



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# “Estabilización de la eficiencia de la máquina servilletera de la Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A. mediante la detección y corrección de fallas en la red de bus de campo con protocolo Profibus-DP.”

Loma Sinchiguano, Franklin Gerardo

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología  
Centro de Posgrados

Maestría en Electrónica y Automatización Mención Redes Industriales

Ing. Pruna Panchi, Edwin Patricio Mgs

CÓDIGO: GDI.3.1.004

VERSIÓN: 1.0



## Resumen

- En la actualidad, las Industrias buscan maximizar sus ganancias, tienen como misión garantizar la seguridad de su recurso humano; mediante benchmarking buscan satisfacer las necesidades de sus clientes y entregar productos de calidad a tiempo.
- La Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A. posee en sus instalaciones una máquina servilletera con tecnología basada en redes de comunicaciones industriales a nivel de campo y control, esto permite satisfacer todas las necesidades de sus clientes.



## Resumen

- La herramienta móvil ProfiTrace 2 permitirá adquirir el telegrama de datos de la red Profibus –DP para visualizarlos mediante un computador personal y realizar el respectivo análisis de su calidad y salud; con esta información se ejecutarán actividades correctivas programadas para eliminar los paros no deseados, esto permitirá garantizar la confiabilidad intrínseca de sus elementos y alcanzar la estabilización de la eficiencia del proceso productivo en la máquina servilletera 17.

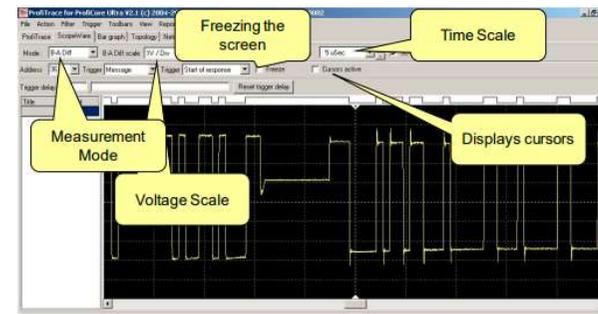
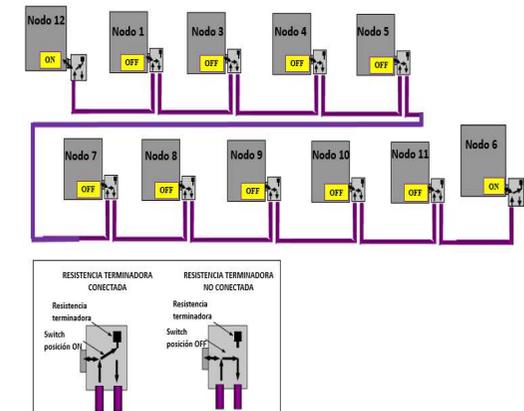


## Objetivos

- Estabilizar la eficiencia de la máquina servilletera de la Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A, mediante la detección y corrección de errores presentes en la capa física y lógica del protocolo Profibus-DP.
  - Conocer la forma de operación del protocolo Profibus-DP en el proceso de producción de la máquina servilletera.
  - Investigar cómo funciona la herramienta portátil de análisis de redes de bus de campo ProfiTrace 2 de PROCENTEC.
  - Utilizar la herramienta portátil de red de bus de campo ProfiTrace 2 para analizar y localizar errores en los datos de comunicación del protocolo Profibus-DP.
  - Ejecutar acciones de mantenimiento basado en condición para la corrección de los errores identificados en el protocolo Profibus-DP y optimizar el funcionamiento de la red.
  - Realizar pruebas de funcionamiento para determinar la estabilización de la máquina servilletera en el proceso de producción de la Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A.

## Justificación, importancia y alcance del proyecto

- La posible inestabilidad en la red Profibus-DP de la máquina servilletera 17 ocasionará que la eficiencia de la máquina se vea reducida.
- Para evitar afectaciones en la eficiencia de la máquina por fallas o errores en la red Profibus-DP se debe cumplir las normativas de instalación de Profibus International.
- Para conocer el nivel de la calidad del telegrama de datos del protocolo Profibus-DP se utilizará la herramienta de análisis de redes de campo ProfiTrace 2.
- Si la herramienta ProfiTrace 2 arroja información donde se evidencia una calidad deficiente en el telegrama de datos, se realizará el mantenimiento basado en condición a nivel de capa la física del protocolo Profibus-DP para mantener dentro de estándares la rentabilidad que genera la máquina servilletera 17 a la Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A.



## Hipótesis

La eficiencia de la máquina servilletera 17 de la Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A. se estabilizará mediante la corrección de errores presentes en el telegrama de datos de la red de bus de campo con protocolo Profibus-DP.

## Generalidades

### Empresa Productos Familia Sancela del Ecuador S.A.

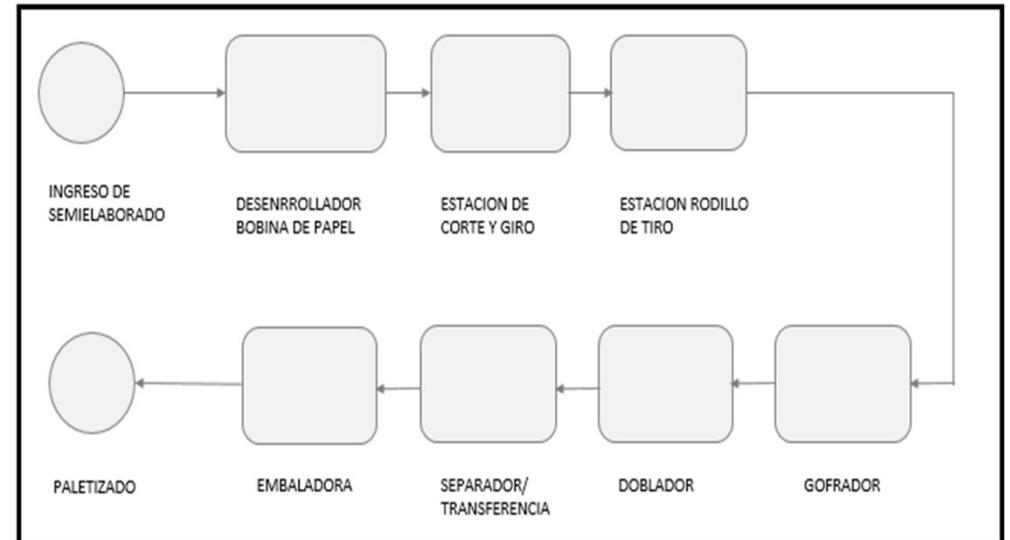
- La Empresa Productos Familia del Ecuador S.A, ubicada en el cantón Latacunga panamericana Norte km 20, sector Lasso, se dedica a la transformación de papel reciclado en bobinas de papel higiénico. Estas bobinas son la materia prima de las máquinas convertidoras para fabricar productos como toallas de cocina, servilletas, toallas de manos y papel higiénico.



## Generalidades

### Plantas industriales de producción de papel

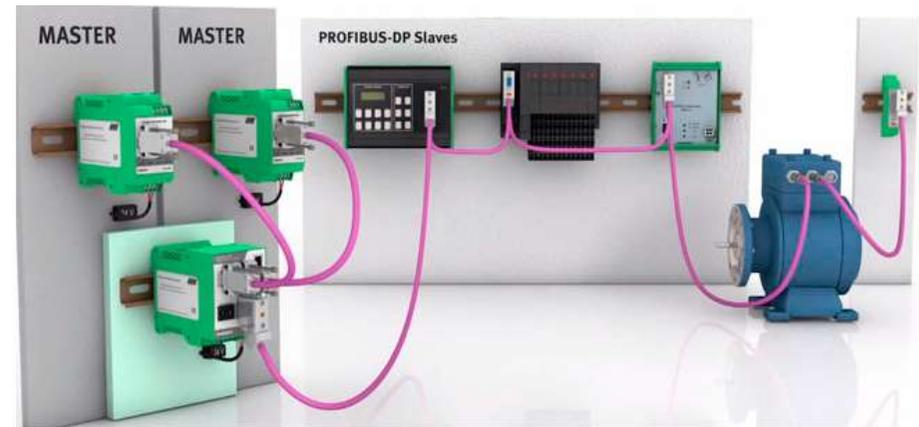
- Las plantas industriales que se dedican a la elaboración de productos para la higiene personal han experimentado un crecimiento exponencial según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, el crecimiento se ve reflejado especialmente en productos como las servilletas. Esto ha permitido que los empresarios inviertan en la compra de máquinas servilleteras.
- Las máquinas de servilletas son las encargadas de convertir bobinas de papel tissue en hojas de servilletas



## Generalidades

### Protocolo Profibus-DP - Introducción

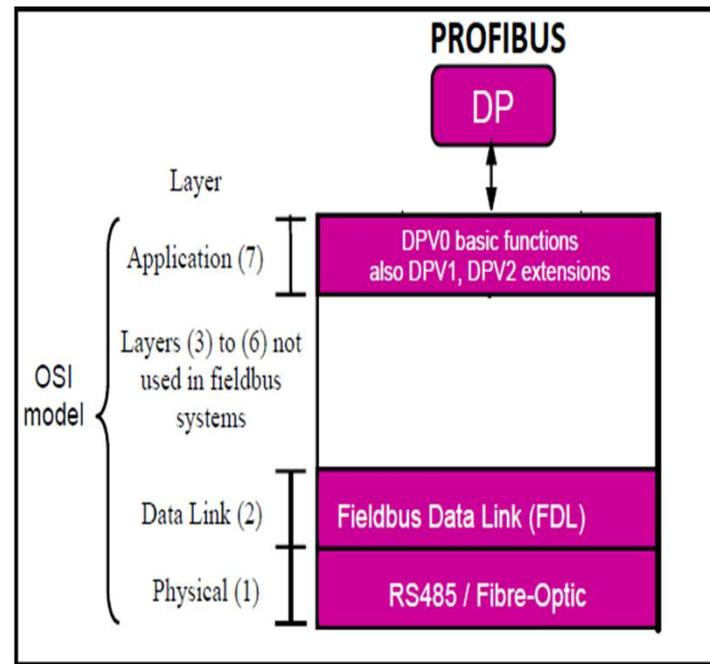
- Dentro de la pirámide TIA (Totally Integrated Automation) el protocolo de bus de campo Profibus-DP ha logrado ser el líder a nivel mundial por sus características de protocolo fiable, abierto e interconectable con dispositivos de distintos fabricantes.
- El protocolo Profibus-DP está garantizado por las normas europeas EN 50170 y EN 50254, en el año 2000 formó parte del estándar internacional IEC 61158.



## Generalidades

### Protocolo Profibus-DP – Arquitectura

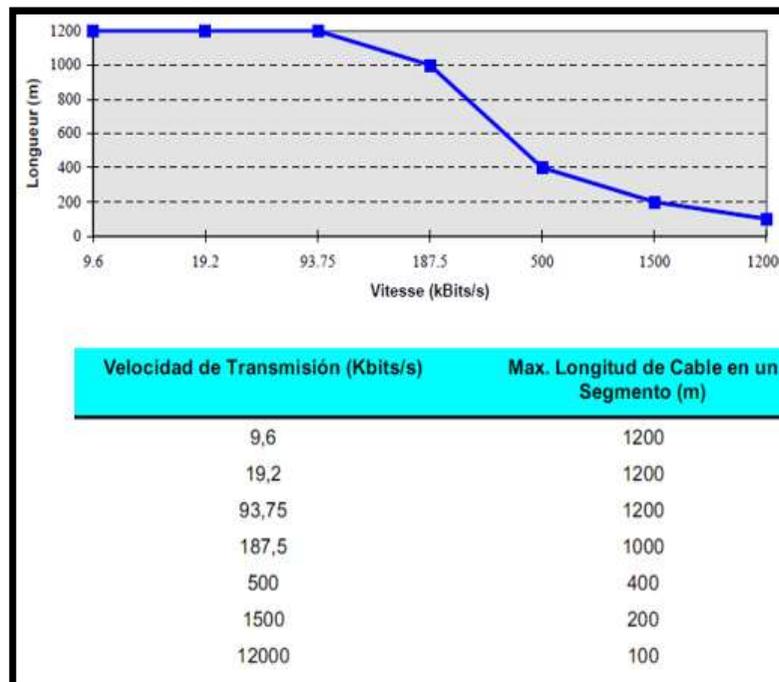
- La arquitectura del protocolo Profibus-DP está encaminada al modelo OSI, de acuerdo con la norma internacional ISO 7498.



## Generalidades

### Protocolo Profibus-DP –Velocidad de transmisión

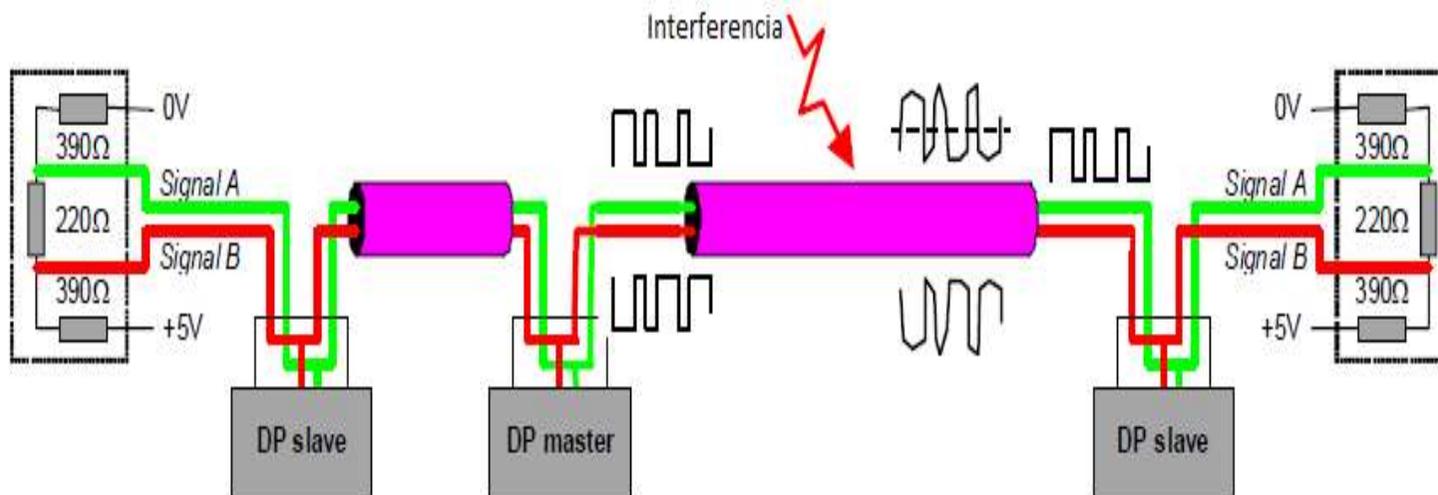
- La velocidad de la transmisión de datos en una infraestructura con Profibus-DP está relacionada directamente con la longitud del cable



## Generalidades

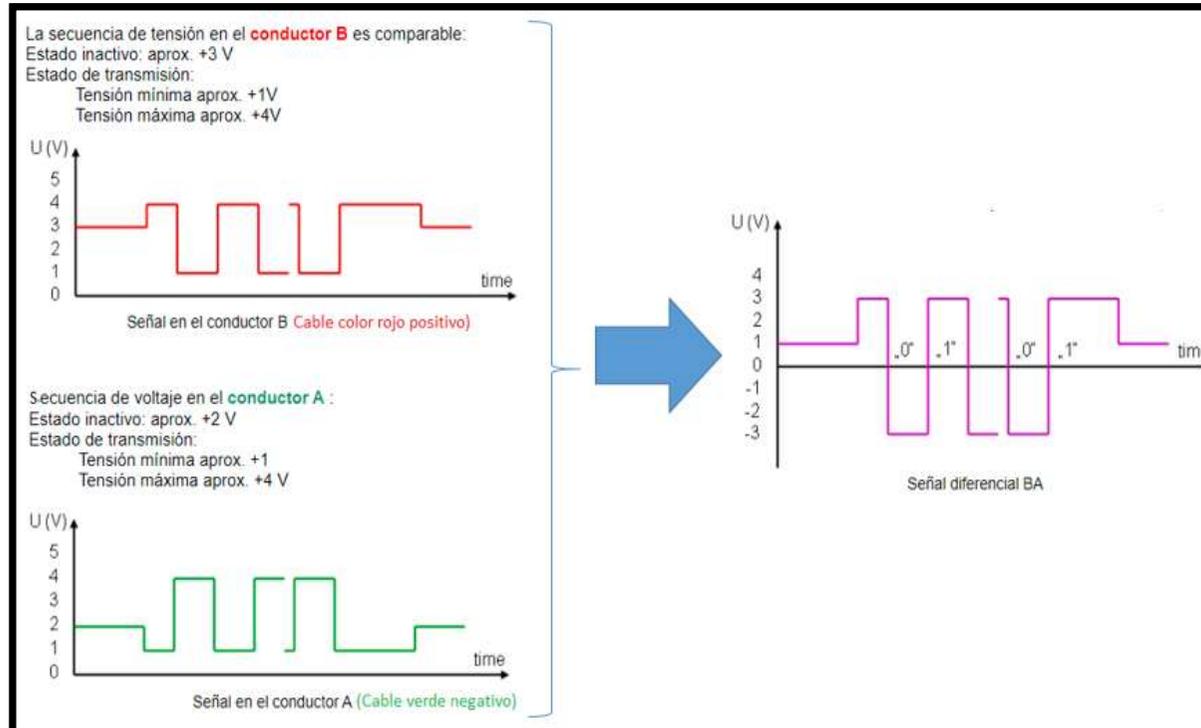
### Protocolo Profibus-DP – Tecnología de transmisión eléctrica

- En Profibus-DP, la transmisión de datos se realiza por una onda cuadrada simétrica balanceada (tecnología RS 485), donde dos cables llevan la señal uno positivo y otro negativo. La señal diferencial lleva la información, por lo que cualquier captación tiende a cancelarse



# Generalidades

## Protocolo Profibus-DP – Niveles de voltaje



## Generalidades

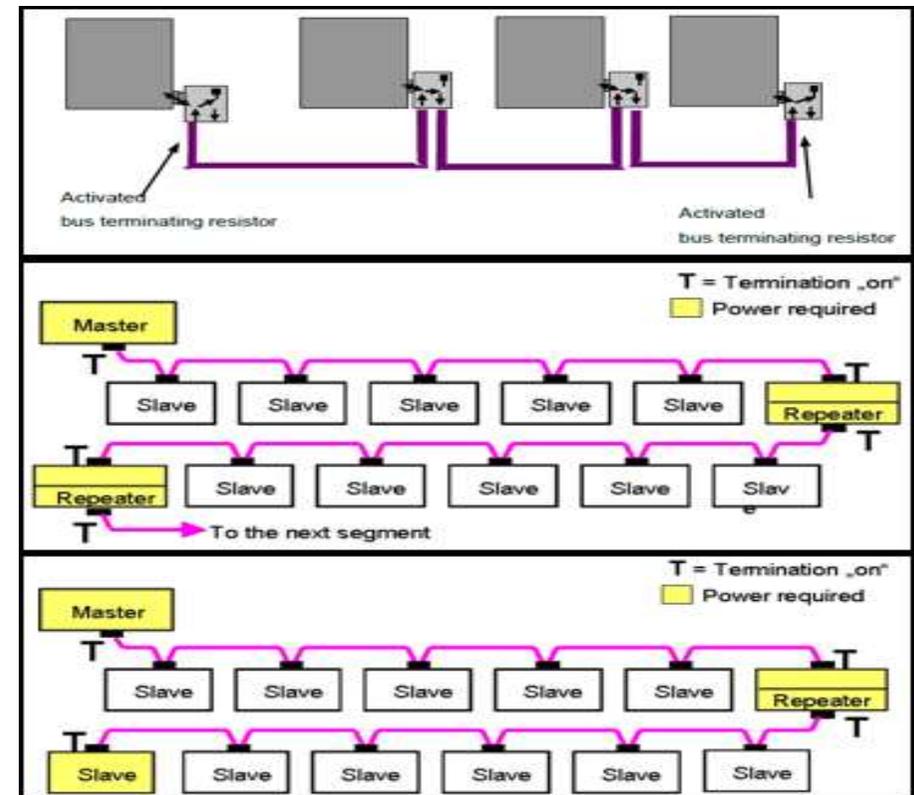
### Protocolo Profibus-DP – Aplicaciones y Características

Rama de la automatización	Automatización de producción y automatización de procesos.
Descripción	Utilizado para tareas discretas y continuas. Se puede usar en áreas peligrosas con equipo especial (RS485-IS), pero no es común.
Transmisión de datos	Óptico, digital, señales diferenciales de acuerdo con RS-485, NRZ.
Tecnología	Maestro/esclavo.
Telegrama	244 bytes.
Método de acceso al medio	Paso por testigo con maestro-esclavo.
Dispositivos típicos conectados	E / S remotas, actuadores, balanzas, unidades de dosificación, paneles de visualización.
Número de nodos por segmento	Hasta 32 nodos por segmento.
Máximo número de nodos	126 nodos.
Velocidad de transmisión	9.6 kbits/s hasta 12 mbits/s en pasos definidos.
Tecnología de transmisión	RS 485, RS 485(IS) y Fibra óptica.
Medio de transmisión	Cables de cobre blindado par trenzado, categoría A, cables fibra óptica: vidrio / plástico / HCS e inalámbrica.
Máxima longitud de transmisión	1200 m por segmento para cables de cobre. Menos con mayores tasas de transmisión. Máximo 9 segmentos por línea. Muchos km cuando se usan cables FO.
Topología	Bus, árbol, estrella, anillo típica.
Control de Movimiento	32 ejes.

## Generalidades

### Protocolo Profibus-DP – Red Profibus-DP

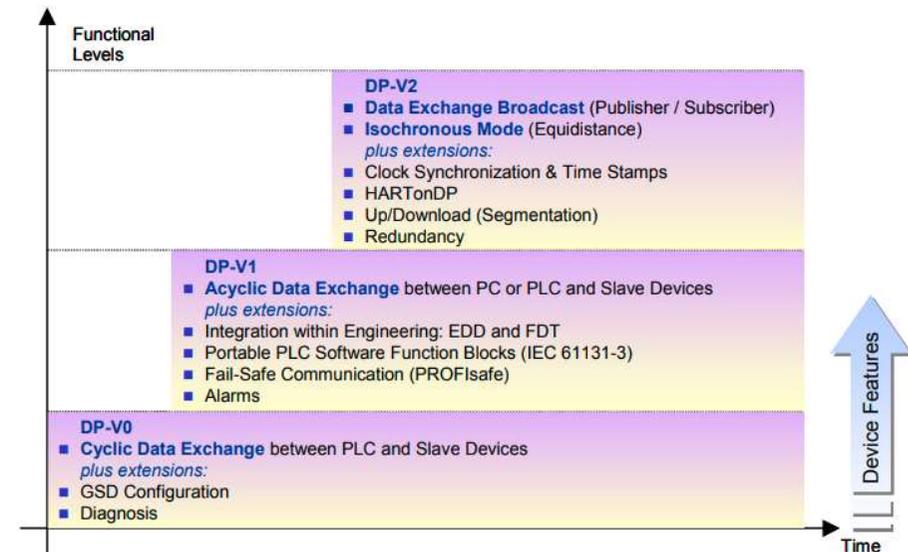
- Todas las estaciones están conectadas en una estructura de bus. La red está compuesta por maestro/s, esclavo/s, cable de bus, conectores DB9, resistencias terminadoras y/o repetidores. En un segmento se pueden conectar hasta 32 estaciones (maestras, esclavas o repetidoras) juntas. Se deben respetar las normas de diseño.



# Generalidades

## Protocolo Profibus-DP –Estaciones DP

- Las estaciones en un sistema DP tiene una dirección única. Para la comunicación los dispositivos DP utilizan el protocolo Profibus-DP el cual se distribuye en tres niveles de rendimiento, lo que permite una comunicación óptima entre las diferentes aplicaciones.



## Generalidades

### Protocolo Profibus-DP – Cable de Bus

- El estándar IEC61158 especifica un cable tipo “A” para uso con Profibus RS485 como.

Construction	Shielded, twisted pair
Conductor area	> 0.34 mm <sup>2</sup>
Impedance	150Ω ±10% at a frequency of 3 to 20 MHz
Capacitance	< 30 pF / m
Resistance	≤ 110 Ω/ km

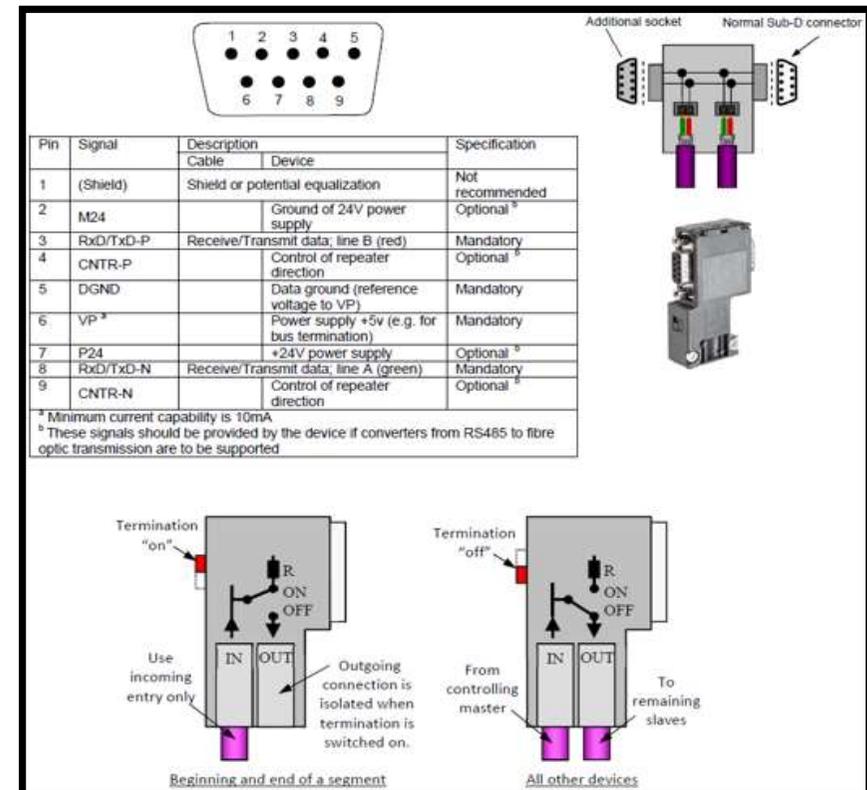
PROFIBUS DP standard cable



## Generalidades

### Protocolo Profibus-DP – Conector de bus RS-485

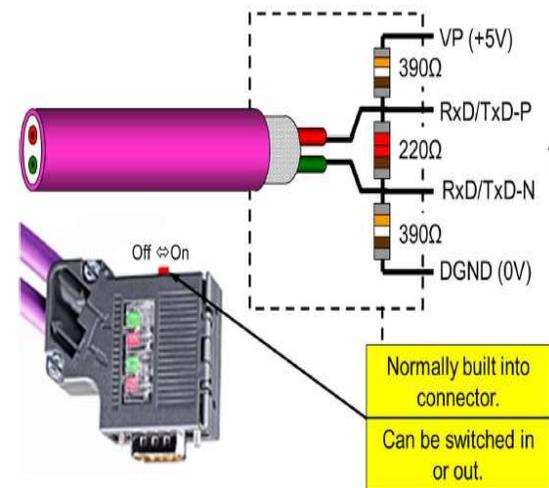
- Los nodos dentro de la red Profibus se acoplan por medio de un conector DB9 a través de la interfaz RS-485, la descripción de los pines del conector DB9.



## Generalidades

### Protocolo Profibus-DP – Terminadores de Bus

- Profibus-DP utiliza una terminación de bus activa con alimentación de 5 V, su objetivo es reducir la señal reflejada a cero.
- Existen dos tipos de terminaciones de bus:
  - Integrado en el conector DB9.
  - Conectado en una terminación de bus activa especial.



Terminador de Bus integrado en el conector DB9



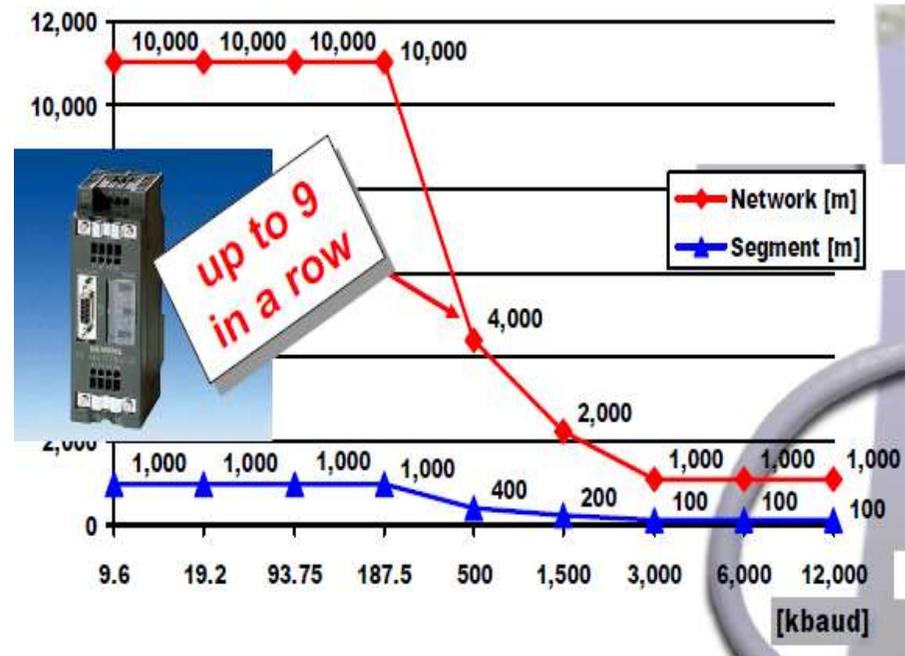
Terminación de bus activa especial

## Generalidades

### Protocolo Profibus-DP – Repetidores

- Un repetidor RS 485 se utiliza para amplificar la señal eléctrica en una línea de bus y aislamiento eléctrico entre segmentos de bus individuales.
- Se utiliza bajo las siguientes consideraciones:
- Más de 32 estaciones deben estar conectadas en un bus.
  - Los segmentos individuales en el bus deben estar aislados.
  - Extender la red una distancia relativamente larga

### PROFIBUS - Segment & Network Length



## Generalidades

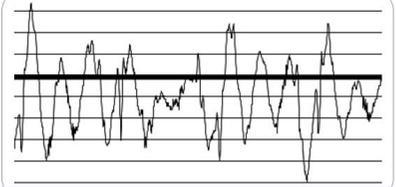
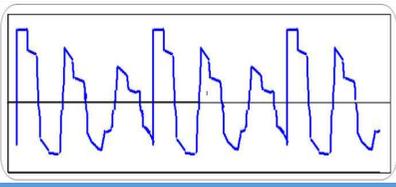
### Protocolo Profibus-DP – Normas para instalar una red Profibus

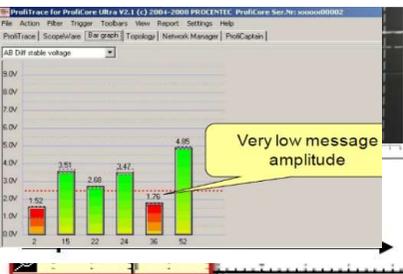
- Máximo 32 dispositivos por segmento.
- Longitud mínima del cable entre dos dispositivos Profibus-DP de un metro.
- Longitud máxima de un segmento según la velocidad de transmisión.
- Instalar resistencias terminadoras al inicio y final de la red.
- No “spurlines” (estrellas).
- Realizar conexiones a tierra.
- Separaciones entre cables de diferentes categorías, mínimo 20 cm máximo 50 cm.
- Máximo cuatro repetidores entre dos estaciones según EN50170, en cascada hasta nueve repetidores.
- Utilizar las líneas **A** y **B** de forma continua en todo el bus, evitando inversiones y cruzando los cables. Si no es posible evitar cruzar cables, es recomendable realizar cruces perpendiculares.
- Antes de instalar un dispositivo DP, leer cuidadosamente su manual y las recomendaciones del fabricante.
- Donde hay problemas con distancias o alta susceptibilidad al ruido, se recomienda el uso de fibras ópticas.
- Para velocidades de 12 Mbps, se recomienda colocar conectores DB9 con inductores de 110 nH.
- Comprobar que todos los esclavos estén direccionados correctamente y que no haya direcciones duplicadas.
- Verificar que todos los esclavos admitan la velocidad de comunicación seleccionada.
- Los archivos GSD de los dispositivos de la red deben mantenerse actualizados.
- La fuente de alimentación de la red como aspecto principal debe poseer un sistema de alimentación TN-S.
- Idealmente, los cables de bus deben instalarse en sus propios canales o conductos de cables de acero. La canaleta de plástico no proporciona ningún tipo de apantallamiento.



## Generalidades

### Protocolo Profibus-DP – Patrones de fallas de las formas de onda en una red Profibus-DP

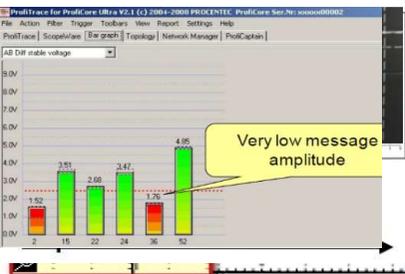
Descripción de la falla en la capa física Profibus-DP	Fallas patrones del telegrama de datos	Causa de la falla
Señales con líneas A y B invertidas.		Error humano durante la conexión.
Señal con problema de sobrecarga en drivers 485.		Debido a resistencias terminadoras con valores bajos.
Señal con colisión de datos.		Debido a equipos con la misma dirección.



# Generalidades

## Protocolo Profibus-DP – Tipos de herramientas para análisis

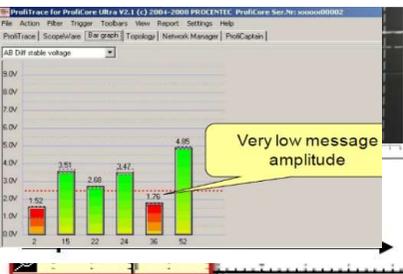
Métodos y Herramientas	Dispositivos	Funciones	Instalación red Profibus-DP running
Inspecciones visuales	Persona	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Curvatura de cable dentro radio mínimo recomendado.</li> <li>– Longitud de cable entre nodos mínimo 1 metro.</li> <li>– Longitud de cable debe cumplir las normas según velocidades de transmisión.</li> <li>– Apantallamiento del cable aterrizado en cada conector de los nodos.</li> <li>– Todos los dispositivos deben poseer una única dirección.</li> </ul>	SI
Herramientas manuales	Siemens BT 200. ComSoft Nettetst II. Multímetro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cables de datos A y B abiertos o en cortocircuito.</li> <li>– Cable de datos A y B en cortocircuito con el apantallamiento.</li> <li>– Cable de datos A y B invertidos.</li> <li>– Cable apantallado abierto.</li> <li>– Fallas de voltaje o apantallamientos.</li> <li>– Medición de longitudes de cable.</li> <li>– Detección de terminaciones.</li> </ul>	NO



# Generalidades

## Protocolo Profibus-DP – Tipos de herramientas para análisis

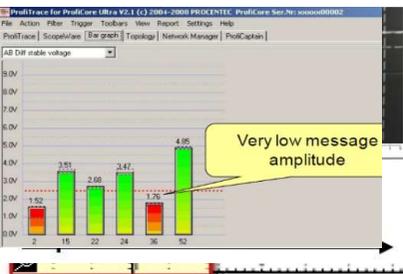
Métodos y Herramientas	Dispositivos	Funciones	Instalación red Profibus-DP running
Osciloscopio	Osciloscopio 1ra generación. Osciloscopio 2da generación. Osciloscopio 3ra generación. Osciloscopio 4ta generación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Amplitud.</li> <li>– Reflexiones.</li> <li>– Ruido.</li> <li>– EMC</li> </ul>	SI
Repetidor de diagnóstico	Repetidor SIEMENS. Repetidor PHOENIX CONTACT.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cables de datos A y B en cortocircuito o abiertos.</li> <li>– Ausencia de terminaciones.</li> <li>– Pérdida de conexiones.</li> <li>– Reflexiones excesivas, mostrando la distancia a partir del repetidor.</li> <li>– Número de nodos sobre el estándar en un segmento.</li> <li>– Distancia muy grande entre nodos y/o repetidor.</li> </ul>	SI



# Generalidades

## Protocolo Profibus-DP – Tipos de herramientas para análisis

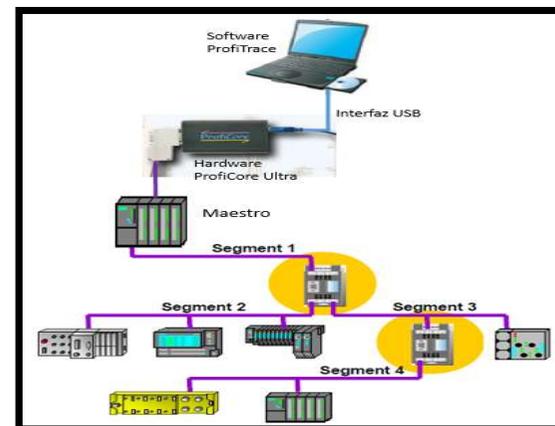
Métodos y Herramientas	Dispositivos	Funciones	Instalación red Profibus-DP running
Analizadores/monitores de bus	ProfiTrace 2- PROCENTEC Bus check - Softing PBScope T + H IT - Monitor - ITM / ComSoft / TGM - itec Amprolyzer	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mensajes.</li> <li>– Diagnóstico de dispositivos.</li> <li>– Tiempo de ciclos.</li> <li>– Logging.</li> <li>– Lista de nodos en vivo (Live list).</li> <li>– Reportes.</li> </ul>	SI
Sistemas inteligentes (IA)	Sistemas especialistas. Redes Neuronales Artificiales. Lógica Difusa..	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identificación del tipo y forma de error</li> </ul>	SI



# Generalidades

## ProfiTrace 2 - Introducción

- El ProfiTrace 2 es un analizador rápido y potente para redes Profibus-DP y PA. Este excepcional instrumento es utilizado para tareas de mantenimiento predictivo, puesta en marcha y solución de problemas en las redes Profibus- DP y PA.
- Para trabajar en modo online se requiere de la licencia del subprograma que se desee utilizar

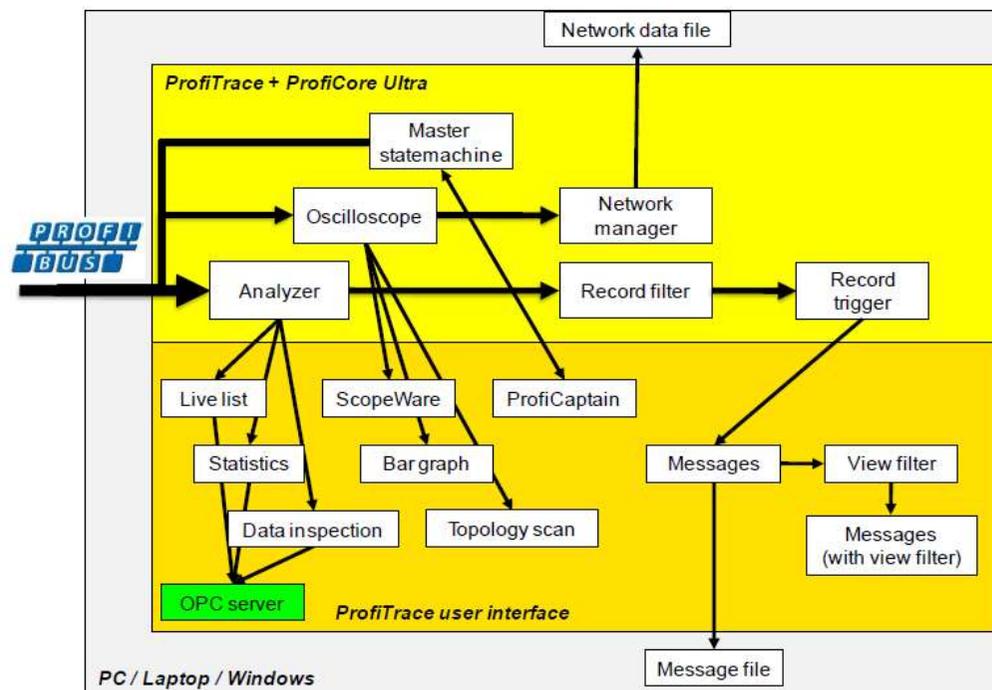


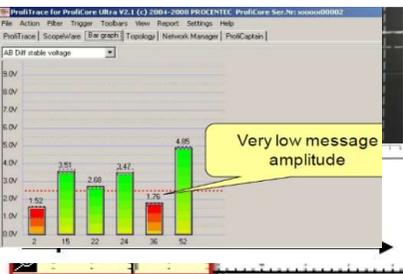


## Generalidades

### ProfiTrace 2 – Estructura y Requerimientos de instalación

- Microsoft Windows XP o Vista
- Procesador o equivalente Intel Pentium III 600 MHz
- RAM de memoria 256 MB mínimo.
- Espacio disponible en disco 50 MB
- Resolución de la pantalla 1024 x 768
- Un puerto de alta velocidad USB 2.0 libre que alimente 400 mA
- Un mouse u otro dispositivo de posicionamiento.



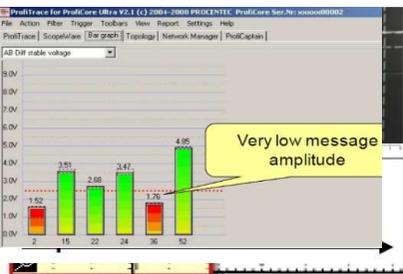


## Generalidades

### ProfiTrace 2 – Estructura ProfiCore Ultra

- El ProfiCore Ultra es el hardware requerido para usar ProfiTrace 2. Es un componente robusto que transforma Profibus a USB y viceversa. Posee una interface aislada RS-485 (conector DB9) y está equipado con un osciloscopio de alta velocidad pudiendo capturar señales hasta velocidades de 12 Mbps





# Generalidades

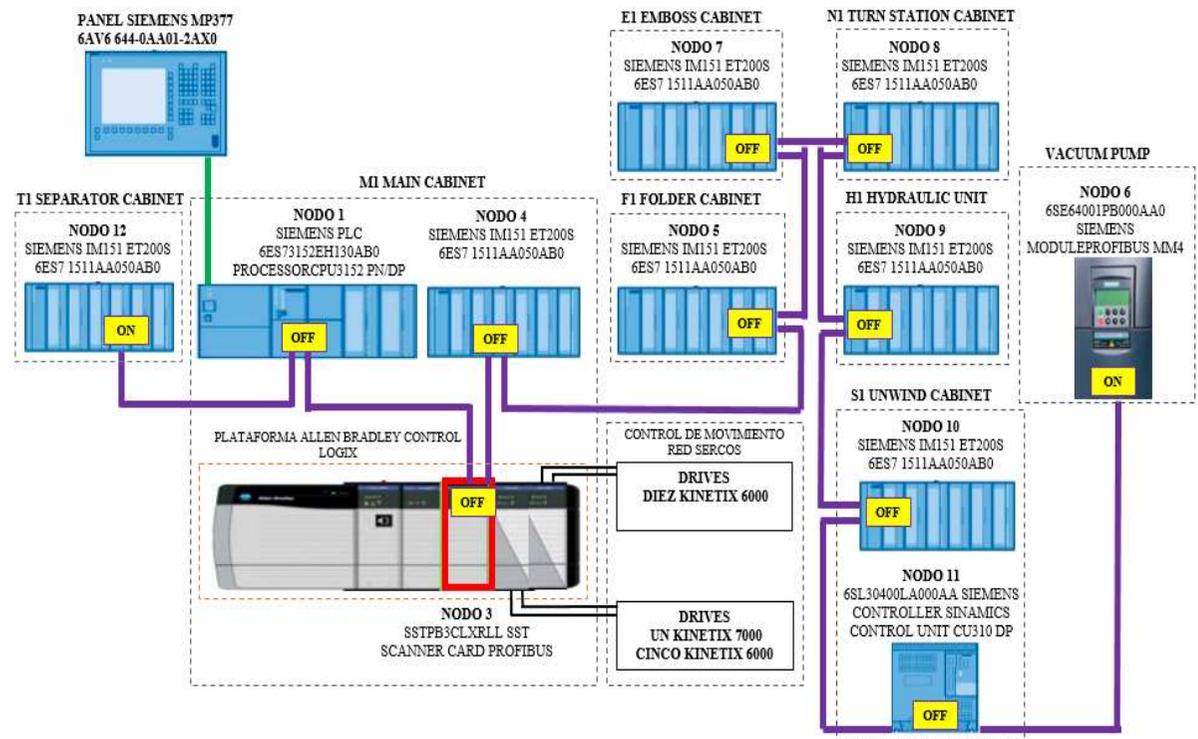
## ProfiTrace 2 – Fallas o errores

Faults on DP	Passive cable (No devices connected)	No master active (Slaves are connected)	Running installation
General communication faults		ProfiCaptain + ProfiTrace	ProfiTrace
Double address		ProfiCaptain + ProfiTrace	ProfiTrace
Wrong address		ProfiCaptain	ProfiTrace
Missing device		ProfiCaptain	ProfiTrace
Device diagnostics		ProfiCaptain	ProfiTrace
Configuration faults		ProfiCaptain	ProfiTrace
No termination	ProfiCaptain + ScopeWare	ProfiCaptain + ScopeWare	ScopeWare
Too many termination	ProfiCaptain + ScopeWare	ProfiCaptain + ScopeWare	ScopeWare
Powerless termination	ScopeWare	ScopeWare	ScopeWare
Spur lines		ProfiCaptain + ScopeWare	ScopeWare
Short-circuit, break, crossed wires	ProfiCaptain + ScopeWare	ProfiCaptain + ScopeWare	ScopeWare
Cable too long	ProfiCaptain + ScopeWare	ProfiCaptain + ScopeWare	ScopeWare
EMC/noise problems	ScopeWare	ScopeWare	ScopeWare
1 Meter rule		ProfiCaptain + ScopeWare	ScopeWare

## Desarrollo

### Infraestructura de la red Profibus-DP máquina servilletera 17

- La infraestructura de la red de campo Profibus-DP de la servilletera 17 se caracteriza por tener una topología física tipo bus mono maestro, trabaja a una velocidad de comunicación de 12 Mbps.



## Desarrollo

### Descripción de la infraestructura de la red Profibus-DP máquina servilletera 17

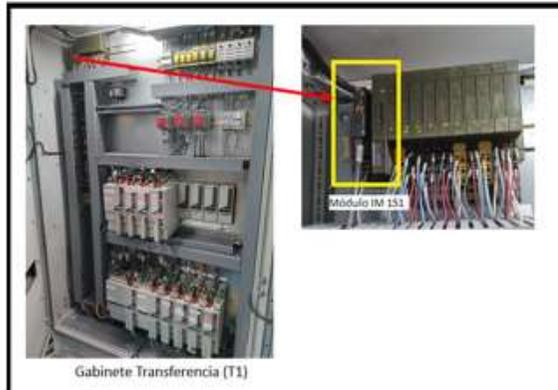
- Está formada por un maestro, diez esclavos, cable par trenzado tipo A y diez conectores DB9. Al inicio y final de la red los conectores DB9 tienen habilitados sus resistencias terminadoras integradas (switch del conector DB9 en posición ON)



## Desarrollo

### Descripción de la infraestructura de la red Profibus-DP máquina servilletera 17

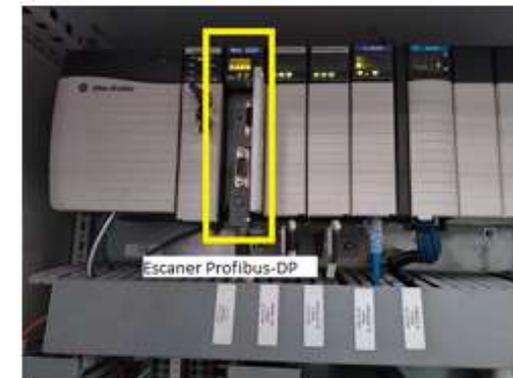
Módulo IM 151, esclavo doce.



Maestro PLC Siemens.



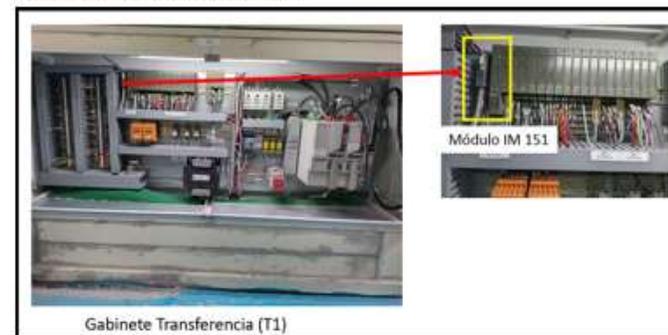
Módulo escáner Profibus-DP, esclavo tres.



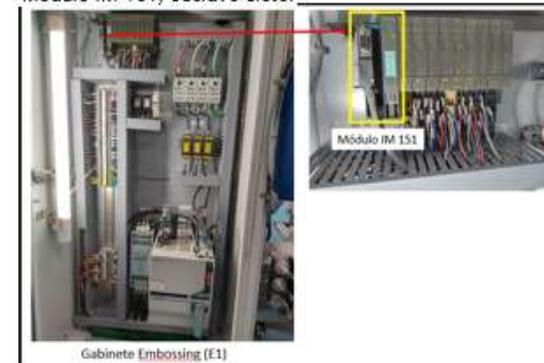
Módulo IM 151, esclavo cuatro.



Módulo IM 151, esclavo cinco.



Módulo IM 151, esclavo siete.



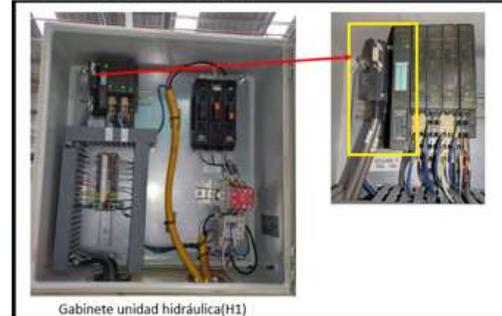
## Desarrollo

### Descripción de la infraestructura de la red Profibus-DP máquina servilletera 17

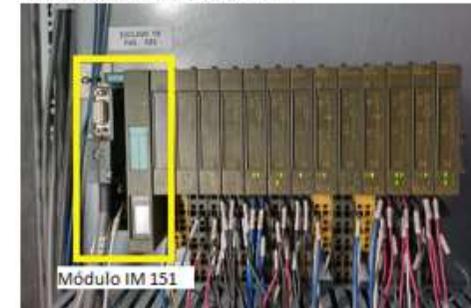
Módulo IM 151, esclavo ocho.



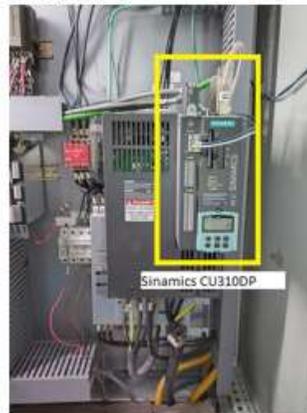
Módulo IM 151, esclavo nueve.



Módulo IM 151, esclavo diez.



Variador SINAMICS CU 310DP, esclavo once.

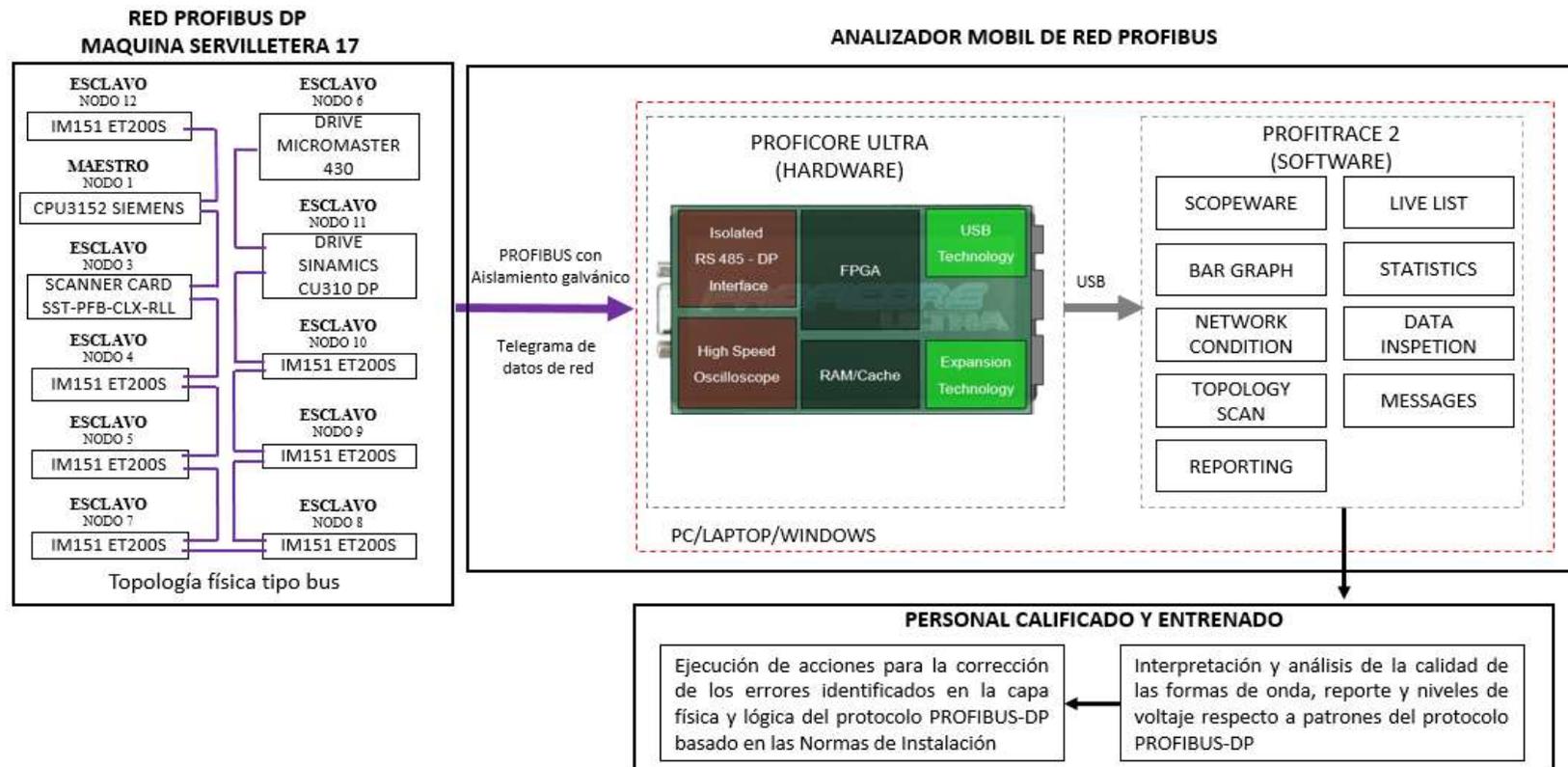


MICROMASTER 430 con módulo PROFIBUS, esclavo dieciséis.



# Desarrollo

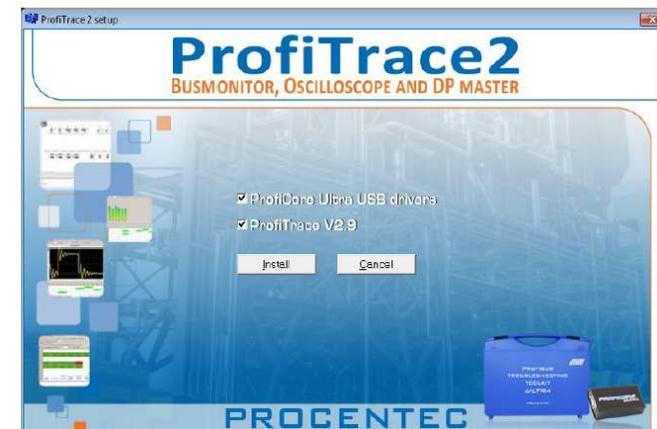
## Diagrama de conexión del ProfiTrace2 a la red Profibus-DP



## Desarrollo

### Instalación del software ProfiTrace

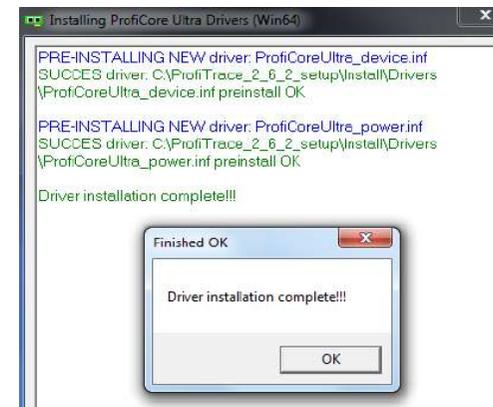
- Insertar la tarjeta de memoria USB en un puerto libre.
- Se despliega la ventana de instalación, dar click en “Install” para instalar ProfiTrace y el driver de ProfiCore Ultra



## Desarrollo

### Instalación del software ProfiTrace

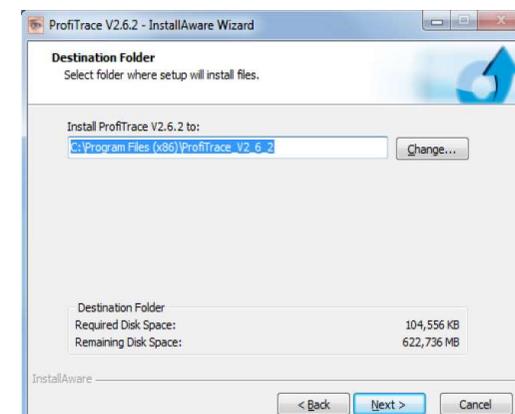
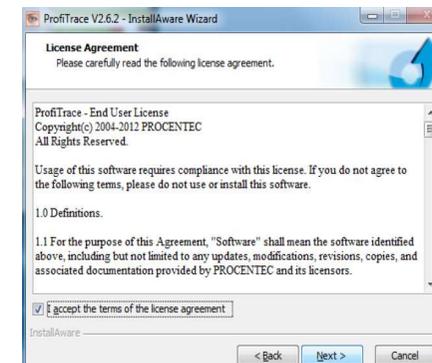
- Dar click en **“OK”** (ventana de los resultados de la instalación; letras azules está OK, letras rojas indica un problema).
- Dar click en **“Next”** para continuar con la instalación.



## Desarrollo

### Instalación del software ProfiTrace

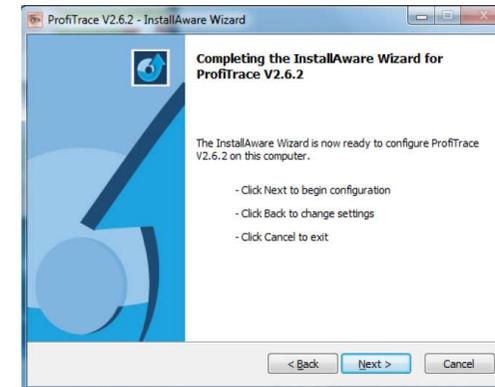
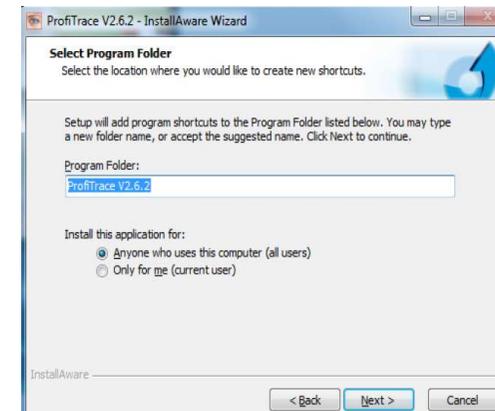
- Dar Click en **“accept”** para aceptar los términos de convenios de la licencia.
- Seleccionar la carpeta de destino y dar click en **“Next”** para continuar con la instalación.



## Desarrollo

### Instalación del software ProfiTrace

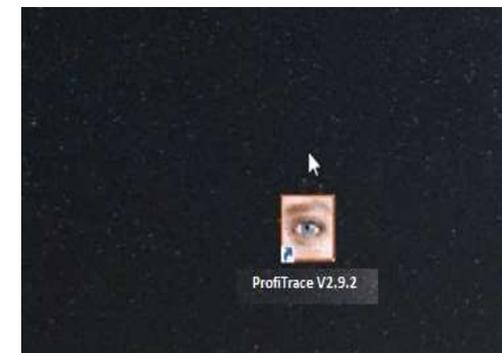
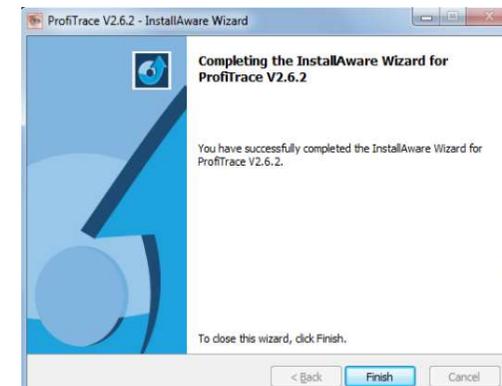
- Seleccionar la carpeta de inicio y dar click en **“Next”** para continuar.
- Dar click en **“Next”** para continuar.



## Desarrollo

### Instalación del software ProfiTrace

- Dar click en **“Finish”** para terminar la instalación. Se recomienda reiniciar la PC.
- En el escritorio de la PC se despliega el ícono de ProfiTrace 2, desde el cual podemos iniciar el programa.



## Desarrollo

### Instalación del software ProfiTrace

- Conectar el ProfiCore Ultra al puerto USB del computador. Dar click en **“Next”**.
- Click en **“Next”** para continuar.



## Desarrollo

### Instalación del software ProfiTrace

- Click en “**Finish**” para terminar la instalación. Se recomienda reiniciar el computador.



## Desarrollo

### Análisis de errores de la red Profibus-DP con el software ProfiTrace 2

- Los errores serán analizados mediante las opciones “Overview”, “Gráfico de barras” y “Scope Ware” de ProfiTrace 2.



ProfiTrace for ProfiCore Ultra V2.9.2 (c) 2004-2014 PROCENTEC ProfiCore Ser.Nr: xxxxxx12408

Archivo Acción Filtro Disparo Barras Herramientas Vista Reporte Ajustes Ayuda

ProfiTrace Overview ScopeWare Gráfico Barras Topología Administrador Red ProfiCaptain

Reset Note: Resetting also resets bargraph data, live list and statistics!

#### Network Condition Indicator

Measurement started: 12/6/2018 3:27:45 PM  
Measurement time: 0 Days, 0:22:42

	0 Days, 0:22:41	99.9%
	0 Days, 0:00:00	0.0%
	0 Days, 0:00:00	0.1%

Class C1DP+

#### Network Condition Indicator Details

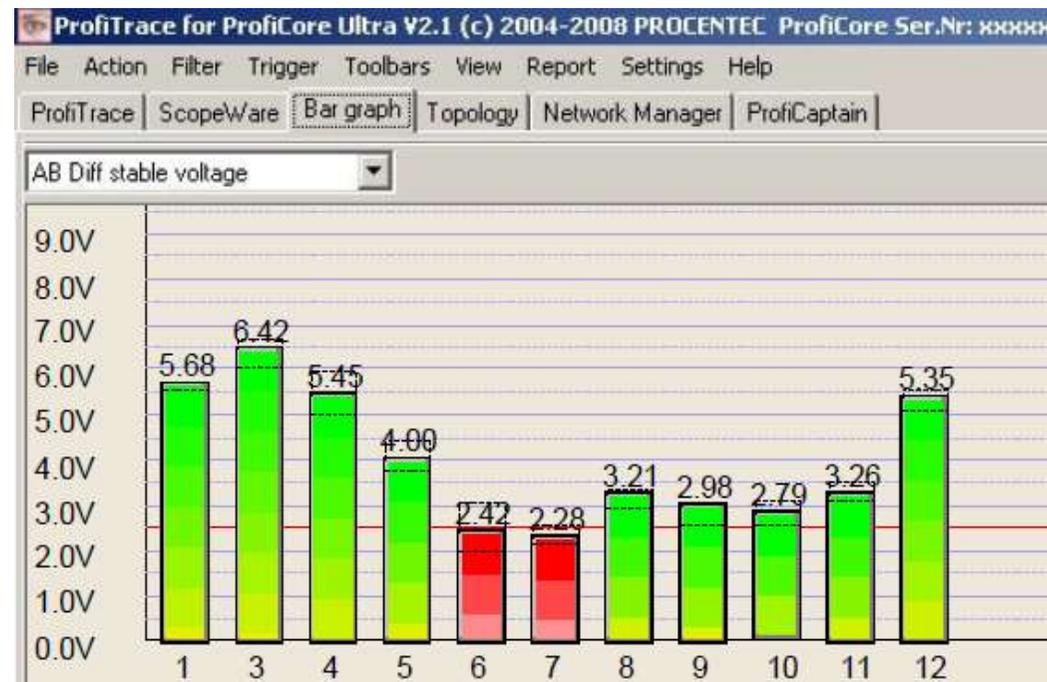
- Risk margin bad (28)
- Voltage below lower limit on address: 6 (1.91 V), 7 (2.19 V)
- Voltage near lower limit on address: 8 (2.93 V), 9 (2.61 V), 10 (2.61 V), 11 (3.12 V)

#### Network Summary

Baudrate	12 Mbps
Nr. of masters	1
Nr. of slaves	10
- In Data-Exchange	10
- With Parameter errors	0
- With Configuration errors	0
- With Critical I/O	0
Nr. of unconfigured slaves	0
Total I/O data	515 (258 inputs / 257 outputs)
Fastest/Slowest data-exchange	0.34 / 1.34 msec
Fastest Input-change	0.99 msec
Fastest Output-change	92.99 msec
Retries	0
Slave lost	0
Illegals	0
Syncs	0

## Desarrollo

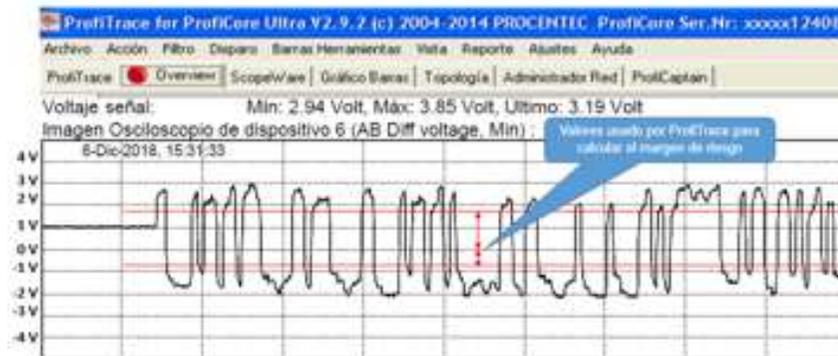
### Indicador del voltaje promedio de los nodos de la red Profibus-DP



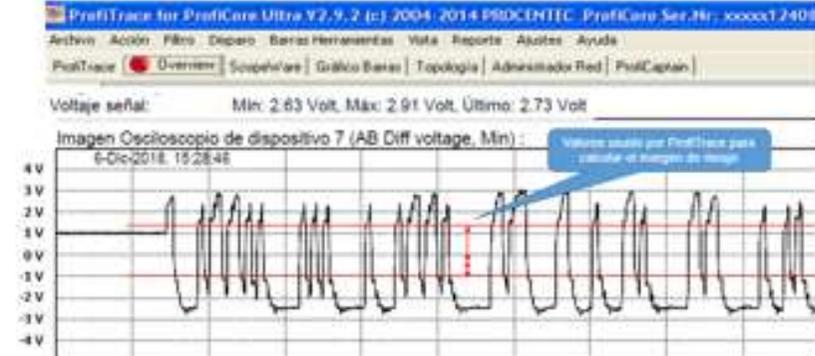
# Desarrollo

## Indicador de la calidad de la señal de los nodos de la red Profibus-DP

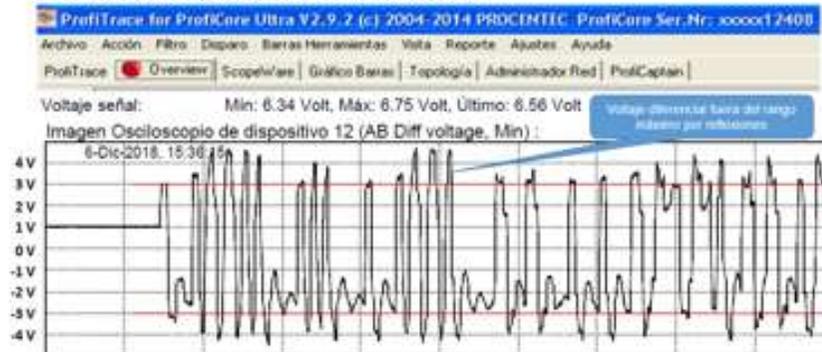
*Nodo seis defectos baja impedancia de resistencia terminadora.*



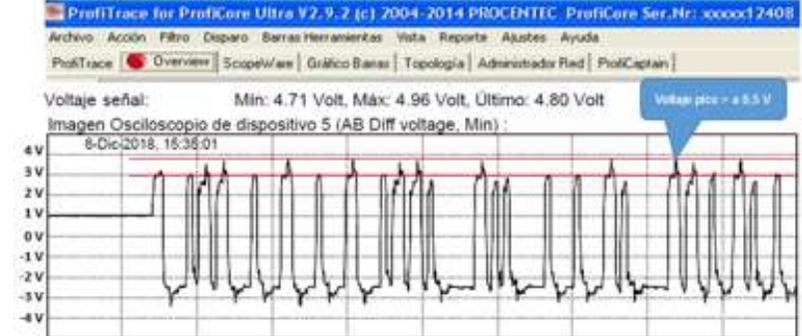
*Nodo siete defectos baja impedancia de resistencia terminadora.*



*Nodo doce con defecto de reflexiones.*



*Nodo cinco con defecto de reflexiones.*



## Desarrollo

### Acciones correctivas programadas

- Cambio de los conectores DB9 de los nodos seis, siete y uno, la conexión del cable de bus a los conectores DB9 se realiza siguiendo las guías de instalación (**PI**). El valor de la resistencia terminadora del nodo seis marcó un valor de 100 ohmios siendo el estándar 220 ohmios. En los conectores de los nodos siete y uno se evidenció daños en los pines tres y ocho.
- Corte de cable de bus excedente (un metro) a la salida del conector DB9 del nodo cinco, este excedente de cable presentaba una curvatura menor 90 grados.
- Separación del cable de bus del nodo doce a 20 cm del cable de potencia de los servomotores de la marca Allen Bradley. Por el propio diseño de la máquina existen tramos donde el cable de bus pasa junto a los cables de potencia, este detalle se analizará en las recomendaciones del capítulo cinco.

## Resultados

### Eficiencia general de la red Profibus-DP máquina servilletera 17

- La eficiencia actual de la red Profibus-DP permite un intercambio de datos entre el maestro y esclavos DP con niveles de riesgos aceptables sin pérdida de información

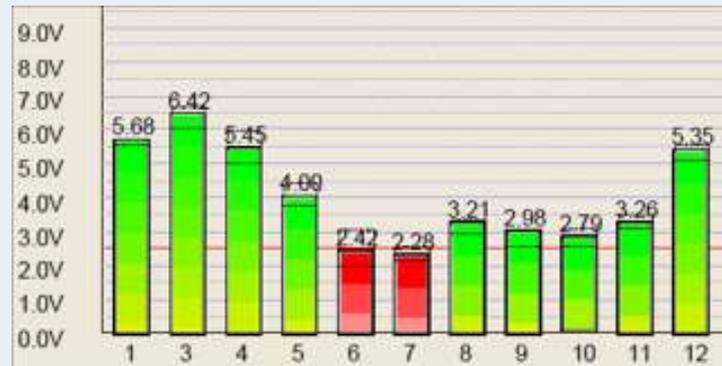
Indicador semafórico y datos de la eficiencia red Profibus-DP		
	Antes	Después
Indicador semafórico	 <p>Measurement time: 0 Days, 0:22:42</p> <p>0 Days, 0:22:41 99.9%</p> <p>0 Days, 0:00:00 0.0%</p> <p>0 Days, 0:00:00 0.1%</p> <p>Class C1DP+</p> <p>Network Condition Indicator Details</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Risk margin bad (28)</li> <li>Voltage below lower limit on address: 6 (1.91 V), 7 (2.19 V)</li> <li>Voltage near lower limit on address: 8 (2.93 V), 9 (2.61 V), 10 (2.61 V), 11 (3.12 V)</li> </ul>	 <p>0 Days, 0:00:00 0.0%</p> <p>0 Days, 0:00:00 0.0%</p> <p>0 Days, 0:00:35 100.0%</p> <p>Class C1DP+</p> <p>Network Condition Indicator Details</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Risk margin ok (74)</li> </ul>
Margen de riesgo	28%	74%

# Resultados

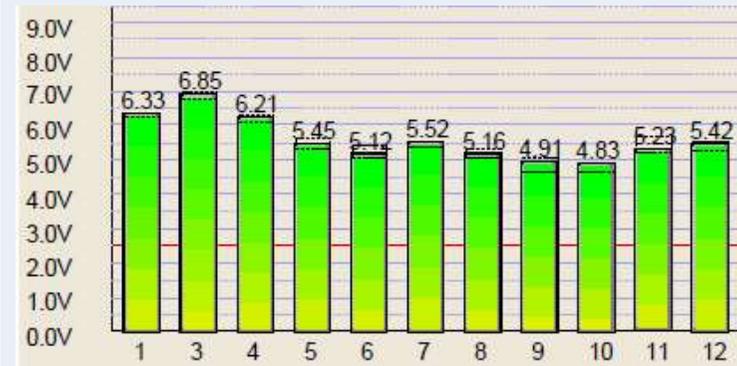
## Voltajes promedios de los esclavos de la red Profibus-DP

Gráfico de barras y voltajes promedios nodos red Profibus-DP

Gráfico de barras



Después



Voltajes promedios

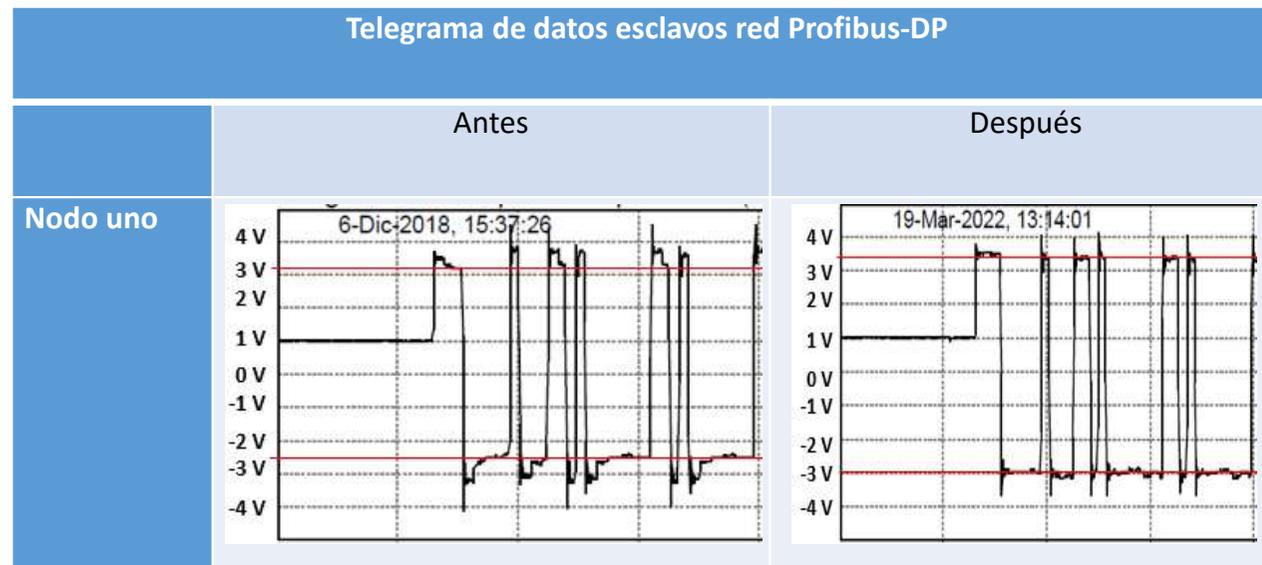
Amplitud nodo seis 2.42 V.  
Amplitud nodo siete 2.28 V.  
Amplitud nodo ocho 3.21 V.  
Amplitud nodo nueve 2.98 V.  
Amplitud nodo diez 2.79 V.  
Amplitud nodo once 3.26 V.

Amplitud nodo seis 5.12 V.  
Amplitud nodo siete 5.58 V.  
Amplitud nodo ocho 5.16 V.  
Amplitud nodo nueve 4.91 V.  
Amplitud nodo diez 4.83 V.  
Amplitud nodo once 5.23 V.

## Resultados

### Calidad de la señal de la red Profibus-DP

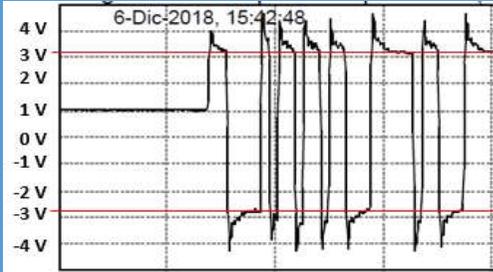
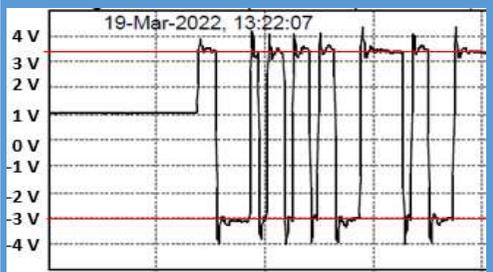
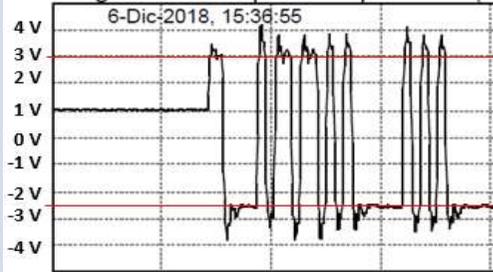
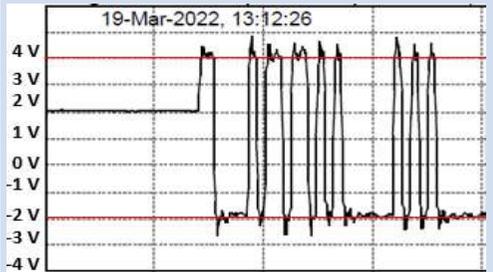
- Las reflexiones y ruido por interferencias electromagnéticas fueron mitigadas, dando como resultado una mejoría en la calidad de las formas de onda de los nodos de la red Profibus-DP.



# Resultados

## Calidad de la señal de la red Profibus-DP

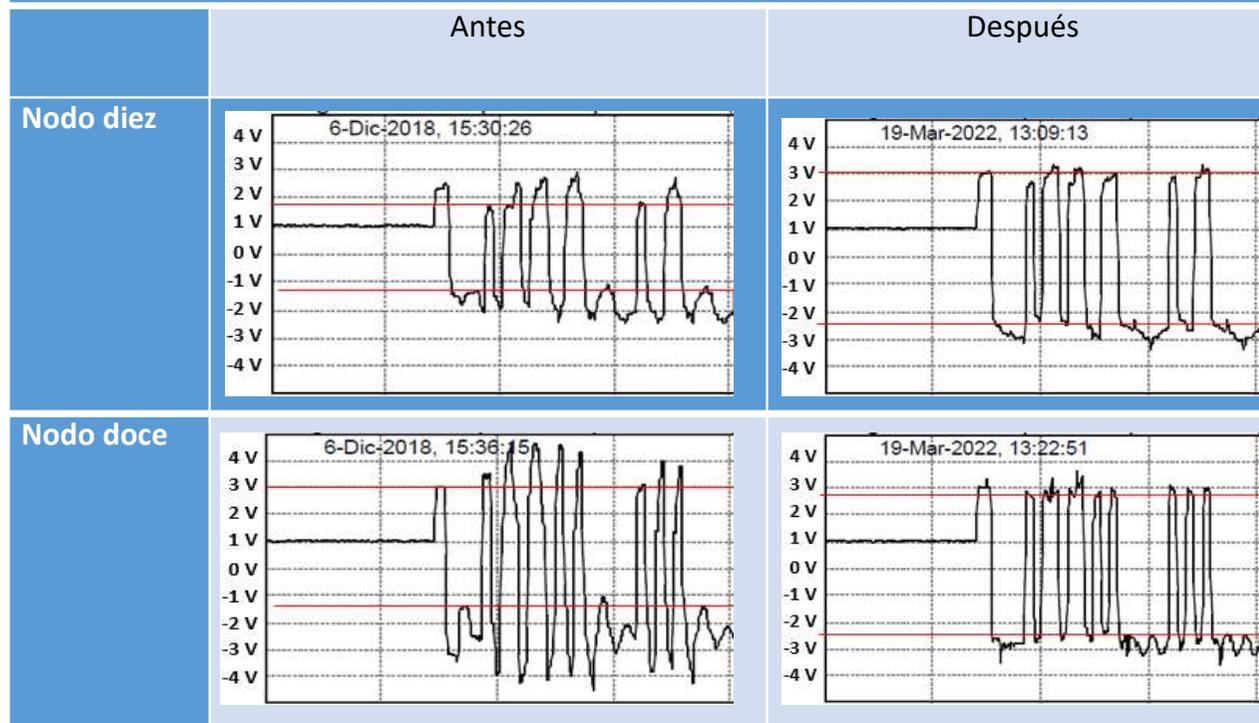
Telegrama de datos esclavos red Profibus-DP

	Antes	Después
Nodo tres		
Nodo cuatro		

# Resultados

## Calidad de la señal de la red Profibus-DP

Telegrama de datos esclavos red Profibus-DP





## Resultados

### Eficiencia de la máquina servilletera 17

- La eficiencia de la máquina servilletera 17 se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{ME} = \frac{MOT (ST)}{MOT} * 100\%$$

$$ST = UD + PD + CO + AF + MQ + MC + SL$$

Tendencia paros no planeados y eficiencia servilletera 17.



## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

- Mediante la detección y corrección de errores encontrados en la capa física del protocolo Profibus-DP gracias a la herramienta ProfiTrace 2 se redujeron los paros no planeados lo que permitió estabilizar el porcentaje de eficiencia de la máquina servilletera 17.
- Mediante el uso del analizador móvil de redes ProfiTrace 2, fue posible diagnosticar y corregir de manera anticipada los defectos en el cableado y conectores que causan perturbaciones en las formas de onda del telegrama de datos transmitidos en la capa física del protocolo Profibus DP.
- El análisis de la información capturada por la herramienta ProfiTrace 2 requiere experiencia y conocimiento detallado del protocolo Profibus-DP, como también de las interacciones entre Maestro y Esclavos.

## Conclusiones y Recomendaciones

### Recomendaciones

- Todo proyecto de automatización debe tener en cuenta los estándares establecidos en las guías **PI** durante las etapas de diseño, planificación, instalación, puesta en marcha y operación para garantizar la correcta operación de la red de campo.
- Para facilidades de diagnóstico y eliminación de las fallas se debe mantener actualizados los planos físicos de la red Profibus-DP.
- Siempre conectar el analizador móvil Profitrace 2 en el maestro de la red Profibus-DP, esto garantizará que los datos adquiridos sean confiables.
- Para eliminar al 100% el ruido eléctrico presente en las formas de onda del telegrama de datos y optimizar el rendimiento de la red Profibus-DP se recomienda la implementación de dispositivos convertidores de medios de fibra óptica llamados OLM (Optical Link Module).