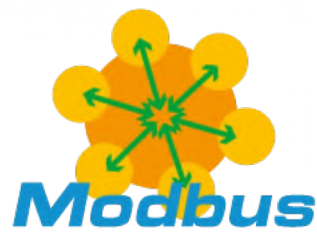


GUÍA DE REFERENCIA DE RS-485

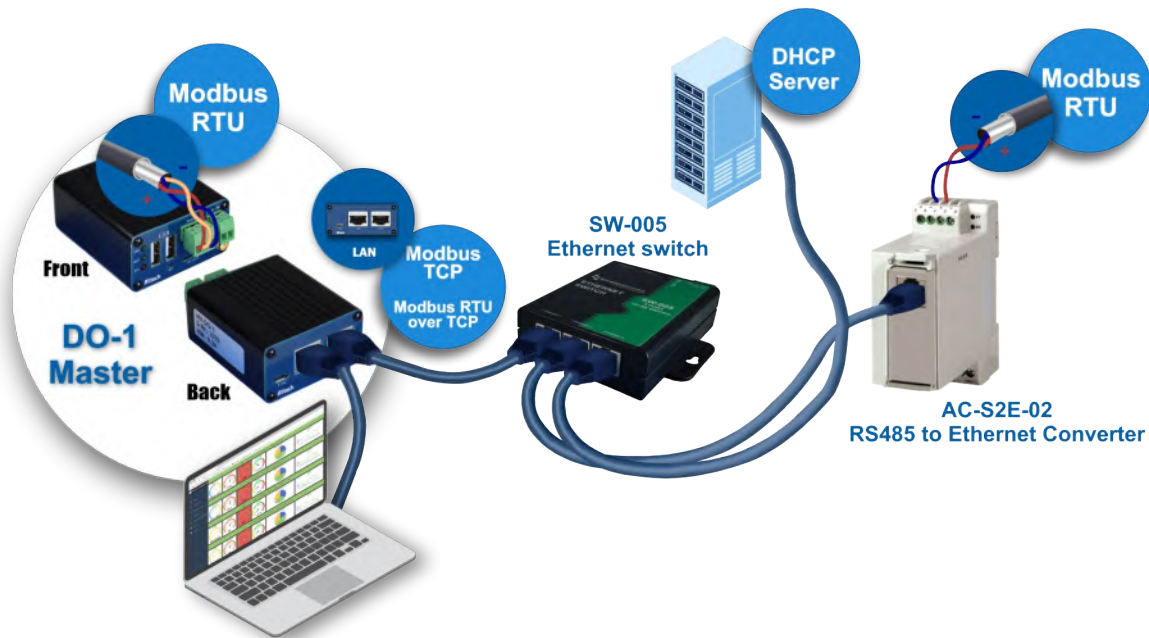


ALTECH MEXICO

2024

ESP 05/24

Modbus RTU / Modbus TCP / Modbus RTU sobre TCP

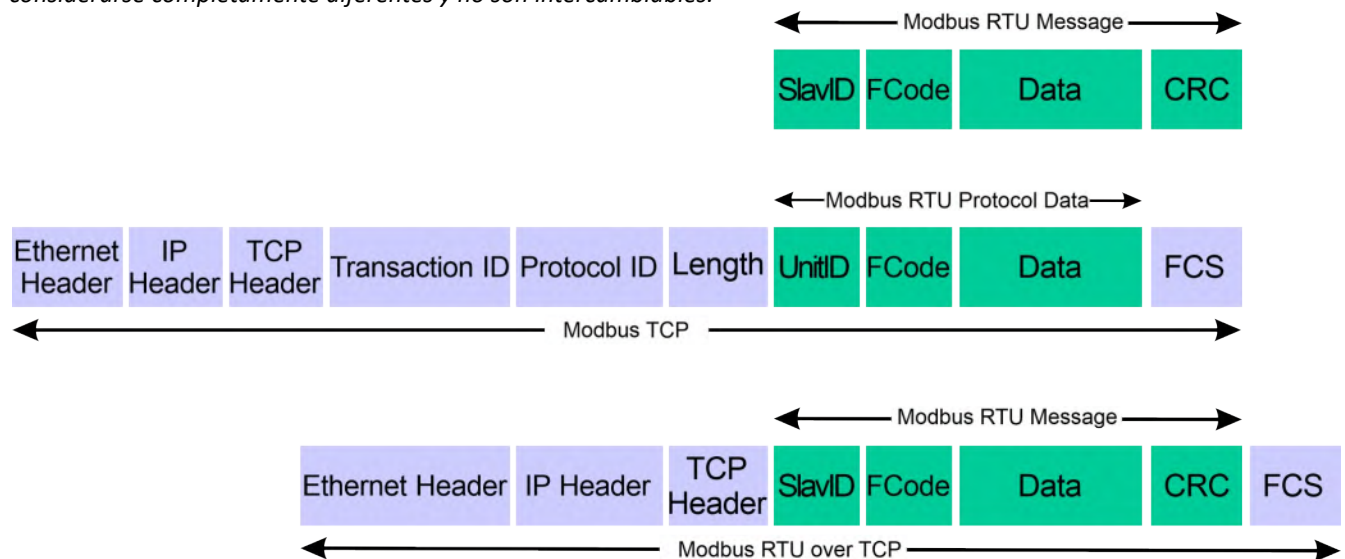


Modbus RTU es un protocolo de comunicación serie que utiliza principalmente RS-485. Con RS-485, el alcance puede ser de hasta 4000 pies (1200 m) y la velocidad de hasta 115200 baudios. A 115200 baudios, el alcance se reduce. Los dispositivos se pueden conectar en cadena con RS485.

Modbus TCP utiliza la comunicación TCP/IP. Todavía utiliza un protocolo Modbus similar pero comunica a través del protocolo TCP/IP. Modbus TCP tiene una sección de encabezado específica y, aunque el núcleo es el mismo, no utiliza la suma de verificación (checksum) que utiliza Modbus RTU. Además, el ID del esclavo se llama ID de unidad.

Modbus RTU sobre TCP le permite usar TCP/IP para comunicar con dispositivos Modbus serie. Modbus RTU sobre TCP encapsula el mensaje Modbus RTU dentro de un paquete TCP/IP. Esto incluye todo el paquete Modbus RTU con ID de esclavo y suma de verificación (checksum). En términos simples, es un mensaje Modbus RTU transmitido con un contenedor TCP y enviado a través de una red en lugar de líneas en serie.

Nota: Modbus TCP tiene una estructura de paquete diferente a la de Modbus RTU sobre TCP. Estos protocolos deben considerarse completamente diferentes y no son intercambiables.



Directrices de cableado de Modbus

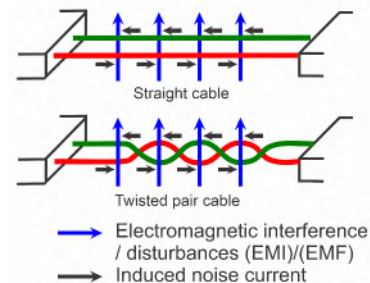
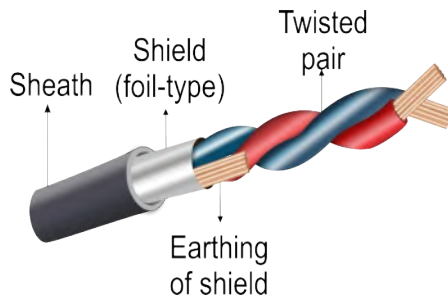
Descripción general

El Cableado / Conexión de un dispositivo Modbus al **DO-1** es único en su forma, en comparación con otros dispositivos que utilizan un protocolo de comunicación normal. El instalador puede experimentar algunas dificultades si no es un experto y no está bien informado sobre los factores a considerar al cablear dispositivos en redes de comunicación Modbus. A continuación, se presentan algunos de esos factores:

1. Tipo de cables

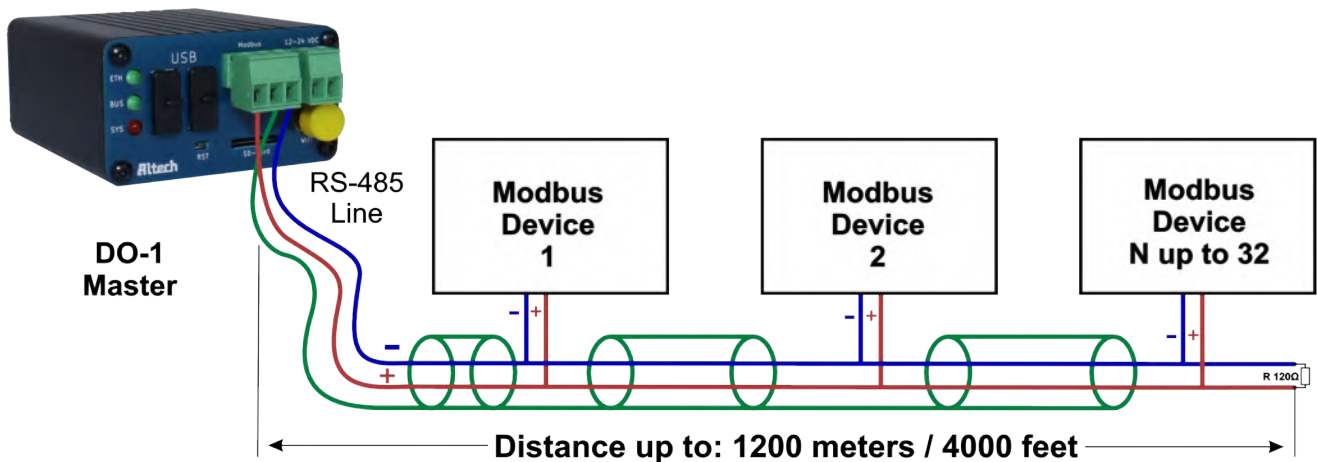
El cable a utilizar es un par trenzado blindado (tipo telefónico).

El par consiste en dos conductores que están trenzados juntos. Esta disposición mejora la inmunidad de la red porque el cable forma una serie de bobinas sucesivas, cada una de las cuales enfrenta en dirección opuesta a la siguiente; de esta manera, cualquier campo magnético en el entorno atraviesa cada par de bobinas en direcciones opuestas, y su efecto es así muy reducido (teóricamente, el efecto en cada bobina es exactamente opuesto al efecto en la siguiente y, por lo tanto, el efecto se anula). El blindaje puede ser trenzado (formado por una malla de hilos conductores delgados) o ser una lámina (consistente en una hoja de metal enrollada alrededor de los conductores), ambos tipos son equivalentes.



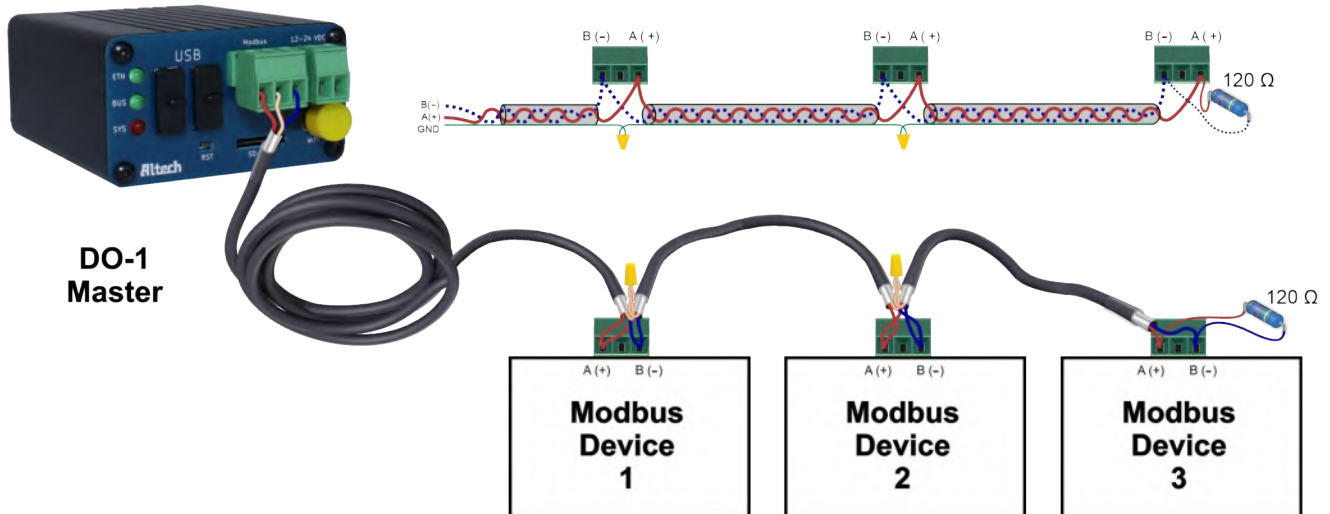
2. Conexión

Cada dispositivo Modbus tiene una terminal 'A/+' y 'B/-'. Los hilos del cable de comunicación (sistema RS-485 / cable de par trenzado blindado) se conectan a estas dos terminales. La conexión o cableado se realiza de tal manera que todos los dispositivos que forman parte de la red de comunicación Modbus sean paralelos entre sí, como se muestra a continuación.



Invertir las conexiones 'A/+' y 'B/-' de un dispositivo no solo detiene la comunicación entre estos dispositivos, sino que también detiene la comunicación en toda la red del sistema debido al voltaje de CD incorrecto (polarización) de los terminales del dispositivo incorrectamente conectado. Para evitar que esto suceda, se utilizan cables del mismo color para conectar un tipo de terminal (por ejemplo, rojo para A/+ y azul para B/-).

3. Conexión entre dispositivos



Nota: Los hilos no blindados del cable blindado deben mantenerse lo más cortos posible. También debe tenerse en cuenta que una conexión segura del blindaje del cable a los dispositivos Modbus es necesaria para garantizar un blindaje adecuado sobre las secciones individuales del cable. Esto asegurará una transmisión de datos libre de interferencias.

4. Distancia máxima del cable y número máximo de dispositivos

El cable principal no debe ser más largo de 1200 m. Esta distancia no incluye las derivaciones (que aún deben ser cortas). El número máximo de dispositivos que se pueden conectar al cable principal es de 32, incluyendo al maestro.

5. Repetidores

Para extender la red Modbus, se pueden usar repetidores, que son dispositivos de amplificación y regeneración de señal con dos puertos de comunicación que transmiten lo que reciben del dispositivo en un extremo al otro y viceversa. Al utilizar un repetidor, el cable principal se divide en diferentes segmentos, cada uno de los cuales puede tener hasta 1000 m de longitud y conectar 32 dispositivos (este número incluye los repetidores). El número máximo de repetidores que deben estar conectados en serie es 3. Un número mayor causará retrasos excesivos en el sistema de comunicación.

6. Conexión en el extremo del terminal

En algunos países, se permite insertar dos cables en el mismo terminal de tornillo. En este caso, es posible conectar directamente los terminales de entrada y salida principales a los terminales de un instrumento sin crear una derivación. Si, por otro lado, cada terminal solo puede aceptar un cable, se debe crear una derivación adecuada utilizando tres terminales auxiliares para cada instrumento que se vaya a conectar.

7. Conexión a tierra

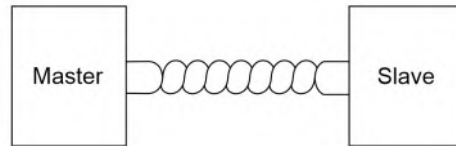
El blindaje del cable debe conectarse a tierra solo en un punto (GND). Normalmente, esta conexión se realiza en un extremo del cable principal.

8. Resistencia de terminación

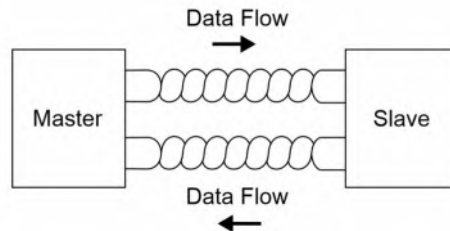
Para evitar reflexiones de señal, se debe colocar una resistencia de terminación de 120 ohmios en cada extremo del cable principal. La terminación debe usarse solo en los extremos del cable principal. Si la longitud total del cable principal es inferior a 5 m (16 pies), se puede evitar el uso de resistencias de terminación en los extremos del cable principal.

RS-485 – Full / Half Dúplex

Half Dúplex:



Full Dúplex:



Half Dúplex (Comunicación a 2 hilos)

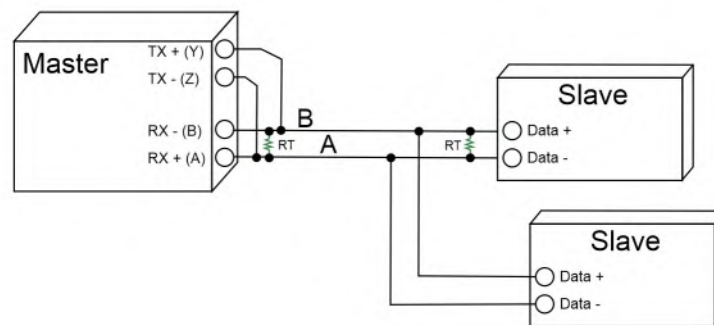
RS-485 está diseñado para que solo un transmisor en un par trenzado pueda estar activo a la vez. Con esta limitación, el maestro puede enviar datos al esclavo, o el esclavo puede enviar datos al maestro, pero ambos no se pueden enviar datos al mismo tiempo. A esto se le llama "Half Dúplex".

Full Dúplex (Comunicación a 4 hilos)

Un sistema Full Dúplex, por otro lado, permitiría la comunicación en ambas direcciones simultáneamente. Los sistemas Full Dúplex pueden diseñarse utilizando RS-485, pero requieren dos cables de par trenzado entre el maestro y el esclavo. Un par trenzado se utiliza para transmitir información en una dirección, y el otro par trenzado se utiliza para transmitir datos en la dirección opuesta.

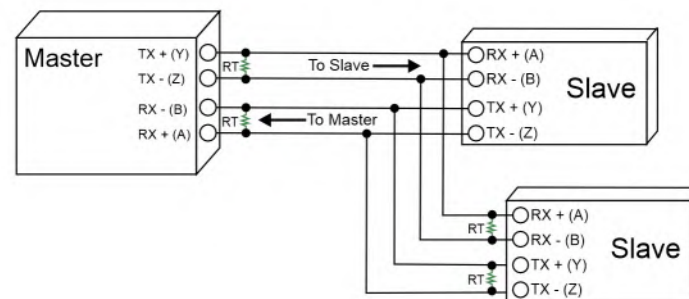
RS-485 Half Dúplex

Cableado



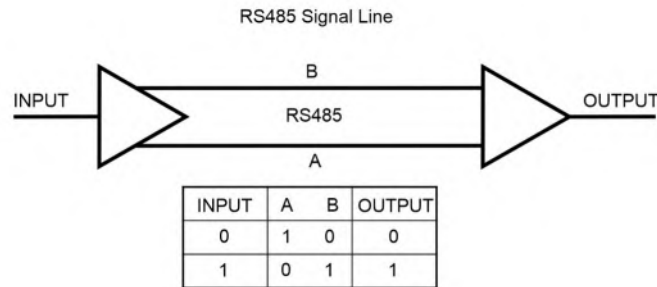
RS-485 Full Dúplex

Cableado

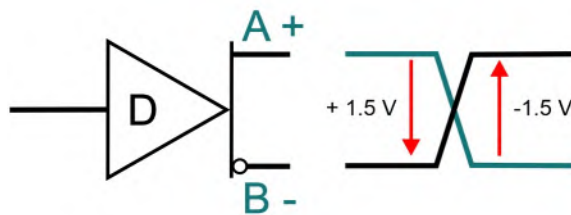


Señales / Niveles de Voltaje en una Red de 2 Hilos RS-485

Señales:



Nivel de voltaje para la transmisión de datos:



Voltaje (A+) - Voltaje (B-) => 1.5Vcd : 0 Lógico | Voltaje (B-) - Voltaje (A+) => 1.5Vcd : 1 Lógico

Para transmitir datos, la diferencia mínima de voltaje debe ser de 1.5 Vcd y no debe exceder los 5Vcd.

Nivel de voltaje para la recepción de datos:



Voltaje (A+) - Voltaje (B-) => 200mVcd : 0 Lógico | Voltaje (B-) - Voltaje (A+) => 200mVcd : 1 Lógico

Para recibir datos, la diferencia mínima de voltaje debe ser de 200mVcd.

Nota: Las redes RS-485 generalmente pueden mantener datos correctos con una diferencia de -7 a +12 Voltios.

Triple Estado (Para esperar):

Los dispositivos no activos en una red RS-485 pasan a un estado de alta impedancia (inactivo).

RS-485 permite múltiples dispositivos en el bus para transmisión bidireccional verdadera sobre un solo cable, por lo que cada Transceptor (TRX) debe tener capacidad de salida de tres estados;

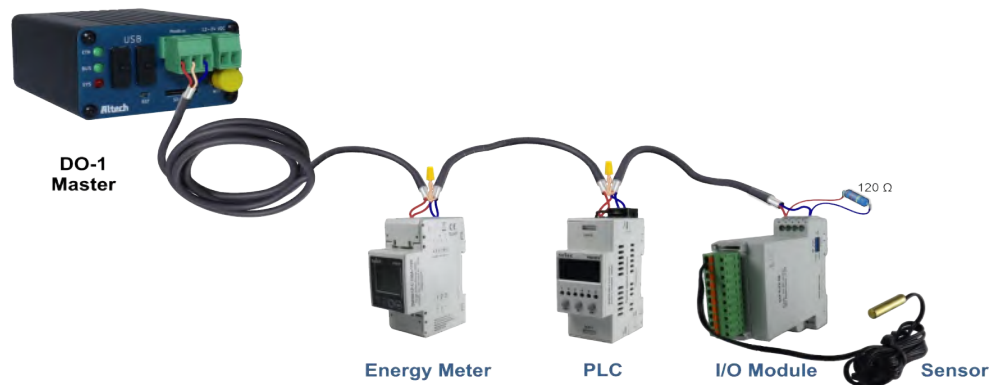
Marca: Enviando o Recibiendo un 1 Lógico | Espacio: Enviando o Recibiendo un 0 Lógico | Inactivo: Alta Impedancia

Solución de Problemas en la Comunicación RS-485

Cuando se producen fallos de comunicación en una red Modbus RS-485, pueden intervenir varios factores. Generalmente, la mayoría de los problemas relacionados con RS-485 pueden clasificarse en dos áreas principales:

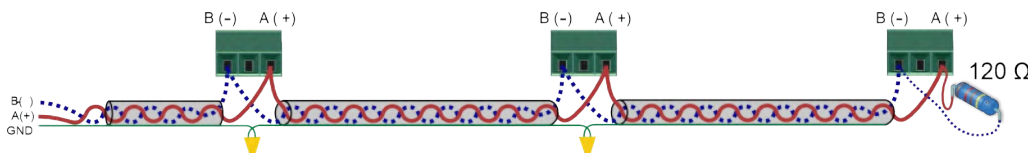
1. Problemas de Conexión Física de Cables

Las conexiones físicas adecuadas entre dispositivos son esenciales para la comunicación RS-485. Los dispositivos que se comunican a través de RS-485 deben estar equipados con un conector RS-485. Este puerto puede ser una simple terminal de tornillo, un conector DB9 o un conector RJ45. Independientemente de la implementación física, normalmente tendrá que lidiar con tres asignaciones de pines clave: +, -, y tierra. Algunos dispositivos pueden etiquetar estos pines como A, B, y Tierra, mientras que en casos más raros puede encontrar Tx/Rx+, Tx/Rx-, y Tierra como etiquetas. El siguiente diagrama proporciona una representación visual de cómo se conectan normalmente los dispositivos RS-485 en una configuración en cadena.



Si su red está configurada de esta manera y experimenta interrupciones en la comunicación o comunicación poco confiable, es imperativo realizar las siguientes comprobaciones de diagnóstico:

1. Verificar la polaridad invertida en la Línea RS-485:



2. Examinar las conexiones físicas:

Inicie el proceso de solución de problemas verificando que todas las conexiones hayan sido terminadas correctamente y fijadas de forma segura. A pesar de su aparente simplicidad, las conexiones de cables sueltas pueden provocar problemas de comunicación intermitente dentro de una red RS-485, lo que plantea un problema difícil de resolver.

3. Probar los Puertos RS-485:

Es posible que uno de los dispositivos en la red tenga un puerto RS-485 que no funcione correctamente. Para aislar este problema, considere reemplazar los dispositivos RS-485 individualmente con dispositivos funcionales conocidos, particularmente en configuraciones RS-485 multipunto. Un solo dispositivo con un puerto serie defectuoso puede interrumpir la comunicación de todos los dispositivos en el mismo cable.

4. Atender el ruido eléctrico:

Si bien el RS-485 es conocido por su resistencia al ruido eléctrico, la proximidad de los cables de comunicación a maquinaria o equipos que generan interferencias eléctricas sustanciales puede ser problemática. En tales casos, es aconsejable redireccionar los cables para minimizar la exposición a las fuentes de interferencia.

5. Mitigar bucles de tierra:

Los bucles de tierra pueden afectar negativamente la integridad de la señal RS-485 si múltiples dispositivos en el cable RS-485 conectan el blindaje a tierra. Esta interferencia puede distorsionar la señal RS-485. La buena práctica dicta que el blindaje del cable de comunicación solo debe conectarse a tierra en un extremo para evitar problemas de bucle de tierra. Además, se debe evitar la conexión accidental del blindaje en el centro del cable.

6. Considerar la terminación y el ajuste de impedancia:

Un resistor de terminación se utiliza en sistemas de comunicación RS-485 para garantizar la integridad de la señal y la confiabilidad de la comunicación. RS-485 es una interfaz de comunicación serial utilizada a menudo en aplicaciones industriales donde los datos deben transmitirse a distancias relativamente largas. Un resistor de terminación se utiliza por varias razones:

1. Prevención de Reflejos: Cuando se transmiten datos sobre longitudes de cable largas, pueden producirse reflexiones de señal en los extremos de la línea. Estas reflexiones pueden interrumpir la señal original y provocar errores de datos. El resistor de terminación absorbe estas reflexiones, minimizando así las interrupciones.

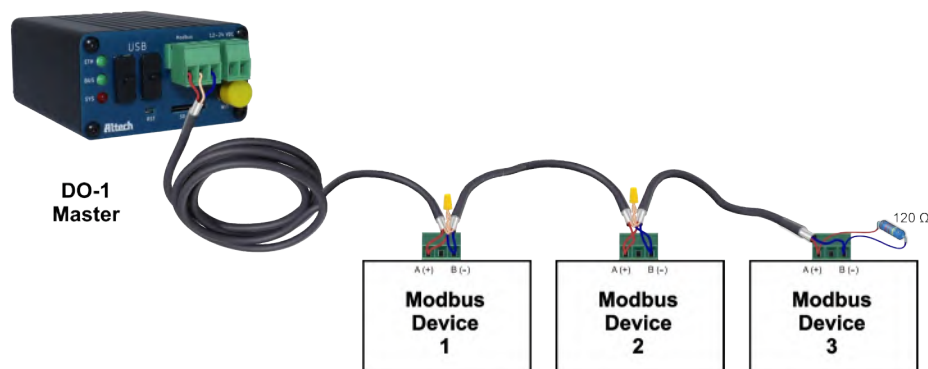
2. Ajuste de Impedancia: Las líneas RS-485 tienen una impedancia característica, típicamente 120 ohmios. Se utiliza un resistor de terminación con el mismo valor para terminar la impedancia de la línea. Esto ayuda a mantener la calidad de la señal y minimizar las reflexiones.

3. Inmunidad a la Interferencia: RS-485 es conocido por su resistencia a la interferencia, lo que lo hace ideal para entornos industriales. El uso de un resistor de terminación ayuda a mejorar la capacidad del sistema para combatir la interferencia preservando la integridad de la señal.

4. Mejora del Rango de Comunicación: El uso de resistores de terminación puede aumentar el rango de comunicación minimizando las pérdidas de señal debido a reflexiones.

Es importante tener en cuenta que la resistencia terminal se conecta típicamente solo en los extremos de la línea RS-485, no en cada dispositivo. Si usted tiene múltiples dispositivos en una cadena de comunicación RS-485, debe utilizar la resistencia terminal solo en los extremos de la línea, no en cada dispositivo intermedio. El valor exacto del resistor puede variar dependiendo de los requisitos específicos de su sistema RS-485, pero en la mayoría de los casos es de 120 ohmios para que coincida con la impedancia característica de la línea.

Importante: En el **DO-1**, solo se requiere un resistor de terminación al final de la línea, pues el **DO-1** ya tiene integrado un resistor de terminación de 120 ohmios.



En resumen: Estas medidas de diagnóstico abordan aspectos fundamentales de la solución de problemas de la red RS-485, incluyendo conexiones físicas, funcionalidad de dispositivos, interferencia de ruido, bucles de tierra y ajuste de impedancia a través de terminación y polarización. Una implementación cuidadosa de estas comprobaciones puede ayudar a identificar y corregir problemas de comunicación dentro de la red RS-485 y, en última instancia, mejorar su confiabilidad.

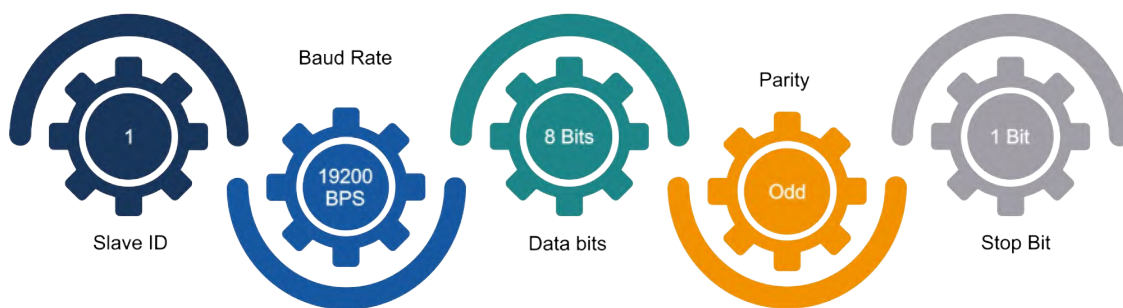
2. Configuraciones de Comunicación Desiguales

Otra fuente común de problemas con las redes RS-485 es la desalineación de las configuraciones de comunicación entre los dispositivos conectados a la red:

Una vez que se haya confirmado que todas las conexiones de cableado físico son correctas, la siguiente área de consideración es examinar las configuraciones de comunicación de todos los dispositivos en la red. Estas configuraciones de comunicación incluyen principalmente las configuraciones del puerto RS-485 en cada dispositivo individual.

Parámetros de datos cruciales como: 1. Velocidad en Baudios 2. Bits de datos 3. Bit de paridad 4. Bits de parada necesitan ser idénticos para cada dispositivo en el cable de comunicación.

Configuration example



Cabe señalar que estas configuraciones pueden incluir una variedad de combinaciones diferentes, lo cual es ciertamente permitido. Sin embargo, la tarea crítica es verificar cuidadosamente que estas configuraciones sigan siendo idénticas de un dispositivo a otro.

Las configuraciones de puerto desiguales típicamente conducen a fallas de comunicación dentro de la red. En tales casos, un dispositivo maestro puede emitir una solicitud a un esclavo, pero no recibe respuesta del esclavo.

Para ilustrar un escenario potencialmente peor, ha habido casos documentados donde un dispositivo maestro ha enviado una consulta a un dispositivo esclavo. Incluso en casos donde el dispositivo esclavo tuviese diferentes ajustes de puerto, éste respondería con un código de error Modbus. Esta respuesta se debió a una discrepancia en los ajustes de puerto, causando que el esclavo malinterpretara los datos transmitidos como una consulta Modbus irregular.

En resumen: Es imperativo que la configuración del puerto RS-485 de todos los dispositivos conectados a la red sea cuidadosamente examinada y consistente. Esta diligencia sirve como medida fundamental para asegurar una comunicación constante y efectiva dentro de la red RS-485.

Al abordar estas dos áreas clave, usted puede localizar y resolver eficazmente los problemas de comunicación RS-485, mejorando la confiabilidad de su red.

Información de Referencia de Modbus

Formato de Dirección de Datos Modbus

Esta es una de las partes más confusas al trabajar con dispositivos Modbus. Debido a que los fabricantes de dispositivos compatibles con Modbus se desvían del estándar Modbus, cada fabricante interpreta el estándar a su manera. Y utilizan tanto la convención tradicional como la extendida, así como direcciones de registro (entidad) o números de registro (entidad) para bobinas o registros.

- ⇒ *¡Es importante hacer una distinción entre el número de registro (entidad) y la dirección del registro (entidad)!*
- ⇒ *¿Los números en su documentación se refieren al número de registro o a la dirección del registro?*

Número de Bobina y Registro y Desplazamiento de Datos

- La convención tradicional tiene 5 dígitos y es basada en 1-(uno) para el número de bobina o registro.
- La convención extendida tiene 6 dígitos y es basada en 1-(uno) para el número de bobina o registro.

*La convención de numeración tradicional se diferencia del protocolo extendido en 1 dígito.
¡Esto a veces puede causar confusión!*

Mapa de Memoria

Tradición	Extendido	Tipo de Registro	Tamaño y Acceso	Notas	
Número de Bobina o Registro	Número de Bobina o Registro				
00001 – 09999	000001 – 065536	Bobinas	1 bit, lectura-escritura	DO	Salida discreta (digital)
10001 – 19999	100001 – 165536	Entradas	1 bit, lectura	DI	Entrada discreta (digital)
30001 – 39999	300001 – 365536	Registro de entrada	Palabra de 16 bits, lectura	AI	Entrada analógica
40001 – 49999	400001 – 465536	Registro de retención	Palabra de 16 bits, lectura-escritura	AO	Salida analógica

Número de Registro (Entidad), convención tradicional de 5 dígitos:

Los números de entidad comienzan con un dígito que representa la entidad (tipo de objeto), seguido de cuatro dígitos que representan la ubicación de la entidad. Un total de 5 dígitos:

- Los números de bobinas comienzan con **0** y van desde **00001** hasta **09999**
- Los números de entradas discretas comienzan con **1** y van desde **10001** hasta **19999**
- Los números de registros de entrada comienzan con **3** y van desde **30001** hasta **39999**
- Los números de registros de retención comienzan con **4** y van desde **40001** hasta **49999**

Número de Registro (Entidad), convención extendida de 6 dígitos:

Los números de entidad comienzan con un dígito que representa la entidad (tipo de objeto), seguido de cinco dígitos que representan la ubicación de la entidad. Un total de 6 dígitos:

- Los números de bobinas comienzan con **0** y van desde **000001** hasta **065536**
- Los números de entradas discretas comienzan con **1** y van desde **100001** hasta **165536**
- Los números de registros de entrada comienzan con **3** y van desde **300001** hasta **365536**
- Los números de registros de retención comienzan con **4** y van desde **400001** hasta **465536**

Dirección de Registro (Entidad):

La dirección de entidad se utiliza para identificar un registro específico dentro de un dispositivo Modbus. Estas direcciones indican la ubicación de los datos que desea leer o escribir dentro del dispositivo.

La dirección de entidad es la dirección de inicio; de 0 a 9998 para la convención tradicional y de 0 a 65535 para la convención extendida.

Direcciones de Registro Confusas de Modbus

A veces, se utilizan "números de entidad" en la documentación de los dispositivos Modbus. Estos números suelen tener cinco o seis dígitos de longitud y contienen información sobre el tipo de registro (objeto) y la dirección del registro. El primer dígito describe el tipo de registro (objeto), p. ej. 4 es un registro de retención. Los dígitos restantes describen la dirección más uno (sí, muy confuso).

Nota: La documentación de Modbus no está bien estandarizada. En realidad, existe un estándar, pero no se sigue bien en lo que a documentación se refiere. Tendrá que hacer una o más de las siguientes acciones para descifrar a qué registro se refiere realmente un fabricante.

Algunas pautas a seguir: ¡Mire los números mismos!

1º Para Convención Tradicional o Extendida: Busque 5 o 6 dígitos para ver si está utilizando la convención tradicional o extendida. Si ve el primer registro en la lista con el número 40001, eso realmente le indica que el registro #1 es un registro de retención y que está utilizando la convención tradicional (5 dígitos). Esta forma de notación suele denominarse antigua convención Modicon.

2º Dirección basada en 0-(cero): Mire el número en sí para ver el direccionamiento basado en 0 (cero) o en 1 (uno). Observe el último dígito a la derecha del primer número o dirección de registro (entidad). Si el último dígito es 0 (cero), significa que se está utilizando un direccionamiento basado en 0-(cero).

3º ¿Los números en su documentación se refieren a la dirección o número de registro?

- Busque palabras clave en la descripción del registro, como analógico, digital, discreto, registro de retención, registro de entrada, bobina, entrada, salida, etc. Si la documentación dice #1 y le dice que son registros de retención, entonces tiene el registro de retención #1.

- Buscar una definición de los códigos de función a utilizar. Si ve un registro #1, junto con una notación que le indica que use los códigos de función 3 y 16, eso también te indica que es un registro de retención #1.

4º Además, vea en la documentación si se utiliza la numeración binaria o hexadecimal para los números de registro o direcciones.

Variables (Tipos de Datos)

Tipo de Variable	Abreviación	Rango de la Variable
1-Bit	BOOL	0 y 1
Entero sin Signo de 16 bits	UINT16	0 a 65535
Entero con Signo de 16 bits	INT16	-32768 a 32767
Entero sin Signo de 32 bits	UINT32	0 a 4,294,967,295
Entero con Signo de 32 bits	INT32	-2,147,483,648 a 2,147,483,647
Entero sin Signo de 64 bits	UINT64	0 a (2 ⁶⁴)-1
Entero con Signo de 64 bits	INT64	-9,223,372,036,854,775,808 a 9,223,372,036,854,775,807
Flotante de 32 bits	Float32, FP32	-3.4028E+38... +3.4028E+38
Flotante de 64 bits	Float64, FP64	-3.4028E+308... +3.4028E+308

Algunos ejemplos de variantes de documentación:

El proveedor del esclavo Modbus determina y documenta qué datos están disponibles como referencias 0X, 1X, 3X o 4X (es decir, Bobinas, Entradas Discretas, Registros de Entrada y Registros de Retención, respectivamente).

Los **esclavos Modbus simples** pueden exponer todos sus datos solo como referencias **4X** (Registros de Retención), independientemente de si son valores analógicos o digitales (hasta 16 valores digitales pueden estar empaquetados en un registro) y independientemente de si son entradas (solo lectura por el maestro) o salidas (lectura/escritura por el maestro).

Los **esclavos Modbus más complejos** pueden usar todos los tipos de referencia y típicamente mapearán los datos de la siguiente manera:

Salidas Digitales => referencias **0X** (Bobinas)

Entradas Digitales => referencias **1X** (Entradas Discretas)

Entradas Analógicas => referencias **3X** (Registros de Entrada)

Salidas Analógicas => referencias **4X** (Registros de Retención)

"Registro de lectura **MSB a (→) LSB**" se refiere a Big Endian.

"Lectura de registro **LSB a (→) MSB**" se refiere a Little Endian.

"**0X, 1X, 3X, 4X**" tipo se refiere al tipo de registro (objeto) como bobina, entrada, registro de entrada o registro de retención.

"**4X0000**" se refiere a un registro de retención (4) , (X) para hexadecimal y a 0-(cero) basado en el registro de dirección 0.

"**Signed**" o "**INT**" se refiere a un tipo de datos entero con signo

"**Unsigned**" o "**USINT**" o "**UINT**" se refiere a un tipo de datos entero sin signo.

"**Unsigned short**" o "**UINT16**" se refiere a un tipo de datos entero sin signo de 16 bits

"**Short**" se refiere a un tipo de registro entero de 16 bits

"**INT16**" se refiere a un tipo de datos entero de 16 bits con signo

"**1-Word**" o "**2 Bytes**" se refiere a un registro de 16 bits

"**INT32**" o "**DINT**" se refiere a un tipo de datos entero de 32 bits con signo.

"**UINT32**" o "**UDINT**" se refiere a un tipo de registro entero de 32 bits sin signo

"**Long**" se refiere a un tipo de registro entero de 32 bits

"**Unsigned long**" se refiere a un tipo de datos entero de 32 bits sin signo

"**2-Word**" o "**DWORD**" se refiere a 32 bits o dos registros consecutivos de 16 bits

"**Float**" o "**Float32**" o "**FP32**" o "**REAL**" se refiere a un registro de 32 bits de coma flotante

"**Double**" o "**Float64**" o "**FP64**" o "**LREAL**" se refiere a un registro de 64 bits en coma flotante.

"**BOOL**" se refiere a un registro de 1 bit (0 ó 1)

"**HEX**" se refiere a la representación hexadecimal

"**4-Word**" o "**LWORD**" se refiere a 64 bits o cuatro registros consecutivos de 16 bits.

Endianness (Orden de los bytes)

Se representa de dos formas: **Big-Endian** (De orden de bytes más significativo primero)
Little-Endian (De orden de bytes menos significativo primero)

Ejemplo a continuación:

Número Decimal: 61455 = Número Binario: $\boxed{11110000} \boxed{00001111}$ = Número Hexadecimal: $\boxed{FO} \boxed{0F}$

| | | |
 | | Número Menos Significativo | | Byte Menos Significativo (LSbyte)
 | Número Más Significativo | Byte Más Significativo (MSbyte)

Lectura de Registro de Izquierda a Derecha

	Números Binarios	Números Hexadecimales
Big-Endian (más común)	$\xrightarrow{\hspace{10em}}$ $\boxed{11110000} \boxed{00001111}$ MSbyte LSbyte	$\xrightarrow{\hspace{10em}}$ $\boxed{FO} \boxed{0F}$
Little-Endian	$\xrightarrow{\hspace{10em}}$ $\boxed{00001111} \boxed{11110000}$ LSbyte MSbyte	$\xrightarrow{\hspace{10em}}$ $\boxed{0F} \boxed{FO}$

Lectura de Registro de Derecha a Izquierda

	Números Binarios	Números Hexadecimales
Big-Endian Invertido	$\xleftarrow{\hspace{10em}}$ $\boxed{00001111} \boxed{11110000}$ LSbyte MSbyte	$\xleftarrow{\hspace{10em}}$ $\boxed{0F} \boxed{FO}$
Little-Endian Invertido	$\xleftarrow{\hspace{10em}}$ $\boxed{11110000} \boxed{00001111}$ MSbyte LSbyte	$\xleftarrow{\hspace{10em}}$ $\boxed{FO} \boxed{0F}$

Nota: Big-endian es el más común porque corresponde a la forma en que los humanos escriben números (los dígitos más significativos están a la izquierda). Se utiliza en protocolos de red como IP y TCP, que siguen un estándar llamado orden de bytes de red (big-endian). Los primeros sistemas informáticos, como el IBM 360, preferían big-endian, y su consistencia facilita la escritura de software para diferentes sistemas sin hacer cambios.

Ciclo Típico de Consulta-Respuesta de Modbus

El maestro enviará una solicitud (consulta) en forma de flujo de bytes, el esclavo responderá con un flujo de bytes similar (pero diferente), con 4 secciones diferentes que constan de bits que sirven para diferentes propósitos.

Consulta del Maestro

Dirección del Dispositivo	ID de unidad del dispositivo esclavo de destino (1 Byte) <i>ID de Unidad Modbus</i>
Código de Función	Indica al esclavo qué función realizar (1 Byte) <i>Código de Función</i>
Bytes de Datos de Ocho Bits	Especifica el rango de bloques de direcciones (4 Bytes) <i>Dirección del bloque de Memoria Inicial + número de bloques</i>
Chequeo de Error	CRC - Comprobación de redundancia cíclica (2 Bytes) <i>Para la Detección de Errores en la Transmisión de Datos</i>

Respuesta del Esclavo

Dirección del Dispositivo	ID de Unidad del dispositivo esclavo de destino (1 Byte) <i>Espejo de Consulta Maestra</i>
Código de Función	Devuelve el mismo código de función (1 Byte) <i>Espejo de Consulta Maestra</i>
Bytes de Datos de Ocho Bits	Se devuelven los datos (4 Bytes)
Chequeo de Error	CRC - Comprobación de redundancia cíclica (2 Bytes) <i>para la Detección de Errores en la Transmisión de Datos</i>

Ejemplo de lectura de datos de entrada analógica (Corriente eléctrica en mA)

Consulta del Maestro: 01 03 00 00 00 01 C5 C8 (hex)

Data	Byte	Descripción	Notas
01	1	Dirección del dispositivo	Rango de direcciones
03	1	Código de función	03 - Leer registro de retención
00 00	2	Dirección de registro	Dirección de registro inicial
00 01	2	Número de registro	0001 – Leer 1 registro (Corriente eléctrica)
C5 C8	2	CRC Verificar Código	CRC Verificar Código creado por Modbus

Respuesta del Esclavo: 01 03 02 07 69 B6 26 (hex)

Data	Byte	Descripción	Notas
01	1	Dirección del Dispositivo	Rango de direcciones
03	1	Código de Función	03 - Leer registro de retención
02	1	Bytes de Datos	02 - Leer 2 bytes
07 69	2	Leer Datos	0769 - Entrada analógica del canal 1 (corriente eléctrica)
B6 26	2	CRC Verificar Código	CRC Verificar Código creado por Modbus

Valor analógico del Canal 1 : 0769 (hex) = 1897 (dec). Corriente eléctrica (I) = 1897 * 0.005 (Gain/multiplicador) = 9.485mA

Comandos Modbus (Códigos de Función más Comunes)

Código de Función	Acción	Descripción	Tipo de Valor	Tipo de Acceso
01	Leer DO	Leer estado de bobina	1-Bit	Lectura
02	Leer DI	Leer estado de entrada	1-Bit	Lectura
03	Leer AO	Leer registro de retención	16-Bit	Lectura
04	Leer AI	Leer registro de entrada	16-Bit	Lectura
05	Escribir un DO	Forzar una bobina individual	1-Bit	Escritura
06	Escribir un AO	Preajustar un registro individual	16-Bit	Escritura
15	Registro Múltiple DO	Forzar múltiples bobinas	1-Bit	Escritura
16	Registro Múltiple AO	Preajustar múltiples registros	16-Bit	Escritura
17	Informe de ID del Esclavo	Leer registro de retención	16-Bit	Lectura

Códigos de Excepción de Modbus

01	Función ilegal	El código de función recibido en la consulta no es una acción permitida para el esclavo. Si se emitió un comando de sondeo de Programa Completo, este código indica que ninguna función de programa lo precedió.
02	Dirección de datos ilegal	La dirección de datos recibida en la consulta no es una dirección permitida para el esclavo.
03	Valor de datos ilegal	Un valor contenido en el campo de datos de la consulta no es un valor permitido para el esclavo.
04	Fallo del dispositivo esclavo	Ocurrió un error irreparable mientras el esclavo intentaba realizar la acción solicitada.
05	Reconocimiento	El esclavo ha aceptado la solicitud y la está procesando, pero necesitará mucho tiempo para hacerlo. Esta respuesta se devuelve para evitar que se produzca un error de tiempo de espera en el maestro. Luego, el maestro puede emitir un mensaje de sondeo de Programa Completo para determinar si el proceso está completo.
06	Dispositivo esclavo ocupado	El esclavo está ocupado procesando un comando de programa de larga duración. El maestro debería retransmitir el mensaje más tarde cuando el esclavo esté libre.
07	Reconocimiento negativo	El esclavo no puede realizar la función del programa recibida en la consulta. Este código se devuelve para una solicitud de programación fallida usando el código de función 13 o 14 decimal. El maestro debe solicitar información de diagnóstico o error del esclavo.
08	Error de paridad de memoria	El esclavo intentó leer memoria extendida, pero detectó un error de paridad en la memoria. El maestro puede intentar nuevamente la solicitud, pero puede ser necesario un servicio en el dispositivo esclavo.

Técnicas de solución de problemas para la comunicación Modbus

Este capítulo se centra en técnicas de resolución de problemas específicas del protocolo Modbus. Suponiendo que ya se haya verificado la configuración del cableado y del puerto RS-485, examinaremos métodos para diagnosticar y corregir problemas dentro de las redes Modbus. Ya sea que esté tratando con una red Modbus RS-485 existente o configurando una nueva, estas verificaciones y técnicas serán invaluable.

1. Verificación de ID de Unidad

En una red Modbus, cada dispositivo debe tener un ID de unidad único. Cuando se solucionan problemas de red, el primer paso es confirmar que no haya ID de unidad duplicados entre los dispositivos. Es importante repetir esta verificación porque algunos dispositivos configuran sus ID de unidad a través de interruptores DIP o pantallas locales, mientras que otros requieren configuración basada en computadora utilizando el software del fabricante.

2. Configuración del Maestro Modbus

Entendiendo que el maestro Modbus es responsable de coordinar toda la comunicación de red, es imperativo asegurar una configuración adecuada. El maestro Modbus debe estar configurado para reconocer:

- El ID de unidad de cada esclavo en la red.
- Los registros específicos para leer y escribir para cada esclavo.

Esta configuración generalmente se realiza a través de una computadora que utiliza el software del fabricante. Es vital confirmar que el maestro Modbus posee una lista precisa de ID de unidades esclavas en la red y el listado de registros correctos para cada esclavo respectivo.

3. Sustitución de Maestro Modbus

Este método requiere una computadora, preferiblemente una laptop, y un convertidor USB a RS-485. Ejecute una aplicación de maestro Modbus en su computadora para enviar mensajes de encuesta Modbus a la red. El objetivo es reemplazar el dispositivo maestro Modbus original con la laptop actuando como el maestro Modbus para comunicarse con cada esclavo en la red. La comunicación efectiva confirma que el problema está con el dispositivo maestro Modbus original, lo que permite reevaluar su configuración. Si el software de la aplicación maestra Modbus no logra comunicarse con los dispositivos esclavos, desconecte y vuelva a conectar todos los esclavos uno por uno para identificar los dispositivos problemáticos.

Si se establece la comunicación con los esclavos, pero no se recuperan datos, examine los flujos de datos de respuesta en busca de respuestas de excepción y revise los códigos de excepción asociados.

4. Sustitución de Esclavo Modbus

Este método es útil cuando se trata con equipos nuevos que están configurados para actuar como un maestro Modbus. Para verificar la precisión de las instrucciones de configuración en el manual, utilice su laptop y un convertidor USB a RS-485. Ejecute una aplicación de simulador de esclavo Modbus, como Modsim32 de win-tech, en su laptop para simular un esclavo Modbus. Conecte el maestro Modbus al convertidor RS-485 y la laptop, configure el maestro Modbus para leer datos del esclavo simulado y modifique los valores de datos dentro de la simulación. Verifique que el maestro Modbus lea estos valores de datos correctamente.

Al emplear software de aplicación de simulador de maestro y esclavo Modbus, puede crear escenarios de prueba controlados para solucionar eficazmente problemas de red.

Una lista de softwares de simulación y (proveedores) que ofrecen soluciones Modbus:

Aplicación Maestra Modbus:

ModScan32 (Win-TECH)
Simply Modbus Master (Simply Modbus)
CAS Modbus Scanner (Chipkin Automation Systems)
Modbus Poll (modbus tools)
QModMaster (libmodbus)
Winlog Lite (SCADA)
ModbusView TCP (Ocean Controls)
Simply Modbus TCP (Simply Modbus)

Aplicación de Simulador Esclavo Modbus:

Modsim32 from (Win-TECH)
Simply Modbus Slave (Simply Modbus)
CAS Modbus Slave (Chipkin Automation Systems)
Modbus Slave (modbus tools)

Algunos enlaces útiles:

<https://rapidscada.net/modbus/>

Estas aplicaciones desempeñan un papel vital en facilitar las técnicas de solución de problemas discutidas en este capítulo.

Glosario:

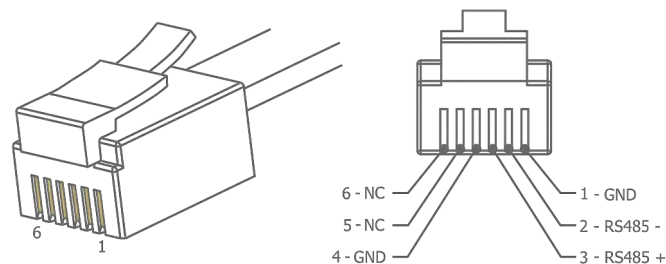
OX — Hexadecimal
BIT— Dígito binario
BYTE— Por ocho (grupo de 8 bits)
BPS — Bits por segundo
BIN— binario
CRC — Comprobación de redundancia cíclica
DEC— decimal
DHCP — Protocolo de configuración Huesped Dinámico
HEX — Hexadecimal
IEC — Comisión Electrotécnica Internacional
IP — Protocolo de Internet
PoE — Alimentación a través de Ethernet
TCP/IP — Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet
TRX — Transceptor contiene transmisor y receptor
RTU — Unidad Terminal Remota

RS-485 - Conexiones de dos cables

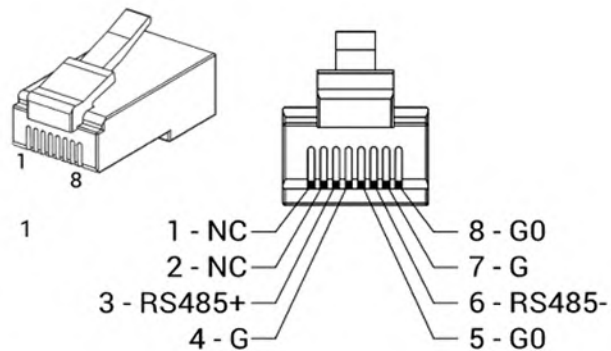
El estándar RS485 no especifica un tipo de conector o disposición de pines específicos, pero hay varias convenciones ampliamente utilizadas en la práctica. A continuación se muestran algunos ejemplos de conectores y disposiciones de pines:

Bloques de terminales / Terminales de tornillo: los dispositivos RS485 a menudo utilizan bloques de terminales para conectar los cables de par trenzado RS485. Estos bloques de terminales suelen tener terminales de tornillo para facilitar la conexión de los cables RS485.

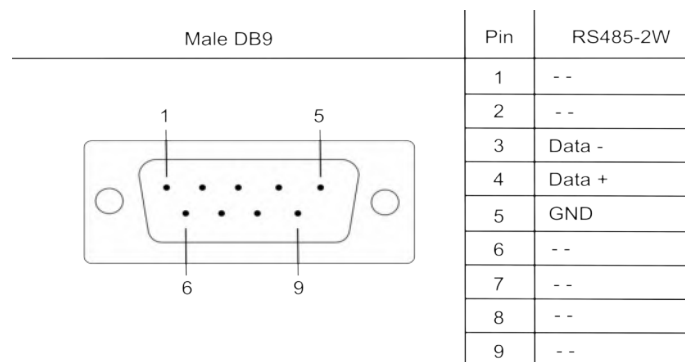
J11 (ejemplo):



RJ45 (ejemplo):



DB9 (ejemplo):



Nota: Es importante tener en cuenta que si bien estos son ejemplos de convenciones, la disposición real de pines y el tipo de conector utilizado para la comunicación RS485 pueden variar según el dispositivo o fabricante específico. Por lo tanto, siempre es una buena práctica consultar la documentación proporcionada por el fabricante del dispositivo para conocer la distribución de los pines y el tipo de conector correctos.