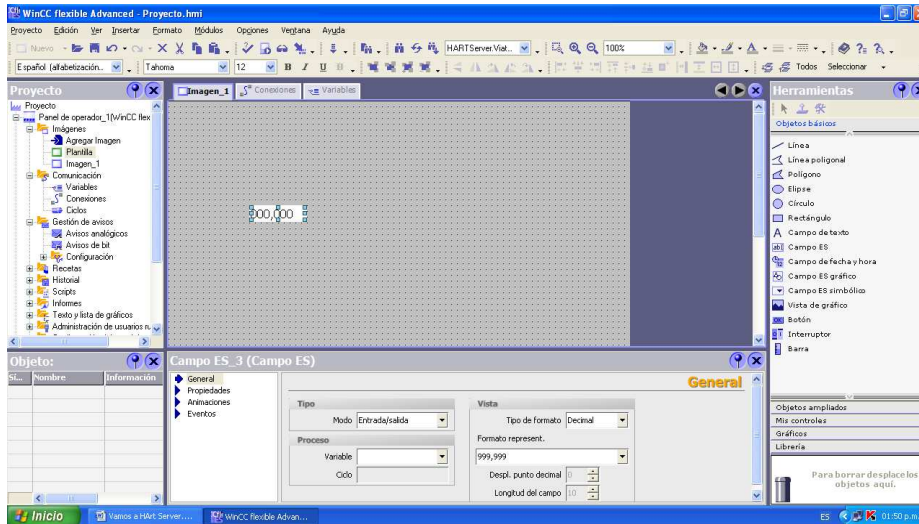


Para editar las propiedades de este cuadro, hacemos doble click en el recuadro que acabamos de crear.

Allí vamos a configurar como campo de Salida, la variable de WinCC que ya hayamos conectado con el sensor que deseamos. Y también configuramos el

formato numérico de cómo queremos que se muestre el valor de la variable.  
Para este laboratorio es recomendable 99,999

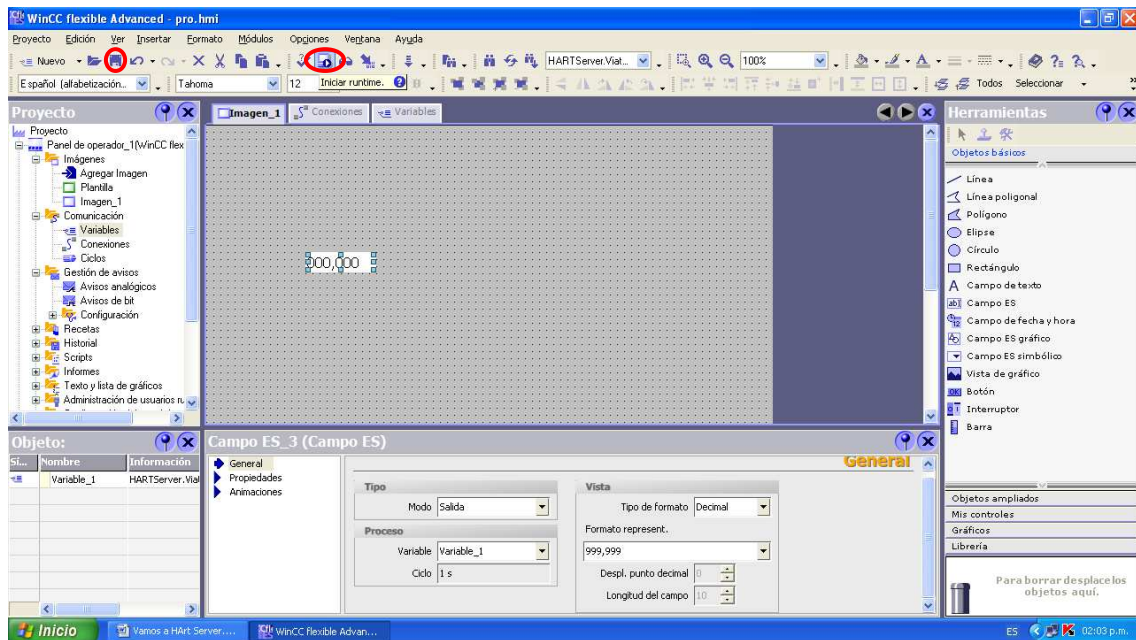
Figura 90 Configurando Campo ES



Repetimos el proceso de ingresar un Campo ES, para seleccionar luego la segunda variable que creamos que ya esta conectada con el segundo sensor.

Guardamos el proyecto y luego podemos ejecutar el Runtime

Figura 91 Guardar y ejecutar Runtime



Y nos mostrara lo siguiente:

**Figura 92 Visualizacion básica en WinCC con 2 Variables**



Esto significa que ya tenemos bien configurado el entorno grafico de WinCC. Para salir de ahí, presionamos Alt+F4.

De igual forma que agregamos el Campo ES, vamos a insertar un Campo de Texto para indicar a qué sensor corresponde cada variable.

Una vez que obtengamos el valor de la variable de proceso en WinCC Hemos configurado satisfactoriamente la etapa de software.

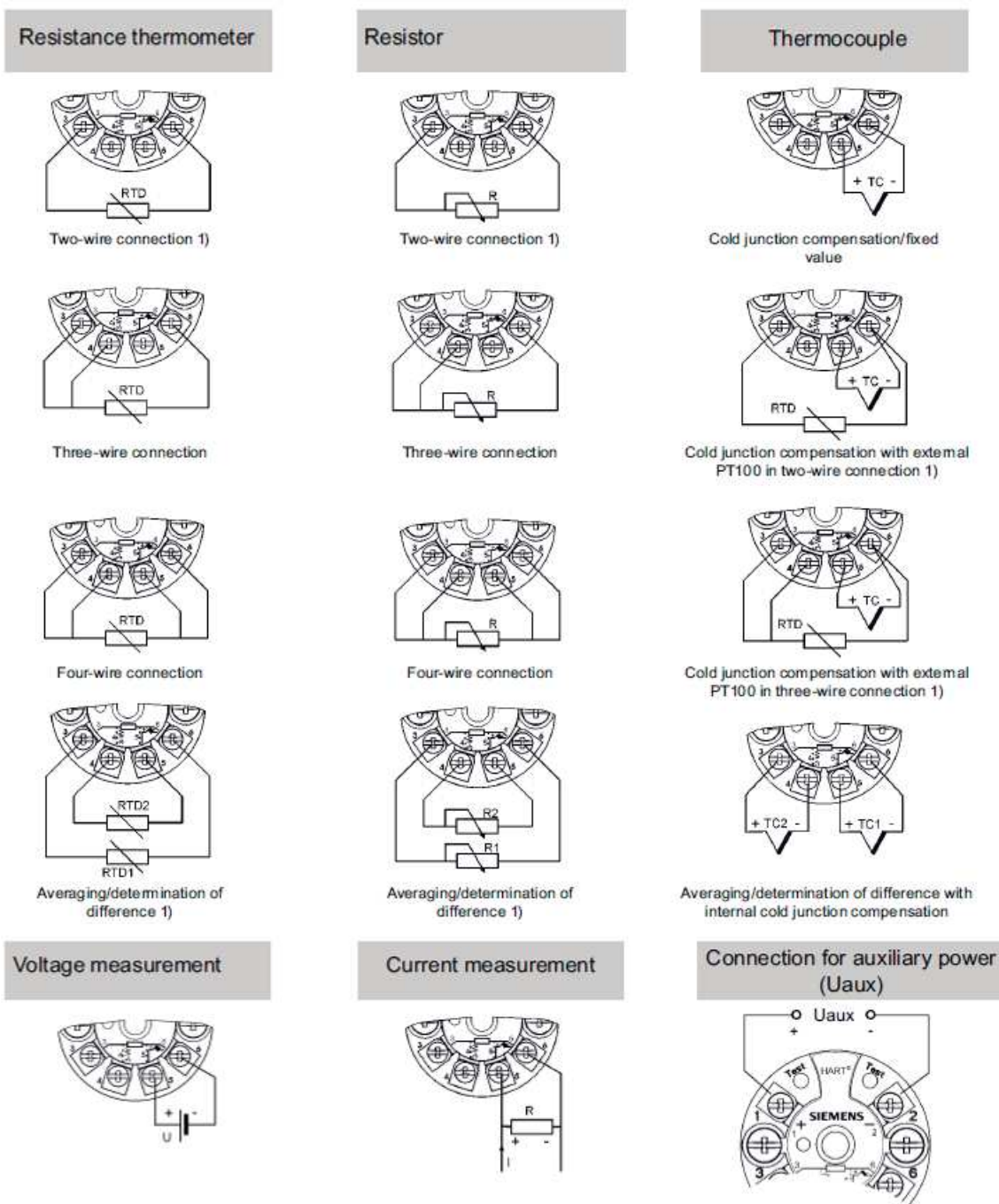
En la práctica Multidrop no hay variación de corriente, por lo que no es posible usar el indicador del transmisor SITRANS TF

Anexo a este laboratorio esta la tabla de las posibles conexiones del transmisor TH300 que está dentro del SITRANS TF.

### 7.5 Actividades Propuestas

1. En WinCC, con la ayuda de la herramienta Vista de Grafico, implemente una visualizacion simultanea para ambos sensores.
2. Teniendo ambos sensores correctamente configurados en el WinCC, con la ayuda de los bombillos, excite uno de los sensores y vea en la grafica cómo varían sus valores y en cuanto tiempo.

Tabla 5 Conexiones para el transmisor TH300



Tomada de la hoja de datos del transmisor TH300

## 8. Conclusiones

- El indicador en campo, del transmisor SITRANS TF es muy versátil en cuanto a que se le pueden ajustar los rangos, las unidades, valores límites programables y mensajes de error cuando se registre un valor inferior a 4 mA y superior a 20 mA.

El único inconveniente es que todas estas bondades se circunscriben al uso de el lazo cerrado de 4 a 20 mA y pierden toda validez en el tipo de conexión Multidrop, debido a que en este tipo de conexión al corriente se queda fija a 4 mA y toda la información fluye de manera digital.

Entonces cuando usamos el indicador en la conexión Multidrop, éste va a indicar constantemente el rango inferior que sería el correspondiente a 4 mA.

- El indicador en campo, del transmisor SITRANS TF también cuenta con una opción para calibrar el valor mínimo y máximo de 4 y 20 mA respectivamente. Esto se hace cuando contamos por ejemplo, con una corriente fija de 4 mA, y presionamos ↓ y ↑ al mismo tiempo en el modo 2 que es para ajustar el inicio de medición.

Cuando se tienen unos sensores de temperatura en los que el rango empieza en 0°C, es prácticamente imposible lograr esa temperatura en un laboratorio que no es especializado en bajas temperaturas. Y buscando en el software *HART Server* se encontró una opción donde se puede reiniciar el transmisor TH300 a sus ajustes de fábrica, se puede auto evaluar y se puede simular una corriente para estos casos donde es necesaria para ajustar un equipo auxiliar como el indicador del transmisor SITRANS TF.

- La visualización en WinCC puede presentar valores errados si los sensores no están debidamente conectados a los transmisores, estos errores alteran dramáticamente la gráfica que se haga en WinCC y en caso de estar almacenando los datos, va a ser muy difícil la tabulación de los mismos.
- Cuando hay una apertura en la conexión entre el sensor y el TH300, este tiene un led que indica que hay una falla. Su comportamiento es verde en correcto funcionamiento, rojo intermitente cuando hay una falla en la conexión con el sensor y rojo constante cuando hay una falla interna. El error de rojo intermitente también se presenta cuando el sensor conectado no es el que se configuró en la memoria del TH300. En ese caso se puede ingresar por el SIMATIC PDM y establecer los valores adecuados para el sensor.

## 9. Bibliografía

- Smith, Carlos A. Corripio (1996). Control Automático de Procesos. Teoría y Práctica. Limusa Noriega Editores.
- Ogata, Katsuhiko (1998). Ingeniería de Control Moderna. Tercera Edición. Prentice-Hall hispanoamericana, S.A.
- Briceño M., J. (2004) Comunicaciones Digitales, CAPITULO V. COMUNICACIONES INDUSTRIALES, PROTOCOLOS INDUSTRIALES , PROTOCOLO HART.
- HART Communication Foundation (1999). APPLICATION GUIDE <http://www.pacontrol.com/download/hart-protocol.pdf>
- Pagina web de HART Communication Foundation <http://www.hartcomm.org/LG/SP/protocol/about/aboutprotocol.html>
- B.F. Grumstrup, M. Hagen. NUEVAS PERSPECTIVAS PARA HART <http://www.texca.com/hart.htm>
- Helson, Ron. Los Beneficios del Protocolo de Comunicación HART® en Sistemas de Instrumentación Inteligentes. HART Communication Foundation <http://www.smar.com/espanol/hart.asp>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Highway\\_Addressable\\_Remote\\_Transducer\\_Protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Highway_Addressable_Remote_Transducer_Protocol)
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentación\\_electrónica](http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentación_electrónica)
- <http://www.forosdeelectronica.com/f12/funcionamiento-protocolo-hart-2721/>
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Bus\\_de\\_campo](http://es.wikipedia.org/wiki/Bus_de_campo)

## 10. APENDICE A, Comandos Prácticos de uso frecuente para el protocolo HART.

Command		Data In Command		Data in Reply			
#	Function	Byte	Data	Type	Byte	Data	Type
33	Read transmitter variables	0	Transmitter variable code for slot 0		0	Transmitter variable code for slot 0	
		1	Transmitter variable code for slot 1		1	Units code for slot 0	
		2	Transmitter variable code for slot 2		2-5	Variable for slot 0	(F)
		3	Transmitter variable code for slot 3		6	Transmitter variable code for slot 1	
					7	Units code for slot 1	
				8-11	Variable for slot 1	(F)	
				12	Transmitter variable code for slot 2		
				13	Units code for slot 2		
				14-17	Variable for slot 2	(F)	
				18	Transmitter variable code for slot 3		
				19	Units code for slot 3		
				20-23	Variable for slot 3	(F)	
			(truncated after last requested code)		(truncated after last requested variable)		
34	Write damping value	0-3	Damping value (seconds)	(F)		As in command	
35	Write range values	0	Range units code			As in command	
		1-4	Upper-range value	(F)			
		5-8	Lower-range value	(F)			
36	Set upper-range value (= push SPAN button)		None			None	
37	Set lower-range value (= push ZERO button)		None			None	
38	Reset "configuration changed" flag		None			None	
39	EEPROM control	0	EEPROM control code*			As in command	
			*0 = burn EEPROM; 1 = copy EEPROM to RAM				
40	Enter/exit fixed current mode	0-3	Current (mA)*	(F)		As in command	
			*0 = exit fixed current mode				
41	Perform device self-test		None			None	
42	Perform master reset		None			None	
43	Set (trim) PV zero		None			None	
44	Write PV units	0	PV units code			As in command	
44	Write PV units	0	PV units code			As in command	
45	Trim DAC zero	0-3	Measured current (mA)	(F)		As in command	

Command		Data in Command			Data in Reply		
#	Function	Byte	Data	Type	Byte	Data	Type
46	Trim DAC gain	0–3	Measured current (mA)	(F)	As in command		
47	Write transfer function	0	Transfer function code		As in command		
48	Read additional device status		None		0–5	Device-specific status	(B)
					6–7	Operational modes	(B)
					8–10	Analog outputs saturated*	(B)
					11–13	Analog outputs fixed*	(B)
					14–24	Device-specific status	(B)
					*24 bits each: LSB ... MSB refers to AO #1 ... #24.		
49	Write PV sensor serial number	0–2	Sensor serial number		As in command		
50	Read dynamic variable assignments		None		0	PV transmitter variable code	
					1	SV transmitter variable code	
					2	TV transmitter variable code	
					3	FV transmitter variable code	
51	Write dynamic variable assignments	0	PV transmitter variable code		As in command		
		1	SV transmitter variable code				
		2	TV transmitter variable code				
		3	FV transmitter variable code				
52	Set transmitter variable zero	0	Transmitter variable code		As in command		
53	Write transmitter variable units	0	Transmitter variable code		As in command		
		1	Transmitter variable units code				
54	Read transmitter variable information	0	Transmitter variable code		0	Transmitter variable code	
					1–3	Transmitter variable sensor serial number	
					4	Transmitter variable limits units code	
					5–8	Transmitter variable upper limit	(F)
					9–12	Transmitter variable lower limit	(F)
					13–16	Transmitter variable damping value (seconds)	(F)
					17–20	Transmitter variable minimum span	(F)
55	Write transmitter variable damping value	0	Transmitter variable code		As in command		
		1–4	Transmitter variable damping value (seconds)	(F)			



Command		Data in Command			Data in Reply		
#	Function	Byte	Data	Type	Byte	Data	Type
56	Write transmitter variable sensor serial number	0 1-3	Transmitter variable code Transmitter variable sensor serial number			As in command	
57	Read unit tag, descriptor, date		None		0-5 6-17 18-20	Unit tag (8 characters) Unit descriptor (16 characters) Unit date	(A) (A) (D)
58	Write unit tag, descriptor, date	0-5 6-17 18-20	Unit tag (8 characters) Unit descriptor (16 characters) Unit date	(A) (A) (D)		As in command	
59	Write number of response preambles	0	Number of response preambles			As in command	
60	Read analog output and percent of range	0	Analog output number code		0 1 2-5 6-9	Analog output number code Analog output units code Analog output level Analog output percent of range	(F) (F)
61	Read dynamic variables and PV analog output		None		0 1-4 5 6-9 10 11-14 15 16-19 20 21-24	PV analog output units code PV analog output level PV units code Primary variable SV units code Secondary variable TV units code Tertiary variable FV units code Fourth variable	(F) (F) (F) (F) (F) (F) (F) (F)
62	Read analog outputs	0 1 2 3	Analog output number; code for slot 0 Analog output number; code for slot 1 Analog output number; code for slot 2 Analog output number; code for slot 3		0 1 2-5 6 7 8-11 12 13 14-17 18 19 20-23	Slot 0 analog output number code Slot 0 units code Slot 0 level Slot 1 analog output number code Slot 1 units code Slot 1 level Slot 2 analog output number code Slot 2 units code Slot 2 level Slot 3 analog output number code Slot 3 units code Slot 3 level	(F) (F) (F) (F) (F)
			(truncated after last requested code)			(truncated after last requested level)	

Command		Data in Command			Data in Reply		
#	Function	Byte	Data	Type	Byte	Data	Type
63	Read analog output information	0	Analog output number code		0	Analog output number code	
					1	Analog output alarm select code	
					2	Analog output transfer function code	
					3	Analog output range units code	
					4–7	Analog output upper-range value	(F)
					8–11	Analog output lower-range value	(F)
					12–15	Analog output additional damping value (sec)	(F)
64	Write analog output additional damping value	0	Analog output number code			As in command	
		1–4	Analog output additional damping value (sec)	(F)			
65	Write analog output range value	0	Analog output number code			As in command	
		1	Analog output range units code				
		2–5	Analog output upper-range value	(F)			
		6–9	Analog output lower-range value	(F)			
66	Enter/exit fixed analog output mode	0	Analog output number code			As in command	
		1	Analog output units code				
		2–5	Analog output level*	(F)			
			* "not a number" exits fixed output mode				
67	Trim analog output zero	0	Analog output number code			As in command	
		1	Analog output units code				
		2–5	Externally measured analog output level	(F)			
68	Trim analog output gain	0	Analog output number code			As in command	
		1	Analog output units code				
		2–5	Externally measured analog output level	(F)			
69	Write analog output transfer function	0	Analog output number code			As in command	
		1	Analog output transfer function code				

Command		Data in Command			Data in Reply			
#	Function	Byte	Data	Type	Byte	Data	Type	
70	Read analog output endpoint values	0	Analog output number code		0	Analog output number code		
					1	Analog output endpoint units code	(F)	
					2–5	Analog output upper endpoint value		
					6–9	Analog output lower endpoint value	(F)	
107	Write burst mode transmitter variables (for Command #33)	0	Transmitter variable code for slot 0			As in command		
		1	Transmitter variable code for slot 1					
		2	Transmitter variable code for slot 2					
		3	Transmitter variable code for slot 3					
108	Write burst mode command number	0	Burst mode command number			As in command		
109	Burst mode control	0	Burst mode control code (0 = exit, 1 = enter)			As in command		
110	Read all dynamic variables		None		0	PV units code		
					1–4	PV value	(F)	
					5	SV units code		
					6–9	SV value	(F)	
					10	TV units code		
					11–14	TV value	(F)	
					15	FV units code		
					16–19	FV value	(F)	

Esta tabla es tomada de la Guía Aplicativa de la Fundación HART.

HART FIELD COMMUNICATIONS PROTOCOL

APPLICATION GUIDE HCF LIT 34 © 1999

Appendix D.