

Transparent Factory Network Design and Cabling Guide

490 USE 13400 Spa Version 1.0

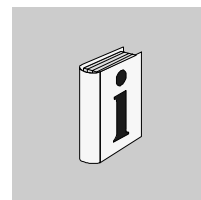
Tabla de materias



	Acerca de este	5
Capítulo 1	Introducción al diseño de red Ethernet	7
	Introducción.	7
	Vista general del diseño de red Ethernet	8
	Producto de red.	9
	Arquitectura global	11
Capítulo 2	Plano de la instalación	13
	El plano de la instalación es necesario:	13
Capítulo 3	Flujo de datos	15
	Descripción	15
Capítulo 4	Redundancia	17
	Introducción.	17
	Redundancia de la alimentación	18
	Redundancia de red	19
Capítulo 5	Distancias y reglas	23
	Introducción.	23
5.1	Diseño de una red de segmentos múltiples de dominio de colisión único	25
	Introducción.	25
	Regla 1 de estándar Ethernet: Tiempo de espera de detección de la colisión y de la propagación máx.	26
	Regla 2 de estándar Ethernet: Reducción del intervalo entre paquetes.	29
	Límites de nivel físico	30
5.2	Modelos de cálculo en el dominio Ethernet de 10 Mbps.	31
	Introducción.	31
	Modelo 1 estándar de Ethernet.	32
	Modelo 2 estándar de Ethernet.	33
	Modelo de cálculo de Schneider Automation	39
5.3	Modelos de cálculo en el dominio Ethernet de 100 Mbps.	47
	Introducción.	47
	Modelo 1 de transmisión estándar	48
	Modelo 2 de transmisión estándar	49

5.4	Conexión de los conmutadores	50
	Conexión de los conmutadores	50
Capítulo 6	Recomendación sobre el cableado	51
	Introducción	51
6.1	Reglas básicas.	53
	Reglas y precauciones.	53
	Presentación	54
	Compatibilidad Electromagnética (CEM)	55
	Tierra y masa	56
	Modo diferencial y modo común	58
	Cableado de las masas y del neutro	59
	Elección de los cables eléctricos de Transparent Factory.	60
	Sensibilidad de las diferentes familias de cables.	61
6.2	Regulaciones sobre el cableado	62
	Reglas que debe seguir el instalador.	62
	Primera norma de cableado.	63
	Segunda norma de cableado.	64
	Tercera norma de cableado.	65
6.3	Uso de las rutas de los cables.	66
	Información básica.	66
	Principios generales de utilización de las rutas de cables.	67
	Modos de verificación de la longitud de un cable homogéneo	73
	Modo de verificación de la longitud de un cable heterogéneo.	75
	Otros efectos protectores.	76
6.4	Enlaces entre bloques	79
	Introducción	79
	Cableado de las conexiones eléctricas	80
	Protección de las penetraciones	81
6.5	Uso de fibra óptica.	82
	Elección y montaje de componentes de fibra óptica	82
	Elección del tipo de conexión óptica	83
	Colocación de los cables flexibles ópticos.	84

Acerca de este



Presentación

Objeto

En este manual se describe la manera de diseñar una red Ethernet y se ofrecen recomendaciones para instalar el cableado de una manera adecuada.

Campo de aplicación

Las recomendaciones incluidas en este manual se pueden aplicar a cualquier red Ethernet.

Revisiones

Rev. N°.	Modificaciones
1	Initial version.

Documentos relacionados

Advertencia

Comentarios del usuario

Envíe sus comentarios a la dirección electrónica TECHCOMM@modicon.com

Introducción al diseño de red Ethernet

1

Introducción

Vista general Este capítulo describe parte de la información básica acerca del modo de diseñar una red Ethernet.

Contenido: Este capítulo contiene los siguiente apartados:

Apartado	Página
Vista general del diseño de red Ethernet	8
Producto de red	9
Arquitectura global	11

Vista general del diseño de red Ethernet

Vista general

El diseño de una red Ethernet comienza con una descripción de la aplicación que se trate. En esta descripción se deben tener en cuenta tres aspectos principales:

- el **aspecto topológico** (capítulo 2)
- la evaluación del **flujo de datos** (capítulo 3)
- y las necesidades para los requisitos de **redundancia** (capítulo 4).

Después de haber realizado este paso, que define los requisitos de la instalación, el diseño de la red debe cumplir los siguientes requisitos. Para que la red funcione correctamente, su arquitectura debe cumplir unas reglas específicas:

- **Distancias y reglas de Ethernet** (capítulo 5)
 - **Reglas de compatibilidad electromagnética** (capítulo 6).
-

Producto de red

Estaciones finales

Las estaciones finales son los equipos que se desea conectar por medio de la red. Son las entidades que comunican, que envían y reciben datos.

Estos equipos son:

- PC conectado a Ethernet que utiliza una tarjeta PCMCIA, PCI o ISA.
- PLC tipo Quantum conectado con un NOE, Premium que utiliza un módulo ETY o M1E con una conexión Ethernet incrustada, Micro que utiliza un módulo ETZ.
- Equipo de E/S tipo Momentum ENT con Ethernet Top_Hat.

Estas estaciones finales se denominan Equipo de Terminal de Datos (Data Terminal Equipment o DTE) en los estándares Ethernet. Los participantes o estaciones también se pueden emplear en informes.

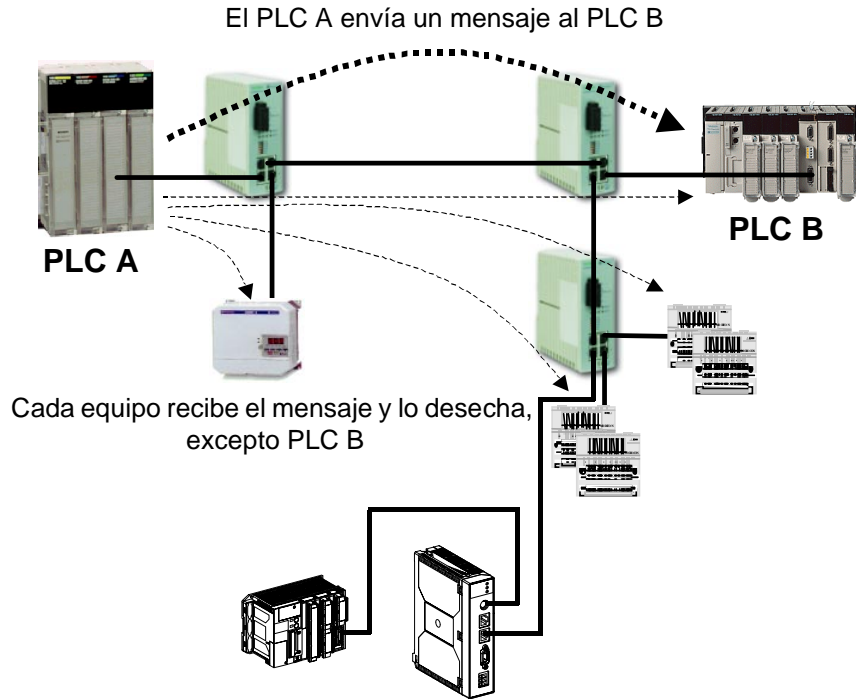
Concentradores

El concentrador posee varios puertos para la conexión; todas las tramas o señales que han chocado y se han recibido en un puerto se repiten en el resto de los puertos.

Sinónimos: Repetidor, acoplador en estrella

Existe la posibilidad de conectar en serie varios repetidores. En este caso, se debe utilizar cable cruzado para conectar los concentradores.

La figura que se muestra a continuación muestra la funcionalidad de los concentradores:



Transceptores

La funcionalidad del transceptor es cambiar el medio. Puede tener dos puertos, uno es en 10 Base T con trenzado a pares de cobre y el otro en 10 Base FL con fibra óptica, por ejemplo.

Conmutadores

Los conmutadores operan en el Nivel 2 del modelo ISO.

Cuando reciben una trama, **desechan las tramas inválidas** (demasiado largas, demasiado cortas o con errores CRC) y **no propagan la colisión**. Por esta razón, se utilizan como un borde y un enlace entre dos dominios de colisión. Esta característica **expande los límites de longitud** establecidos por las normas de dominio de colisión.

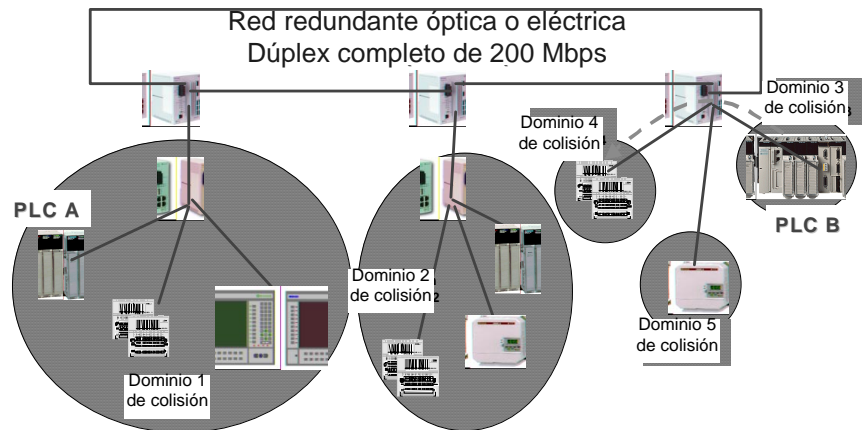
Un conmutador también es **un filtro**: aprende la dirección MAC de los participantes conectados a cada puerto. Cuando recibe una trama, sólo la repite en el puerto en el que está conectado el participante con esta dirección de destinatario.

Obviamente, cuando la dirección de destinatario es una dirección de difusión o de multidifusión, o cuando la dirección no se ha aprendido todavía, la trama se repite en el resto de los puertos del conmutador salvo que el switch pueda filtrar los bloques de datos de multidifusión

Gracias a esta función de filtro, al conectar dos segmentos de red con un conmutador, sólo se propagan las tramas útiles y, por lo tanto, mejora el ancho de banda.

Los puertos de los conmutadores también pueden ser de dúplex completo. Es decir, resulta posible la emisión y la recepción al mismo tiempo. El ancho de banda de la red se ve mejorado hasta 200 Mbps. Se puede utilizar esta función para conectar dos conmutadores o una estación de dúplex completo a un puerto.

A continuación, se muestra un ejemplo de conmutadores:



Arquitectura global

Descripción

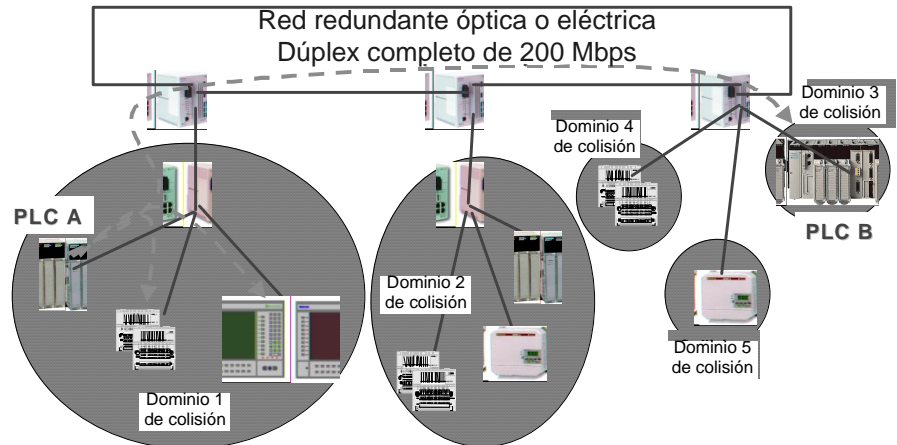
La arquitectura global de una red Ethernet se divide en diferentes **dominios de colisión** que están vinculados por medio de **conmutadores**.

En cada dominio de colisión cada participante toma parte en el protocolo de resolución de colisión y debe cumplir las reglas y ajustarse a las distancias de este dominio.

El dominio puede estar a 10 Mbps (Ethernet) o a 100 Mbps (Fast Ethernet). La elección de la velocidad de transmisión depende de las características técnicas de los participantes conectados y de las necesidades del ancho de banda que requiere la aplicación.

Los conmutadores se utilizan para la **separación del flujo de datos** de diferentes dominios y también se utilizan para **aumentar las distancias** limitadas en los dominios.

Ejemplo:



Plano de la instalación

2

El plano de la instalación es necesario:

¿Por qué resulta necesario un plano de la instalación?

El plano de la instalación se debe realizar para describir la aplicación desde un punto de vista topológico y físico; en este plano se encontrará:

- La ubicación de diferentes áreas y máquinas.
- La ubicación de estaciones y participantes.
- La ubicación de redes existentes.
- La ubicación de la vía de cables existentes.
- La ubicación de zonas de riesgo para EMC.
- La ubicación de vías redundantes.

¿Qué ofrece?

Este plano de instalación ofrece información sobre:

- La posición relativa de los participantes que se deben vincular.
 - Las distancias entre participantes.
 - Las distancias con las redes existentes.
 - La situación de la zona de riesgo de EMC.
-

Flujo de datos

3

Descripción

Vista general

Se debe describir el flujo de datos de las diferentes estaciones conectadas.
Para cada flujo:

- Mostrar el volumen y la frecuencia
- Calcular el ancho de banda necesario

Todos los detalles acerca del flujo de datos en los servicios de comunicación se describen en el manual "Transparent Factory Ethernet User and Planning Guide" (490USE13300).

Para crear grupos y, de este modo, determinar el uso de los conmutadores, se debe crear una tabla con todas las estaciones

Nota: Utilice del 8% al 40% del ancho de banda disponible en cada dominio con el fin de evitar avalanchas de colisiones.

Redundancia



Introducción

Vista general Este capítulo explica la redundancia de la alimentación y de la red.

Contenido: Este capítulo contiene los siguiente apartados:

Apartado	Página
Redundancia de la alimentación	18
Redundancia de red	19

Redundancia de la alimentación

Vista general

La redundancia de la alimentación está disponible en cada concentrador, transceptor o conmutador de Schneider Automation.

Se pueden conectar dos alimentaciones al bloque de terminales. Se desacoplan ambas entradas, no existe distribución de carga, el paquete de potencia con la tensión de salida más alta suministra la alimentación del equipo.

El fallo de al menos una alimentación viene indicado por el contacto del indicador (contacto de relé, circuito cerrado), los LED situados en el panel frontal o las capturas de SNMP de los productos tratados.

Nota: Si se encamina la alimentación sin redundancia, el producto indica un fallo. Se puede evitar este mensaje si se alimenta la tensión de alimentación a través de las dos entradas.

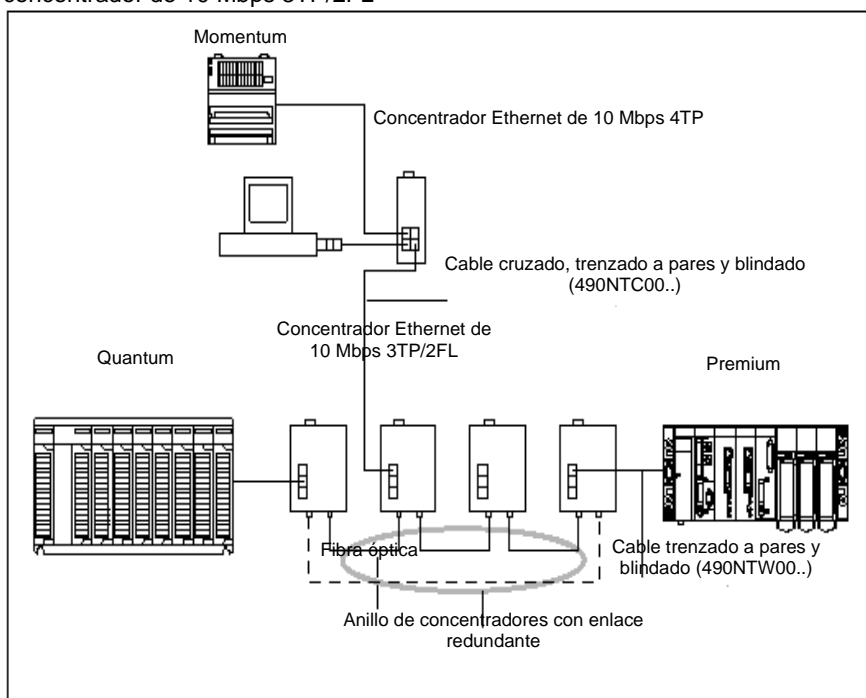
Redundancia de red

Anillo óptico de 10 Mbps

Al utilizar el concentrador TF Ethernet 3TP/2FL 499NOH00510, existe la posibilidad de constituir un anillo de concentradores conectados en serie mediante sus puertos ópticos (puertos 4 y 5). En caso de fallo de un concentrador o una línea, seguirá funcionando una estructura de bus.

Uno de los concentradores del anillo debe ser el administrador de la redundancia. Esta función la activa el conmutador DIP R5. (El estado predeterminado de este conmutador es apagado: administración de la redundancia sin activar.)

Estructura del anillo de redundancia mediante puertos de fibra óptica del concentrador de 10 Mbps 3TP/2FL



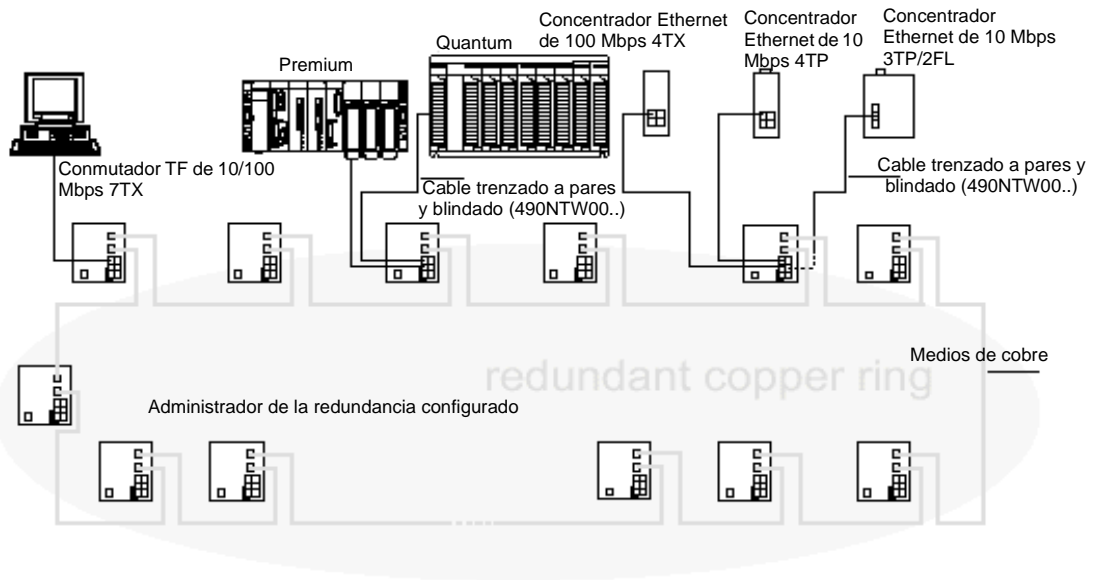
Anillo de conmutadores de 100 Mbps

Al utilizar los conmutadores TF 5Tx/2Fx o 7Tx (499NES07100 ó 499NOS07100), existe la posibilidad de constituir un anillo de conmutadores vinculados mediante sus puertos 6 y 7. En caso de fallo de un conmutador o una línea, sigue funcionando una estructura de bus en menos de 500 ms cuando se encuentran conectados 50 conmutadores.

Uno de los conmutadores del anillo debe ser el administrador de la redundancia. Esta función la activa el conmutador DIP RM.

El estado predeterminado de este conmutador es apagado: administración de la redundancia sin activar.

En todos los conmutadores del anillo, los puertos 6 y 7 deben tener los ajustes predeterminados de configuración: 100 Mbps, dúplex completo, Autonegociación. Estructura de anillo de cobre redundante



Enlace redundante entre segmentos de red

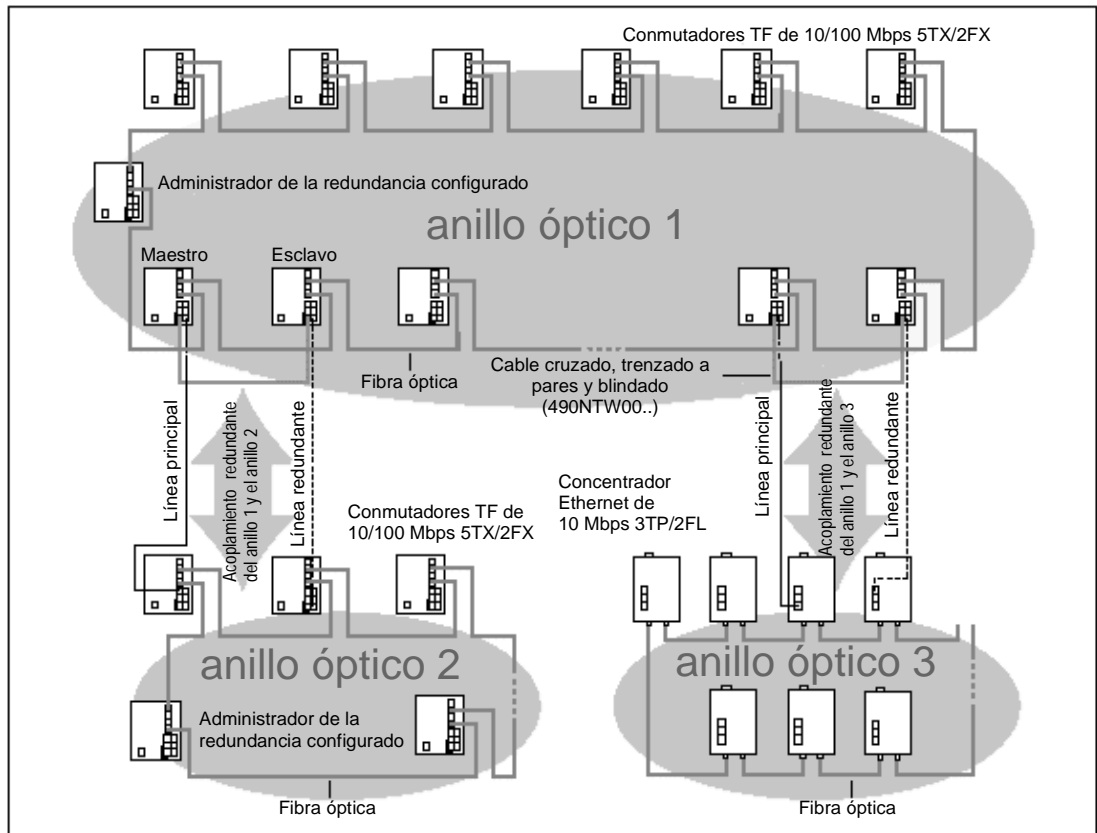
Los conmutadores TF 499NES07100 y 499NOS07100 permiten constituir un enlace redundante entre dos segmentos de red.

En la modalidad normal, el conmutador "maestro" administra el enlace entre el anillo óptico 1 y el anillo óptico 2 mediante la línea principal en su puerto 1. Con el fin de crear una línea redundante entre estos dos anillos, se utiliza un segundo conmutador denominado "esclavo":

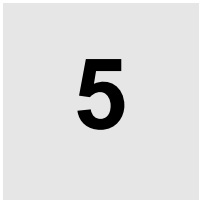
- Maestro y esclavo están conectados en el puerto Standby mediante un trenzado de a pares de conductores cruzados (490NTC00***).
- La función Standby debe estar activada en los ajustes del conmutador esclavo. El conmutador DIP permanece en la posición de ENCENDIDO.
- El conmutador esclavo está vinculado al anillo 2 en su puerto 1. Este es el enlace redundante.

Si falla la línea principal, en 0,5 s, el NxS redundante libera el enlace redundante. Tan pronto como se restablezca la línea principal y vuelva a funcionar con normalidad, el maestro NxS informa al NxS redundante. Se libera la línea principal y la línea redundante se vuelve a bloquear.

Acoplamiento redundante de anillos ópticos



Distancias y reglas



Introducción

Vista general En este capítulo encontrará una presentación de las reglas que se deben aplicar cuando se diseña una red Ethernet.

Contenido: Este capítulo contiene las siguientes secciones:

Sección	Apartado	Página
5.1	Diseño de una red de segmentos múltiples de dominio de colisión único	25
5.2	Modelos de cálculo en el dominio Ethernet de 10 Mbps	31
5.3	Modelos de cálculo en el dominio Ethernet de 100 Mbps	47
5.4	Conexión de los conmutadores	50

5.1 Diseño de una red de segmentos múltiples de dominio de colisión único

Introducción

Vista general Esta sección explica el modo en el que estas reglas están vinculadas al comportamiento de Ethernet.

Contenido Esta sección contiene los siguientes apartados:

Apartado	Página
Regla 1 de estándar Ethernet: Tiempo de espera de detección de la colisión y de la propagación máx.	26
Regla 2 de estándar Ethernet: Reducción del intervalo entre paquetes	29
Límites de nivel físico	30

Regla 1 de estándar Ethernet: Tiempo de espera de detección de la colisión y de la propagación máx.

Método de acceso de Ethernet: Detección de colisión CSMA/CD

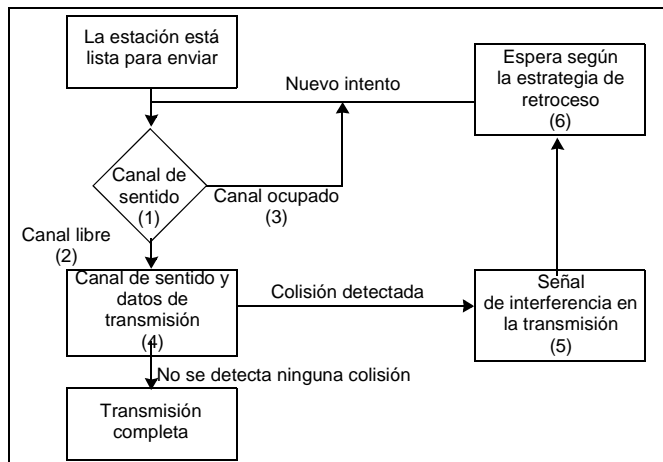
Cada estación final (DTE) de la red supervisa el tráfico en la red y, si no lo hay, inicia inmediatamente la transmisión de datos.

La secuencia de una transmisión es la siguiente:

- Sentido de la portadora: los participantes de la red comprueban si se encuentra disponible el medio de transmisión.
- Acceso múltiple: si el medio de transmisión está libre, alguno de los DTE inicia la emisión de datos.
- Detección de colisión: si varios DTE envían datos simultáneamente, tendrá lugar una colisión de datos.

Cada DTE detecta la colisión y finaliza la transmisión. Tiene lugar un cálculo aleatorio en cada DTE para determinar cuándo la estación podrá enviar datos de nuevo.

La secuencia completa para enviar datos es:



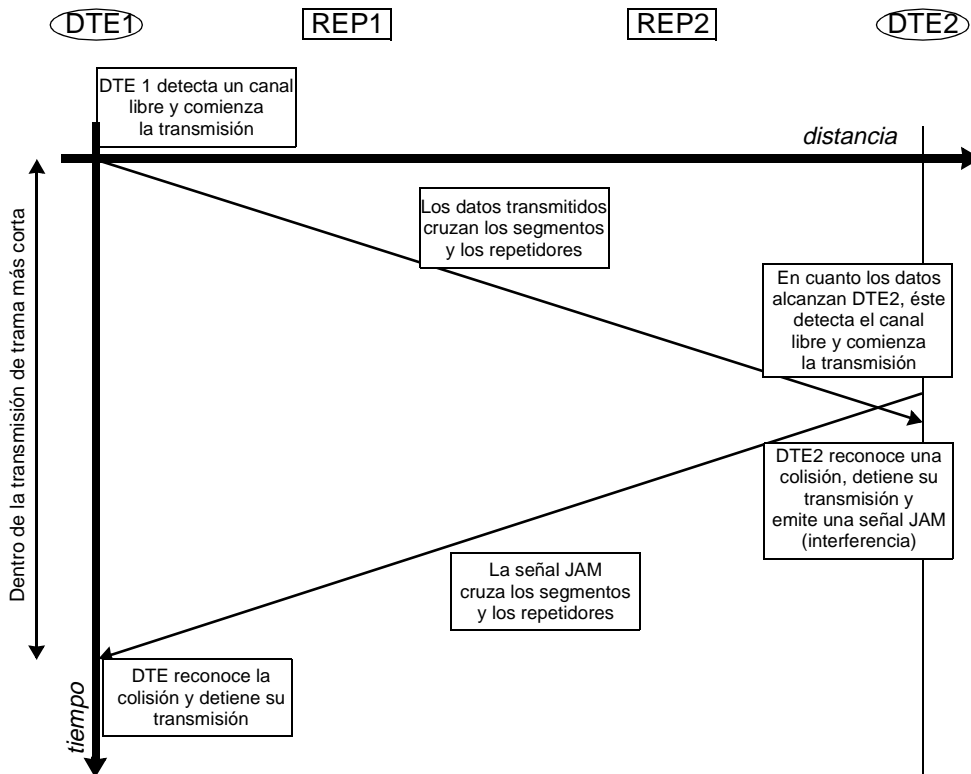
Regla 1 de Ethernet: tiempo de espera máximo de ida y vuelta de propagación de la colisión

La primera regla es la consecuencia de este método de acceso cuando se aplica a la transmisión de las tramas más cortas (64 bytes = 512 bits tras el delimitador de trama de inicio).

La figura que se muestra a continuación ilustra la transmisión de ese tipo de tramas desde DTE1 hacia DTE2. DTE1 debe detectar la colisión creada por DTE2 antes del final de la transmisión de trama.

La señal tiene tiempo para propagarse hasta la estación más lejana (DTE2) que emite justo antes de recibir y la señal que choca tiene tiempo de regresar a la primera estación (DTE1) que detecta la colisión. El tiempo que emplea la señal en llegar a la estación más lejana y regresar en forma de choque se denomina tiempo de espera de ida y vuelta de propagación de la colisión.

Por lo tanto, el valor máximo del tiempo de espera de ida y vuelta de propagación de la colisión debe ser inferior a la duración de la transmisión de la trama más corta.



El tiempo de espera de propagación calculado es la suma de todo el tiempo de espera de los componentes y medios (cables y conductores de fibra óptica). Esta regla limitará el número de repetidores (concentradores y transceptores) y la longitud total de cables y componentes de fibra.

Regla 2 de estándar Ethernet: Reducción del intervalo entre paquetes

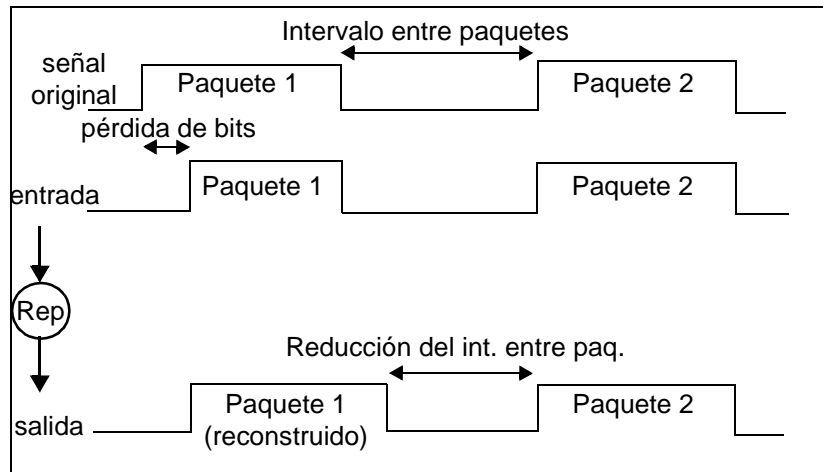
Espaciado entre tramas

Los estándares Ethernet de 10/100 Mbps especifican un espaciado entre tramas mínimo de un tiempo de bits de 96. Esto está dirigido a ofrecer tiempo de recuperación entre tramas para otros subniveles CSMA/CD y para los medios físicos.

Reducción del intervalo entre paquetes

La pérdida de bits variable (preámbulo) de dos paquetes de datos sucesivos en la misma vía puede dar lugar a la reducción del intervalo entre paquetes. Dado que cada repetidor regenera los bits de preámbulo perdidos de cualquier paquete que pase por él, cada paquete se reconstruye por completo. Si el primer paquete de datos pierde más bits de preámbulo que el paquete posterior, entonces se reducirá el intervalo.

Ejemplo de reducción del intervalo entre paquetes:



La siguiente regla fija el límite de esta reducción del intervalo entre paquetes:

El espaciado entre dos paquetes sucesivos que no chocan pueden tener un valor mínimo de tiempo de bits de 47 en la línea de recepción AUI del DTE. (Estándar 802.3). Esta regla permite una reducción de $96 - 47 = 49$ bits máximo.

Dado que la reducción del intervalo entre paquetes podría aparecer en cada paso por el repetidor, esta regla restringe la cantidad de concentradores y transceptores entre dos participantes.

Límites de nivel físico

Ethernet de 10 Mbps

En Transparent Factory Ethernet de 10 Mbps se utilizan dos niveles físicos diferentes:

- Ethernet 10 Base T, que utiliza cables trenzados a pares blindados y metalizados (Shielded and Foiled Twisted Pair o SFTP) con conectores RJ45,
- Ethernet 10 Base FL, que utiliza fibra óptica de modalidad múltiple de 62,5/125 con conectores ST.

Ambos niveles físicos poseen limitaciones físicas que restringen la longitud del medio.

	Límites de Schneider Automation	Límites del estándar 802.3
Longitud máx. del cable principal trenzado a pares	100 m	100 m
Longitud máx. del conductor de fibra óptica de modalidad múltiple de 62,5/125 m	3.100 m	2.000 m

Nota: Estos límites no se deben superar.

Ethernet de 100 Mbps

En Transparent Factory Ethernet de 100 Mbps se utilizan dos niveles físicos diferentes:

- Ethernet 100 Base Tx, que utiliza cables trenzados a pares blindados y metalizados (Shielded and Foiled Twisted Pair o SFTP) con conectores RJ45,
- Ethernet 100 Base Fx, que utiliza fibra óptica de modalidad múltiple de 62,5/125 con conectores SC.

Ambos niveles físicos poseen limitaciones físicas que restringen la longitud del medio.

	Límites de Schneider Automation	Límites del estándar 802.3	
Longitud máx. del cable principal trenzado a pares	100 m	100 m	
Longitud máx. del conductor de fibra óptica de modalidad múltiple de 62,5/125 m	412 m	412 m	Dúplex medio
	3.000 m	2.000 m	Dúplex completo

Nota: Estos límites no se deben superar.

5.2 Modelos de cálculo en el dominio Ethernet de 10 Mbps

Introducción

Vista general Esta sección describe los diversos modelos estándar de Ethernet de 10 Mbps

Contenido Esta sección contiene los siguientes apartados:

Apartado	Página
Modelo 1 estándar de Ethernet	32
Modelo 2 estándar de Ethernet	33
Modelo de cálculo de Schneider Automation	39

Modelo 1 estándar de Ethernet

Descripción

Este modelo se describe en el capítulo 13.3 del estándar 802.3 y supone que los componentes de comunicación funcionan dentro de los límites físicos descritos en el capítulo anterior.

Este modelo define reglas simples para implementar una red Ethernet (10 Mbps):

- La vía de transmisión entre dos DTE cualesquiera puede componerse de hasta **cinco** segmentos y **cuatro** repetidores.
- Cuando una vía de transmisión se compone de sets de cuatro repetidores y cinco segmentos, cada segmento individual en 10 Base FL no deberá superar 500 m.
- Cuando una vía de transmisión se compone de tres repetidores y cuatro segmentos, se aplica la siguiente restricción:
 - La longitud máxima de cualquier segmento de fibra entre repetidores no deberá superar 1.000 m para 10 Base FL.
 - La longitud máxima de cualquier repetidor para el segmento de fibra de DTE no deberá superar 400 m para 10 Base FL.

Nota: Para los segmentos 10 Base T, se debe aplicar el límite físico descrito en 5.1.3.

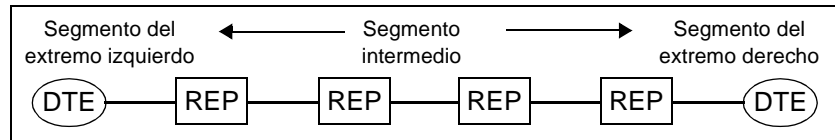
Nota: El estándar 802.3 ofrece reglas adicionales en caso de que se utilicen otros componentes o medios tales como 10 Base-FB, 10 Base-FP, AUI, etc. Se ha de consultar este documento si resulta necesario.

Modelo 2 estándar de Ethernet

Descripción

El modelo anterior es un acercamiento sencillo que puede orientar en un primer nivel de diseño de red.

El capítulo 13.4, estándar 802.3 describe el modelo 2 de transmisión, que ofrece una descripción más precisa acerca del modo de calcular la gama máxima de la red. Este modelo se compone de un conjunto ordenado de segmentos, entre los que se encuentran un segmento en el extremo izquierdo, segmentos intermedios y un segmento en el extremo derecho:



Cumplimiento de la regla 1: cálculo del valor de tiempo de espera de la vía (Path Delay Value o PDV)

El primer paso consiste en seleccionar la vía de peor tipo a través de la red. Se trata de la vía entre dos DTE que posee el tiempo de ida y vuelta más largo.

Tiempo de espera establecido:

El modelo 2 estándar de Ethernet define valores de tiempo de espera establecido para cada tipo de segmento, dependiendo de su posición en el modelo. Define también un tiempo de espera de ida y vuelta por cada metro de medio (tiempo de IV/m). Cada tiempo de espera se especifica en tiempo de bits (Bit Time o BT) que representa 100 ns a 10 Mbps.

Tipo de segmento	Longitud máxima	Tiempo de espera de base del extremo izquierdo	Tiempo de espera de base del segmento intermedio	Tiempo de espera de base del extremo derecho	Tiempo de IV/m
10 Base T	100 m	15,25 BT	42 BT	165 BT	0,113 BT/m
10 Base FL	2.000 m	12,25 BT	33,5 BT	156,5 BT	0,100 BT/m

Nota: 0,113 BT = 11,3 ns/m que significa una velocidad de propagación de 5,65 ns/m.

Cálculo del valor del tiempo de espera del segmento (SDV):

Con esta tabla se puede determinar el valor de tiempo de espera de cada segmento mediante la siguiente fórmula:

$$\text{SDV} = \text{tiempo de espera de base} + [\text{longitud} * (\text{tiempo de espera de ida y vuelta/metro})]$$

Por ejemplo, el SDV de un segmento del extremo derecho de 80 m en 10 Base T es:

$$\text{SDV} = 165 \text{ BT} + 80\text{m} * 0,113 \text{ BT/m} = 165 \text{ BT} + 9,04 \text{ BT} = 174,04 \text{ BT}$$

Cálculo de PDV:

El PDV es la suma de todos los SDV de la vía más un margen de hasta 5 bits.

Nota: De acuerdo con la regla 1 de Ethernet, el PDV no debe superar 575 BT

Nota: Si un candidato a la vía de peor tipo tiene segmentos de extremos de diferentes tipos, el cálculo se debe realizar dos veces, tomando el primer segmento del extremo como el del extremo izquierdo y después el otro, y emplear el valor máximo obtenido como el PDV.

Nota: El estándar 802.3 ofrece información adicional en caso de que se utilicen otros componentes o medios como 10 Base-2, 10 Base-5, AUI, etc. Se ha de consultar este documento si resulta necesario.

**Cumplimiento de la regla 2:
Cálculo del valor de variabilidad de la vía**

Valor de variabilidad del segmento (SVV o Segment Variability Value):
El modelo 2 estándar de Ethernet define valores de variabilidad del segmento establecidos para cada tipo de segmento, dependiendo de su posición en el modelo.

Tipo de segmento	Transmite segmentos del extremo izquierdo o derecho	Segmento intermedio
10 Base T	10,5 BT	8 BT
10 Base FL	10,5 BT	8 BT

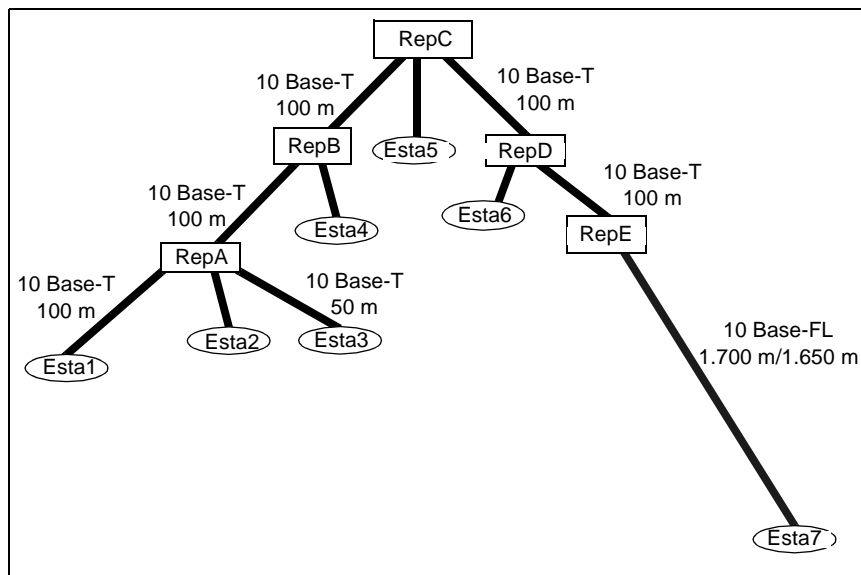
Valor de variabilidad de la vía (PVV o Path Variability Value):
Se debe identificar la vía de peor tipo a través de la red (número máximo de segmentos) y validar su valor de variabilidad de la vía.
En este contexto no se incluye el segmento de extremo de recepción, por lo que el segmento de extremo de transmisión seleccionado es el segmento de extremo con el peor SVV (podría darse el caso con niveles físicos diferentes a los anteriores). El PVV es la suma de todos los SVV de los segmentos intermedios más el SVV del segmento de extremo de transmisión.

Nota: Según la regla 2 de Ethernet, el **PDV no debe superar 49 BT.**

Nota: El estándar 802.3 ofrece información adicional en caso de que se utilicen otros componentes o medios como 10 Base-2, 10 Base-5, AUI, etc. Se ha de consultar este documento si resulta necesario.

Ejemplo de cálculo con el modelo 2

Ejemplo 1:



En esta arquitectura, la peor vía se encuentra entre la estación 1 y la estación 7: hay cinco repetidores en la vía y la distancia total es de 2.200 ó 2.150 m.

La primera tabla que aparece a continuación realiza el cálculo del valor de tiempo de espera de la vía y del valor de variabilidad de la vía cuando la longitud de fibra óptica entre el repetidor E y la estación 7 es de 1.700 m.

Tipo de segmento	SDV estándar establecido				SVV estándar establecido		Longitud máxima
	Seg. extremo izq. Tiempo de espera de base	Seg. interm. Tiempo de espera de base	Seg. extremo dch. Tiempo de espera de base	Tiempo de IV/m	Seg. extremo de transmisión	Segmento intermedio	
10 Base T	15,250 BT	42,000 BT	165,000 BT	0,113 BT/m	10,5 BT	8 BT	100 m
10 Base FL	12,250 BT	33,500 BT	156,500 BT	0,100 BT/m	10,5 BT	8 BT	2.000 m

Cálculo por ejemplo 1 con 1700 m entre RepE y la estación 7 :

Cálculo de PDV					Cálculo de PVV		
Extremo primero		Extremo izquierdo	Extremo derecho		SVV calculado	SVV del segmento	
Tipo	10 Base T	15,250 BT	165,000 BT		10,5 BT	10,5 BT	
Longitud	100 m	11,300 BT	11,300 BT		8 BT	8 BT	
Seg. interm. 1							
Tipo	10 Base T	42,000 BT	42,000 BT		8 BT	8 BT	
Longitud	100 m	11,300 BT	11,300 BT				
Seg. interm. 2							
Tipo	10 Base T	42,000 BT	42,000 BT		8 BT	8 BT	
Longitud	100 m	11,300 BT	11,300 BT				
Seg. interm. 4							
Tipo	10 Base T	42,000 BT	42,000 BT		8 BT	8 BT	
Longitud	100 m	11,300 BT	11,300 BT				
Extremo último							
Tipo	10 Base FL	156,500 BT	12,500 BT		0,0 BT	10,5 BT	
Longitud	1.700 m	170,000 BT	170,000 BT				
Margen		5,000 BT	5,000 BT				
						Máx. =	Longitud total
	PDV total	571,250 BT	576,750 BT	575 BT	42,5 BT	49,0 BT	2.200 m
		ACEPTAR	ERROR		ACEPTAR		

La conclusión es que esta arquitectura no es válida: El PVV es correcto y el PDV que va de la estación 1 a la estación 7 también es correcto. Pero el PDV de la estación 7 a la estación 1 se encuentra por encima del límite de 575 BT.

Si se limita la longitud de fibra óptica a 1.650 m, la arquitectura pasa a ser válida, tal como se muestra en la siguiente tabla:

	Cálculo de PDV				Cálculo de PVV		
Extremo primero		Extremo izquierdo	Extremo derecho		SVV calculado	SVV del segmento	
Tipo	10 Base T	15,250 BT	165,000 BT		10,5 BT	10,5 BT	
Longitud	100 m	11,300 BT	11,300 BT		8 BT	8 BT	
Seg. interm. 1							
Tipo	10 Base T	42,000 BT	42,000 BT		8 BT	8 BT	
Longitud	100 m	11,300 BT	11,300 BT				
Seg. interm. 2							
Tipo	10 Base T	42,000 BT	42,000 BT		8 BT	8 BT	
Longitud	100 m	11,300 BT	11,300 BT				
Seg. interm. 4							
Tipo	10 Base T	42,000 BT	42,000 BT		8 BT	8 BT	
Longitud	100 m	11,300 BT	11,300 BT				
Extremo último							
Tipo	10 Base FL	156,500 BT	12,500 BT		0,0 BT	10,5 BT	
Longitud	1.650 m	165,000 BT	165,000 BT				
Margen		5,000 BT	5,000 BT				
						Máx. =	Longitud total
	PDV total	566,250 BT	571,750 BT	575 BT	42,5 BT	49,0 BT	2.150 m
		ACEPTAR	ACEPTAR		ACEPTAR		

Nota: En este ejemplo se muestra que, cuando se tiene una red asimétrica, es importante calcular el PDV de ambos modos.

Nota: También se puede ver que el modelo 2 mejora el número máximo de repetidores permitidos, que en este ejemplo es cinco.

Modelo de cálculo de Schneider Automation

Vista general

El modelo de cálculo de Schneider Automation procede del modelo 2 estándar de Ethernet. Se ha diseñado óptimamente para calcular una red constituida por completo por componentes de red de Schneider Automation. Al igual que el modelo 2, incluye todos los componentes de red que se encuentran en la vía de señal. La forma de simplificación ha cambiado, lo que da lugar a un cálculo mucho más preciso de la gama de red máxima, teniendo en cuenta la notable calidad de los componentes y la mejora correspondiente de las características de transmisión.

Cumplimiento de la regla 1 de Ethernet

Parámetro del equivalente de propagación:

Con el fin de simplificar el cálculo para la validación de un dominio de 10 Mbps, todos los tiempos de espera de propagación se especifican en las distancias del equivalente de propagación.

Por lo tanto, cada producto de Schneider Automation se caracteriza por este parámetro, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Características de los productos			Equivalente de propagación
Concentrador de 4 puertos 10BT	499 NEH00410	TP<>TP	190 m
Concentrador de 5 puertos BT/FL	499 NOH00410	TP<>TP	190 m
		TP<>FO	360 m
		FO<>FO	260 m
Transceptor TP/FL	499 NTR 00010	TP<>FO	50 m
Equipo de terminal de datos		Puerto TP	140 m

Diámetro máximo:

El límite del diámetro de un dominio Ethernet de 10 Mbps está fijado en **4.520 m**, que corresponde a una velocidad de señal de 5,66 ns/m durante 25,6 s (la mitad del tiempo de transmisión de la trama más corta de 512 bits).

La validación consiste en calcular la distancia del equivalente de propagación de una vía, sumando todos los componentes cruzados mediante:

- La distancia del equivalente de propagación, que es la suma del parámetro del equivalente de propagación de cada repetidor, más la longitud total de los cables y la fibra óptica a lo largo de la vía.
- El PED de cualquier vía dentro del mismo dominio debe ser inferior a 4.520 m.

Cumplimiento de la regla 2 de Ethernet

Valor de variabilidad:

Al igual que en el modelo 2 de Ethernet, cada repetidor puede reducir el intervalo entre tramas, por lo tanto, cada producto de Schneider Automation se caracteriza por un valor de variabilidad, según la siguiente tabla.

Características de los productos			Equivalente de propagación
Concentrador de 4 puertos 10BT	499 NEH00410	TP<>TP	4,0 BT
Concentrador de 5 puertos BT/FL	499 NOH00410	TP<>TP	3,0 BT
		TP<>FO	6,0 BT
		FO<>FO	3,0 BT
Transceptor TP/FL	499 NTR 00010	TP<>FO	1,0 BT

Empezando por los 49 BT permitidos por el modelo 2 de Ethernet, el valor de variabilidad disminuye en 9BT que corresponde a:

- 2,5 BT de la sincronización del reloj
- 3,5 BT del tiempo de espera para la puesta en marcha en el primer DTE
- 3,0 BT de margen de seguridad

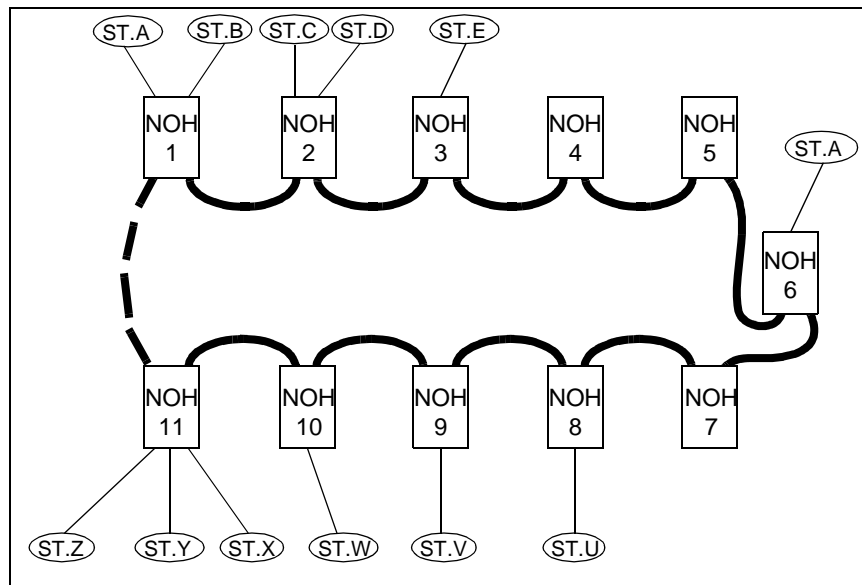
Se mantiene un valor de 40 BT como provisión para los otros componentes de transmisión de la vía de la señal.

El valor de variabilidad de una vía es la suma del valor de variabilidad de cada repetidor de la vía.

El VV de cualquier vía dentro del dominio no debe superar 40BT.

**Validación de una configuración:
Ejemplo 1**

Este ejemplo es la validación del bus óptico de 11 concentradores 499NOH00510 conectados en serie que se pueden cerrar en un anillo:



Cálculo para la validación

La peor vía en este caso es la que se encuentra entre la estación A (ST.A) y la estación Z (ST.Z) cuando no existe un enlace que cierre el anillo.

La tabla que aparece a continuación muestra un modo de calcular las dos características de la que es, en este caso, la peor vía: la distancia del equivalente de propagación y el valor de variabilidad de la vía:

Características de los productos			Equivalente de propagación	Valor de variabilidad
Concentrador de 4 puertos 10BT	499 NEH 00410	TP<>TP	190 m	4 BT
Concentrador de 5 puertos TP/FL	499 NOH 00510	TP<>TP	190 m	3 BT
	499 NOH 00510	TP<>FO	360 m	6 BT
	499 NOH 00510	FO<>FO	260 m	3 BT
Transceptor TP/FL	499 NTR 00010	TP<>FO	50 m	1 BT
Equipo de terminal de datos	DTE	Puerto TP	140 m	

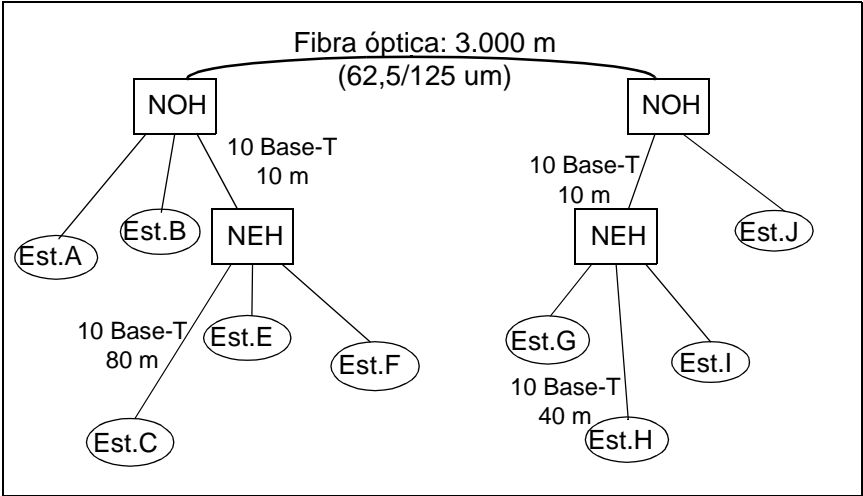
Detección de la peor vía

Producto	Tipo	Equivalente de propagación	Valor de variabilidad	Nº	Equivalente de propagación	Valor de variabilidad	
DTE	Puerto TP	140 m	0,0 BT	2	280 m	0,0 T	
499 NEH 00410	TP<>TP	190 m	4,0 BT	0	0 m	0,0 T	
499 NOH 00510	TP<>TP	190 m	3,0 BT	0	0 m	0,0 BT	
499 NOH 00510	TP<>FO	360 m	6,0 BT	2	720	12,0 BT	
499 NOH 00510	FO<>FO	260 m	3,0 BT	9	2340	27,0 BT	
499 NTR 00010	TP<>FO	50 m	1,0 BT	0	0 m	0,0 BT	
	Equivalente de propagación total				3.340 m		
		VVP TOTAL				39,0 BT	
			Máximo			4.520 m	40,0 BT
			Margen			1.180 m	1,0 BT

Nota: el máximo número de concentradores conectados en serie es 11.

Esta tabla se puede representar en una simple hoja de cálculo, las únicas entradas son el número de componentes de la vía y el margen ofrece la longitud disponible para los cables.

Ejemplo 2: Esta configuración incluye parte de la fibra óptica:



La peor vía identificada se encuentra entre la estación C y la estación H; la tabla que se muestra a continuación describe por completo la vía entre las dos estaciones y calcula la distancia de propagación total y el valor de variabilidad de la vía.

Características de los productos			Equivalente de propagación	Valor de variabilidad
Concentrador de 5 puertos TP/FL	499 NOH 00510	TP<>TP	190 m	3 BT
	499 NOH 00510	TP<>FO	360 m	6 BT
	499 NOH 00510	FO<>FO	260 m	3 BT
Transceptor TP/FL	499 NTR 00010	TP<>FO	50 m	1 BT
Equipo de terminal de datos	DTE	Puerto TP	140 m	

Descripción de la peor vía

Producto	Tipo	Equivalente de propagación	Valor de variabilidad
DTE	Puerto TP	140 m	
Trenzado a pares		80 m	
499 NEH 00410	TP<>TP	190 m	4,0 BT
Trenzado a pares		10 m	
499 NOH 00510	TP<>FO	360 m	6,0 BT
Fibra óptica		3.000 m	
499 NOH 00510	TP<>FO	360 m	6,0 BT
Trenzado a pares		10 m	
499 NEH 00410	TP<>TP	190 m	4,0 BT
Trenzado a pares		40 m	
DTE	Puerto TP	140 m	
	Total de cables	3.140 m	
	Total utilizado	4.520 m	20,0 BT
	Máximo	4.520 m	40,0 BT
	Margen	0 m	20,0 BT

Ejemplo 3: En este ejemplo se calcula el número máximo de concentradores eléctricos 499NEH00410 que se pueden conectar en serie:

Características de los productos			Equivalente de propagación	Valor de variabilidad
Concentrador de 4 puertos 10BT	499 NEH 00410	TP<>TP	190 m	4 BT
Concentrador de 5 puertos TP/FL	499 NOH 00510	TP<>TP	190 m	3 BT
	499 NOH 00510	TP<>FO	360 m	6 BT
	499 NOH 00510	FO<>FO	260 m	3 BT
Transceptor TP/FL	499 NTR 00010	TP<>FO	50 m	1 BT
Equipo de terminal de datos	DTE	Puerto TP	140 m	

Detección de la peor vía

Producto	Tipo	Equivalente de propagación	Valor de variabilidad	Nº	Equivalente de propagación	Valor de variabilidad
DTE	Puerto TP	140 m	0,0 BT	2	280 m	0,0 BT
499 NEH 00410	TP<>TP	190 m	4,0 BT	10	1.900 m	40,0 BT
499 NOH 00510	TP<>TP	190 m	3,0 BT	0	0 m	0,0 BT
499 NOH 00510	TP<>FO	360 m	6,0 BT	0	0	12,0 BT
499 NOH 00510	FO<>FO	260 m	3,0 BT	0	0	27,0 BT
499 NTR 00010	TP<>FO	50 m	1,0 BT	0	0 m	0,0 BT
	Equivalente de propagación total				2.180 m	
		VVP TOTAL				40,0 BT
			Máximo		4.520 m	40,0 BT
			Margen		2.340 m	0,0 BT

Este cálculo muestra que se pueden conectar en serie 10 concentradores 499NEH00410 y que la distancia disponible para los cables es 2.340 m. Sin embargo, como todas las interfaces son para trenzados a pares, la longitud máx. entre dos componentes debe ser 100 m. Por lo tanto, la longitud total del cable no debe superar 11 x 100 = 1.100 m entre las dos estaciones finales.

5.3 Modelos de cálculo en el dominio Ethernet de 100 Mbps

Introducción

Vista general Esta sección describe los diversos modelos estándar de Ethernet de 100 Mbps

Contenido Esta sección contiene los siguientes apartados:

Apartado	Página
Modelo 1 de transmisión estándar	48
Modelo 2 de transmisión estándar	49

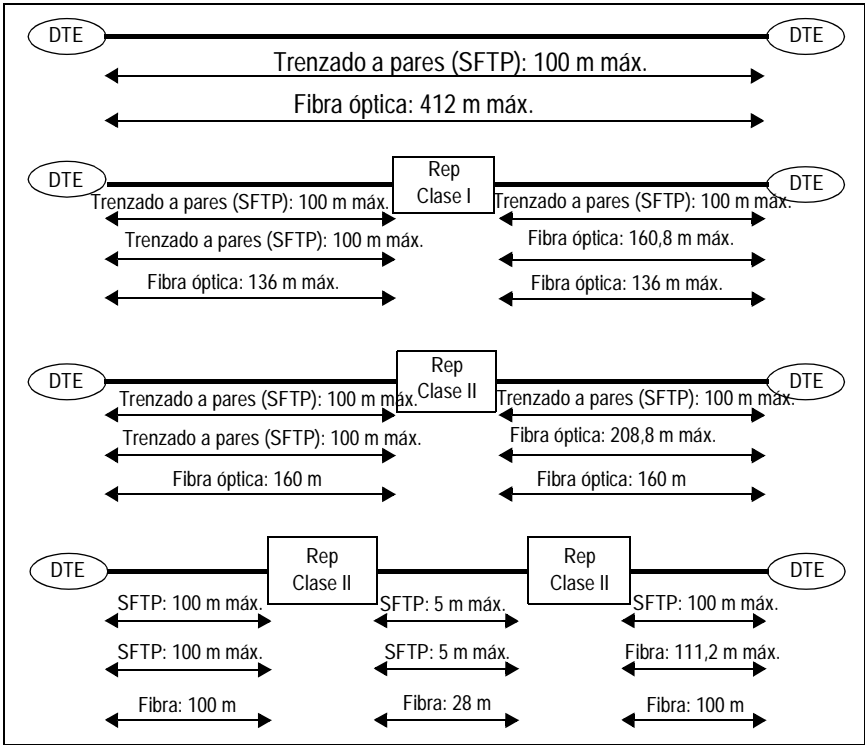
Modelo 1 de transmisión estándar

Topología y reglas

El término estándar define dos tipos de repetidores que cumplen las siguientes reglas:

- Sólo un repetidor de Clase I puede residir en un dominio de colisión único.
- Dos repetidores de Clase II pueden residir en un dominio de colisión único.

El modelo 1 de transmisión define las siguientes topologías y reglas asociadas para los niveles físicos 100 Base Tx y 100 Base Fx:



Modelo 2 de transmisión estándar

Tabla y tiempo de espera de vía de peor tipo

Este modelo 2 de transmisión se deriva del modelo 2 definido para los dominios de 10 Mbps y adaptados para 100 Mbps.

Este modelo facilita una tabla de valores máximos del tiempo de espera de propagación para repetidores y medios, en la que se pueden añadir los parámetros definidos por el fabricante.

Tiempo de espera del componente de red	Longitud	Tiempo de espera de ida y vuelta en BT/m	Tiempo de espera máx. de ida y vuelta en BT
Dos Tx/Fx DTE			100,00 BT
Cable SFTP	100 m	1,112 BT/m	111,20 BT
Fibra óptica	412 m	1,000 BT/m	412,00 BT
Repetidor de Clase I			140,00 BT
Repetidor de Clase II (puerto Tx/Fx)			92,00 BT
499NEH04100	Concentrador de 4 puertos Tx		92,00 BT
499NTR00100	Transceptor Tx/Fx		84,00 BT

El modelo define un método de cálculo del valor del tiempo de espera de la vía de peor tipo a través de una red y, de este modo, permite la validación si cumple las reglas de Ethernet.

Este método se describe en la siguiente tabla:

Descripción de la vía de peor tipo	Longitud	Tiempo de espera de ida y vuelta en BT/m	Tiempo de espera máx. de ida y vuelta en BT
Dos Tx/Fx DTE			100,00 BT
Cable SFTP	50 m	1,112 BT/m	56,60 BT
499NEH04100			92,00 BT
Cable SFTP	10 m	1,112 BT/m	11,12 BT
499NTR00100			84,00 BT
Fibra óptica	165 m	1,000 BT/m	165,00 BT
Margen de seguridad			4,00 BT
TOTALES	225 m		511,72 BT
			ACEPTAR

5.4 Conexión de los conmutadores

Conexión de los conmutadores

Recomendación	Al conectar dos conmutadores, la línea puede estar en dúplex completo y no aparecer ninguna colisión en este segmento. No se deben utilizar las reglas aplicadas en el dominio de colisión y los límites los establece el nivel físico utilizado. Por ejemplo, es posible conectar dos conmutadores en puertos 100 Base Fx con una fibra óptica de 3.000 m de longitud.
----------------------	---

Recomendación sobre el cableado



Introducción

Vista general Este capítulo ofrece todas las recomendaciones sobre la instalación del cableado en una red Ethernet.

Contenido: Este capítulo contiene las siguientes secciones:

Sección	Apartado	Página
6.1	Reglas básicas	53
6.2	Regulaciones sobre el cableado	62
6.3	Uso de las rutas de los cables	66
6.4	Enlaces entre bloques	79
6.5	Uso de fibra óptica	82

6.1 Reglas básicas

Reglas y precauciones

Introducción El siguiente capítulo describe las reglas y precauciones que se deben tener en cuenta para instalar el cableado de Ethernet en unas condiciones óptimas.

Contenido Esta sección contiene los siguientes apartados:

Apartado	Página
Presentación	54
Compatibilidad Electromagnética (CEM)	55
Tierra y masa	56
Modo diferencial y modo común	58
Cableado de las masas y del neutro	59
Elección de los cables eléctricos de Transparent Factory	60
Sensibilidad de las diferentes familias de cables	61

Presentación

Descripción

La instalación de un sistema Transparent Factory precisa que se tomen algunas precauciones. A continuación se explica qué tipo de conexiones se deben escoger, por qué y cómo instalarlas para que sean correctas.

Principios

- Los equipos, que responden a las normas industriales (compatibilidad electromagnética o "CEM"), funcionan de forma autónoma.
 - Se deben tomar precauciones cuando se conectan equipos entre sí, de manera que funcionen en su entorno electromagnético, según su utilización.
- El uso exclusivo de cables aislantes de fibra óptica para Transparent Factory es el medio de evitar cualquier problema de compatibilidad electromagnética en las conexiones.

Nota: En Europa es obligatorio el etiquetado CE. Por sí solo no garantiza las prestaciones reales de los sistemas con relación a la compatibilidad electromagnética.

Compatibilidad Electromagnética (CEM)

Descripción

La compatibilidad electromagnética es la capacidad de un equipo o de un sistema para poder funcionar en su entorno electromagnético sin que se produzcan perturbaciones electromagnéticas intolerables en dicho entorno o en los equipos vecinos.

En caso de que se presenten problemas (incompatibilidad electromagnética), los costes de modificación aumentan rápidamente, mientras que, si se prevén, muchas de las opciones adecuadas de compatibilidad electromagnética son gratuitas. Evitemos las opciones incorrectas, sobre todo las costosas.

Tierra y masa


Introducción

La función de una red de puesta a tierra es derivar al suelo las corrientes de fuga y de fallo de los equipos, las corrientes del común de los cables exteriores (energía y telecomunicaciones principalmente) y la corriente directa del rayo.

Descripción

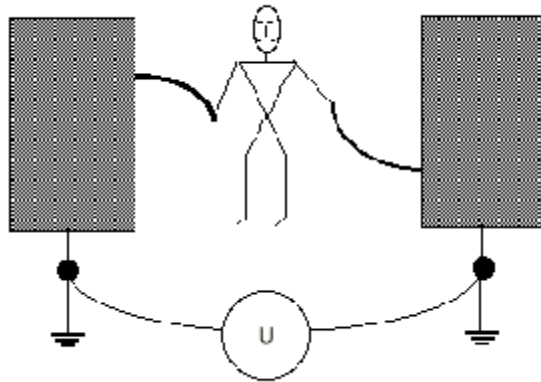
Físicamente, una resistencia débil (en relación con una tierra lejana) interesa mucho menos que la equipotencialidad local del edificio. En efecto, las líneas más sensibles son aquellas que conectan los equipos entre sí. Con el fin de limitar la circulación de corrientes del común por los cables que no salen del edificio, es necesario limitar las tensiones entre los equipos conectados entre sí, en el centro del emplazamiento.

Una masa es la parte conductora de un material, accesible al tacto, que normalmente no está sometida a tensión, pero que puede estarlo en caso de avería.

	AVISO
	<p>Accesibilidad simultánea de 2 masas</p> <p>Dos masas que sean accesibles simultáneamente, tienen que presentar una tensión de contacto "U" inferior a la tensión límite convencional de contacto (25 ó 50 V según los casos).</p> <p>Si no se respetan estas precauciones pueden producirse daños corporales y/o materiales</p>

Principio

Fundamentalmente, es lo más importante para la seguridad de las personas ya que, en concreto, no lo son ni la resistencia ni el modo de conectar las masas a tierra.



Los equipos y los sistemas electrónicos están conectados entre sí. La mejor manera de garantizar un buen funcionamiento es conservando una buena equipotencialidad entre los equipos. A diferencia de la seguridad de las personas, que es un problema de baja frecuencia, la equipotencialidad entre los equipos debe ser satisfactoria, sobre todo para los equipos digitales, hasta frecuencias muy elevadas.

	AVISO
	<p>Normas de seguridad</p> <p>En caso de que se presenten incompatibilidades, las normas de seguridad se anteponen a las obligaciones de compatibilidad electromagnética.</p> <p>En caso de que existan incompatibilidades entre las recomendaciones de este manual y las instrucciones particulares de un equipo, las que prevalecen son estas últimas.</p> <p>Si no se respetan estas precauciones pueden producirse daños corporales y/o materiales</p>

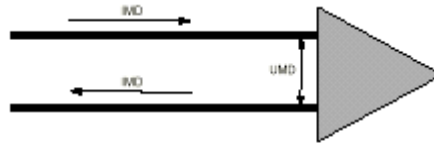
Modo diferencial y modo común

Modo diferencial

El **modo diferencial** es el modo normal de transmitir las señales eléctricas y electrónicas. Los datos de Transparent Factory en forma eléctrica se transmiten en modo diferencial. La corriente se propaga por un conductor y vuelve por el otro. La tensión diferencial se mide entre los conductores.

Cuando los conductores de ida y vuelta están, de una parte, uno al lado del otro, como en los cables de Transparent Factory, y de otra están alejados de las corrientes perturbadoras, **las perturbaciones del modo diferencial por lo general son despreciables.**

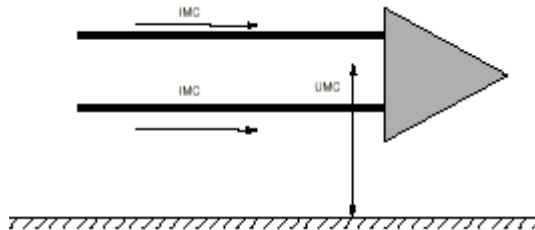
Modo diferencial



Modo común

El **modo común** es un modo parásito en el cual la corriente circula en el mismo sentido en todos los conductores y retorna por la masa.

Modo común



Una masa (una caja conductora, por ejemplo) sirve de referencia de potencial para la electrónica y de retorno para las corrientes del modo común. Toda corriente, incluso elevada, que penetre por un cable en modo común en un equipo aislado de la masa, sale de nuevo por los otros cables, incluidos los cables de Transparent Factory cuando este sistema esté presente.

Cableado de las masas y del neutro

Mallado de las masas

Cuando el mallado de las masas es incorrecto, un cable que soporta una corriente de modo común perturba el resto, y por lo tanto los cables eléctricos de Transparent Factory. Un mallado correcto de las masas reduce este fenómeno.

Tanto respecto a los armarios como a las máquinas y los edificios, los métodos adecuados para conectar las masas y por consiguiente mallarlas, se explican en el manual TSX DG KBL F, que se encarga por separado.

Nota: Las perturbaciones de alta frecuencia que se producen en el modo común por los cables son el principal problema de compatibilidad electromagnética.
--

Conexión del neutro

El esquema de neutro TN-C, al mezclar el conductor neutro (señalado N, que es activo) con el conductor de protección (señalado PE), permite que circulen corrientes fuertes por las masas.

El esquema de neutro TN-C es por lo tanto nefasto para el entorno magnético.

El esquema de neutro TN-S (con o sin protección de corriente diferencial residual) es mucho más aconsejable.

Nota: Sin embargo, es preciso respetar escrupulosamente las reglamentaciones locales sobre seguridad.
--

Elección de los cables eléctricos de Transparent Factory

Cables blindados

La elección de la calidad de la pantalla depende del tipo de enlace. SCHNEIDER ELECTRIC define los cables para cada bus de campo y cada red local de manera que se garantice la compatibilidad electromagnética de la instalación. Un cable blindado constituye una protección excelente contra las perturbaciones electromagnéticas, particularmente a altas frecuencias. La eficacia de un cable blindado depende de la elección de la pantalla y, sobre todo, de su instalación.

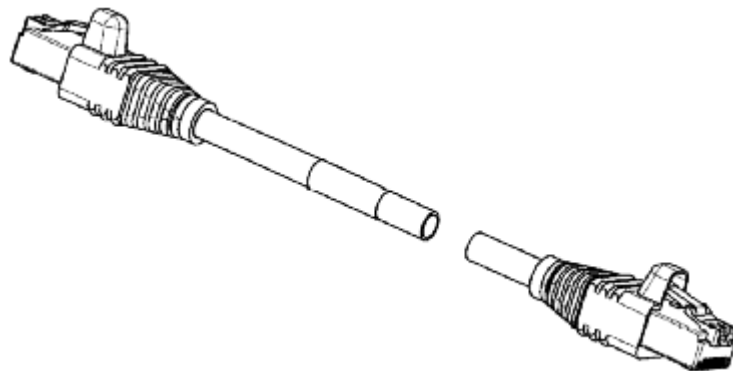
Nota: Los cables Transparent Factory están compuestos por un fleje y un trenzado.

Cables con fleje

El problema de los cables con fleje es su fragilidad. El efecto protector en alta frecuencia de un fleje se degrada debido a las diferentes manipulaciones del cable. Las tracciones y torsiones de los cables Transparent Factory se tendrán que reducir por lo tanto al mínimo, principalmente en el momento de la instalación. El efecto protector puede llegar a alcanzar cientos de MHz con un sencillo trenzado a partir de tan sólo algunos MHz si las conexiones de la pantalla son correctas.

Nota: La conexión bilateral de la pantalla a las masas ofrece protección contra las perturbaciones más severas. Por esta razón es fundamental equipar correctamente cada extremo de los cables blindados Transparent Factory con conectores RJ45 blindados.

Cable de par trenzado, blindado y con fleje



Sensibilidad de las diferentes familias de cables

Descripción

Tabla descriptiva

Familia	Cables	Incluye	Comportamiento de CEM
1	...analógicos	circuitos de alimentación y de medida de los captadores analógicos	Estas señales son sensibles
2	...digitales y telecomunicaciones	circuitos digitales y bus de datos, entre los cuales se encuentra Transparent Factory	Estas señales son sensibles. Por otro lado, producen perturbaciones en la familia 1 si no están suficientemente blindados
3	...de relevado	circuitos de contactos secos con riesgo de nuevos cebados	Estas señales producen perturbaciones en las familias 1 y 2
4	...alimentación	circuitos de alimentación y de potencia	Estas señales son perturbadoras

6.2 Regulaciones sobre el cableado

Reglas que debe seguir el instalador

Introducción El instalador debe seguir las siguientes reglas, excepto si no resultase posible.

Contenido Esta sección contiene los siguientes apartados:

Apartado	Página
Primera norma de cableado	63
Segunda norma de cableado	64
Tercera norma de cableado	65

Primera norma de cableado

Principio

Se aconseja poner placas en todas las conexiones de las estructuras equipotenciales de masa a fin de beneficiarse de un efecto protector de alta frecuencia.

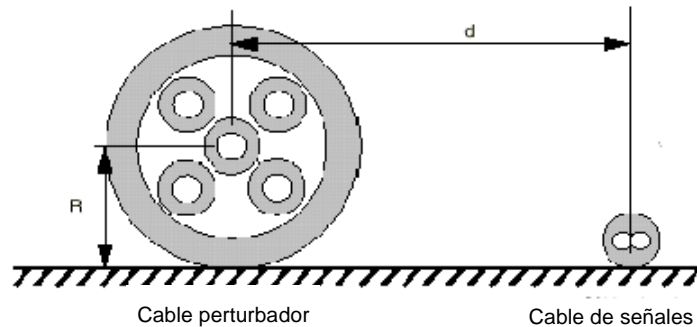
El uso de rutas de cables conductores conlleva un nivel de protección satisfactorio en una gran mayoría de los casos. Se procurará, como mínimo, conectar a masa los cables de las conexiones entre edificios y dentro de los mismos: pica de tierra o ruta de cables.

Para las conexiones internas de armarios y máquinas, sistemáticamente se colocarán placas en los cables contra la chapa.

Para conservar un efecto protector correcto, se aconseja dejar una distancia entre los cables superior a 5 veces el radio "R" del más grueso de ellos:

$$d > 5R$$

Posicionamiento de los cables



Segunda norma de cableado

Principio

Únicamente los pares de señales analógicas, digitales y de telecomunicaciones pueden apretarse unos contra otros en un mismo haz.

Los circuitos de relevado, variadores, alimentación y potencia se separarán de los pares anteriores.

Se prestará especial atención para separar las conexiones de potencia de las de datos en la puesta en marcha de los variadores de velocidad.

Se reservará, salvo que resulte imposible, un conducto de alimentación para las conexiones de potencia, al igual que en los armarios.

Tercera norma de cableado

Principio

Los cables de potencia no necesitan blindarse si llevan filtros.

Así, las salidas de potencia de los variadores de velocidad se blindarán o llevarán filtros obligatoriamente.

6.3 Uso de las rutas de los cables

Información básica

Introducción Este capítulo contiene información básica sobre la instalación de las rutas de los cables.

Contenido Esta sección contiene los siguientes apartados:

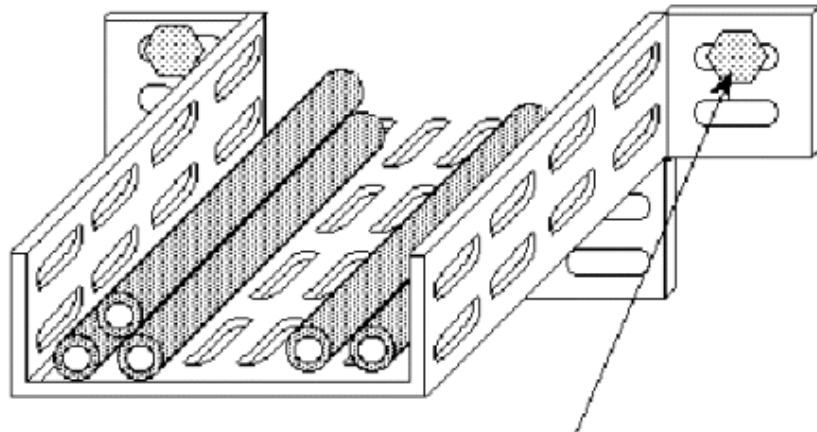
Apartado	Página
Principios generales de utilización de las rutas de cables	67
Modos de verificación de la longitud de un cable homogéneo	73
Modo de verificación de la longitud de un cable heterogéneo	75
Otros efectos protectores	76

Principios generales de utilización de las rutas de cables

Rutas de cables metálicas

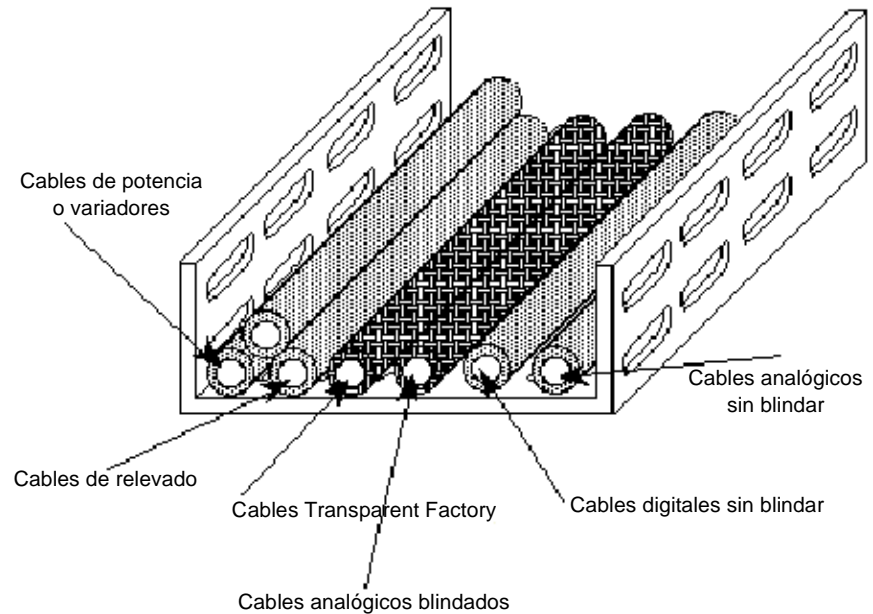
En el exterior de los armarios, cuando la longitud sea superior a 3 m, las **canalizaciones** tendrán que ser **metálicas**. Estas rutas de cables mantendrán la continuidad eléctrica de un extremo a otro mediante bridas o tiras metálicas. Es muy importante efectuar estas conexiones mediante bridas o tiras metálicas en lugar de trenzados o en su caso conductores redondos. Estas rutas de cables se tendrán que conectar, de la misma forma, a la masa de los armarios y de las máquinas, una vez que se haya raspado la pintura para asegurar el contacto. El cable de conducción sólo se utilizará en caso de que las demás soluciones no sean viables.

Ejemplo de utilización de una canalización metálica



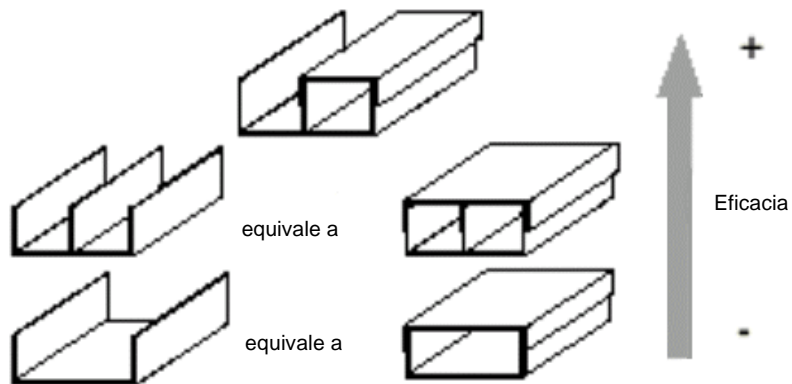
Todas las fijaciones deben efectuarse con contacto eléctrico: RASCAR la pintura

Los cables sin blindar deberán fijarse en las esquinas de las canalizaciones, tal como se indica a continuación en la figura.



Cambios futuros Se prestará atención a los cambios posteriores. Una separación vertical en la canalización evita que los cables incompatibles se mezclen. Es aconsejable colocar una tapa metálica en la mitad de la canalización de señales. Debe tenerse en cuenta que una tapa metálica en toda la canalización no mejora la compatibilidad electromagnética.

Eficacia de los distintos tipos de canalizaciones



Caso del TF Ethernet

Tanto para el TF Ethernet, como para cualquier red de comunicaciones, se respetará un primer límite máximo de **longitud del segmento (sin repetidor)**. Dicho límite, igual a **100 metros**, sólo puede lograrse si las condiciones de instalación son satisfactorias en relación con la compatibilidad electromagnética (especialmente, los cables situados en las canalizaciones metálicas que tengan continuidad eléctrica de extremo a extremo, unidas a las mallas de masa y a la tierra).

Por tanto, puede definirse una **longitud teórica máxima** de compatibilidad electromagnética. Este segundo límite es teórico, sirve para optimizar las condiciones de instalación y debe respetarse **al mismo tiempo** que el límite anterior.

La longitud teórica de compatibilidad electromagnética es de 400 metros para TF Ethernet.

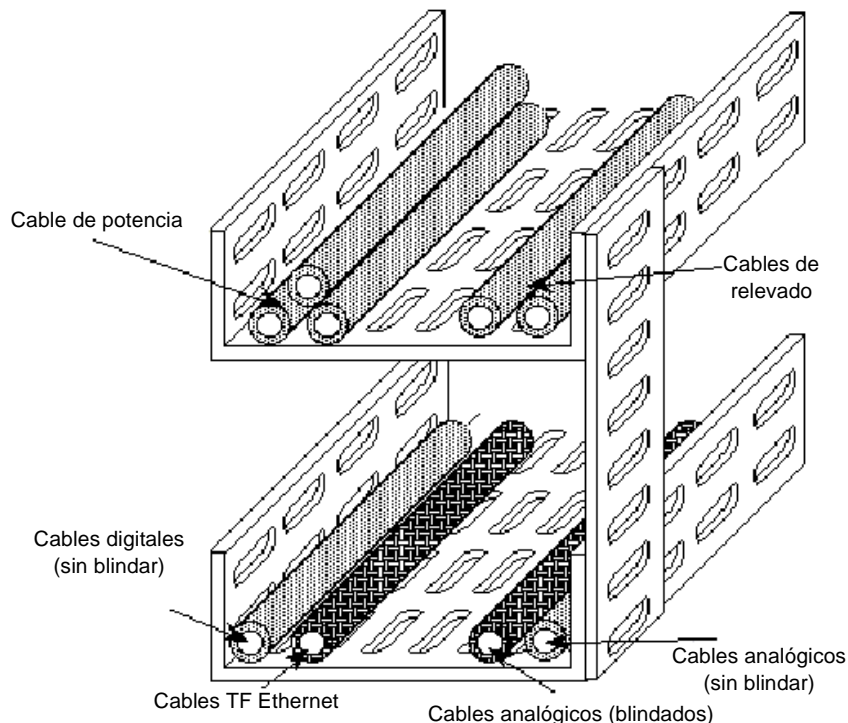
Separación de los cables en función del tipo

Se emplearán, salvo que sea imposible, **dos canalizaciones metálicas**

- : una reservada para la potencia, el relevado y los variadores
- la segunda para los cables de señales (captadores, datos, telecomunicaciones, etc.).

Estas dos canalizaciones pueden estar en contacto si la longitud no sobrepasa los 30 m. De 30 a 100 m, se separarán 10 cm, independientemente de que estén lado a lado o superpuestas.

Ejemplo de instalación con 2 canalizaciones



Estos límites particulares se derivan de la misma Longitud Teórica de Compatibilidad electromagnética o "LTC".

Alcanzar esta LTC supone cumplir las dos condiciones óptimas siguientes:

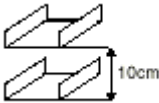

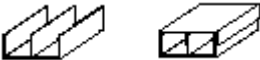
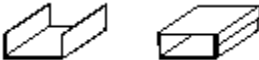
- una segunda canalización, separada de 30 cm como mínimo, se reserva para los cables de potencia y de relevado,
- las canalizaciones no se llenan más del 50% de su capacidad.

Coeficiente Ki

Según el tipo de red de comunicaciones, este valor puede ser diferente.

- Cuando no se cumpla alguna de estas 2 condiciones de extremo a extremo, y con el fin de respetar la compatibilidad electromagnética, se debe asignar un coeficiente a la longitud física de la canalización. Los coeficientes Ki, definidos en la siguiente tabla, miden la disminución del efecto protector. La longitud permitida que resulte será en tal caso inferior a la LTC.
- Asimismo, en el caso de una canalización única para cables de potencia y de señales, el coeficiente tendrá en cuenta, en su caso, la falta de separación metálica o de tapa metálica sobre la mitad de la canalización de señales.

Tabla resumen

Símbolo	Condición	Figura	Coeficiente	Longitud total (1)
			Ki	LTC x 1/ Ki
K50	Canalización única llena al 50% o más		2	200
K10	Canalizaciones separadas por 10 cm (en lugar de 30 cm)		2	200
K6	Canalización única o 2 canalizaciones unidas por los bordes con separación y cubierta en la mitad de la canalización de señales		4	100
K8	Canalización única o 2 canalizaciones unidas por los bordes sin cubierta en la mitad de la canalización de señales		6	100
K0	Canalización única o 2 canalizaciones unidas por los bordes sin separación		12	30

(1) Longitud total máxima si se trata de la única condición desfavorable (con LTC = 400 m)

Modos de verificación de la longitud de un cable homogéneo

Introducción

Existen dos modos de utilizar los coeficientes K_i .

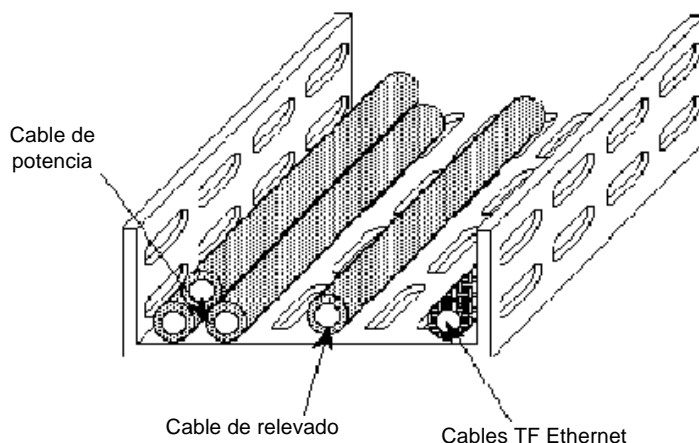
- Para obtener la longitud física permitida, se parte de la LTC y se divide por K_i (ejemplos 1 y 2 siguientes).
- A la inversa, cuando se establecen las longitudes físicas, multiplicándolas por K_i se compara el resultado con la LTC para verificar si cumplen los requisitos de compatibilidad electromagnética (ejemplos 3, 4 y 5).

Ejemplo 1: Conexiones Transparent Factory inferiores a 30 m, sin cable analógico

Las conexiones pueden hacerse dentro de una ruta metálica única (para LTC = 400 m o más).

En efecto, salvo que la canalización no se llene a más del 50% (atención a los cambios posteriores), solamente se tendrá en cuenta el coeficiente K_0 , lo que proporciona la longitud máxima de 400 m: $12 = 30$ m.

Los cables de potencia y las conexiones digitales blindadas se fijarán en las esquinas de la canalización, tal como se indica en la siguiente figura:



Ejemplo 2:
Conexiones
Transparent
Factory
inferiores a 100
m, sin cable
analógico

Desde el momento en el que la longitud calculada en una condición de instalación es insuficiente (30 m en el primer ejemplo), es necesario mejorar la configuración en relación con la compatibilidad electromagnética.

Una separación vertical en la canalización evita que los cables incompatibles se mezclen. Una tapa metálica en la mitad de los cables de señales limita la aparición de parásitos en éstas.

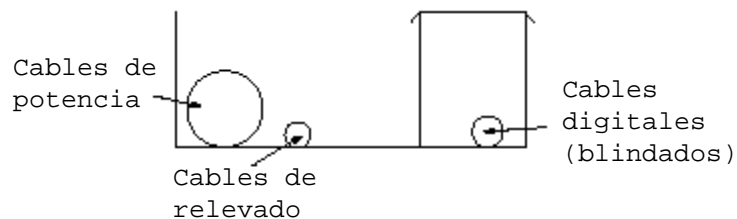
Por todo ello, el valor del coeficiente pasa de 12 (= K0) a tan sólo 4 (= K6), lo que proporciona (con una LTC = 400 m) la longitud máxima: $LTC / 4 = 100$ m.

Las condiciones de compatibilidad electromagnética que deben respetarse son por lo tanto las siguientes:

- cada media canalización se llena como máximo al 50%,
- la separación es metálica y está en contacto con la canalización en toda su extensión,
- la tapa está en contacto con la separación en toda su extensión.

Nota: Se prestará atención a los cambios posteriores.

Figura



Ejemplo 3:
Proyecto de
colocación de 30
m de cable
Transparent
Factory

Se prevé colocarlo dentro de una canalización única sin separación, llena al 70%, en presencia de un cable de potencia y de un cable analógico.

Esta condición de instalación, según la tabla de símbolos Ki, tiene asignada dos coeficientes: K0 (=12) y K20 (=2); por lo tanto, se debe multiplicar la longitud física por 2 y por 12.

Puesto que el resultado de 720 m (30 m x 24) es superior a LTC = 400 m, la longitud de 30 m así instalada no cumplirá los requisitos de compatibilidad electromagnética. El ejemplo 4 (§ siguiente) explica una posible solución.

Modo de verificación de la longitud de un cable heterogéneo

Introducción

Cuando las condiciones de instalación son múltiples a lo largo de una ruta de cables, cada longitud física de un mismo tipo de colocación debe multiplicarse por los coeficientes correspondientes siguiendo las mismas reglas anteriores. La suma de los diferentes resultados deberá ser inferior a la LTC (Transparent Factory).

Ejemplo 4: Nuevo proyecto de colocación de 30 m de cable Transparent Factory

El cable de señales del ejemplo 3 se coloca en 10 m siguiendo el tipo de colocación anterior; los 20 m restantes se colocan en una canalización distinta de la de potencia, aunque situada a 10 cm de la primera.

Tabla de cálculo

Longitud considerada	Coeficientes Ki considerados	Cálculos	Resultados
10 m	K0 (=12) y K50 (=2)	10 m x 24	240 m
20 m	K10 (=2) y K50 (=2)	20 m x 4	80 m
Total (30 m)		240 m + 80 m	320 m

Puesto que el resultado de 320 m es ahora inferior a la LTC = 400 m, la longitud de 30 m instalada cumplirá los requisitos de compatibilidad electromagnética.

Ejemplo 5: Colocación de un cable FIP a lo largo de 1.000 m.

La documentación del sistema indica que el primer límite se ha respetado, con la condición de utilizar solamente el cable principal (con un par de 150 ohmios de sección importante).

El valor de la LTC es para esta tecnología de 2.000 m.

Supongamos que se respetan las 2 condiciones óptimas en 700 m y que, en el resto de la longitud, la canalización de potencia:

- se llena más del 50%,
- y se encuentra a una distancia de tan sólo 10 cm de la canalización de señales.

Tabla de cálculo

Longitud considerada	Coeficientes Ki considerados	Cálculos	Resultados
700 m	ninguno		700 m
300 m	K50 (=2) y K10 (=2)	300 m x 4	1.200 m
Total (1.000 m)		700 m + 1.200 m	1.900 m

Puesto que el resultado de 1.900 m es inferior a la LTC = 2.000 m, la longitud instalada cumplirá los requisitos de compatibilidad electromagnética y sólo permanece la contingencia anterior (ausencia de par de poca sección).

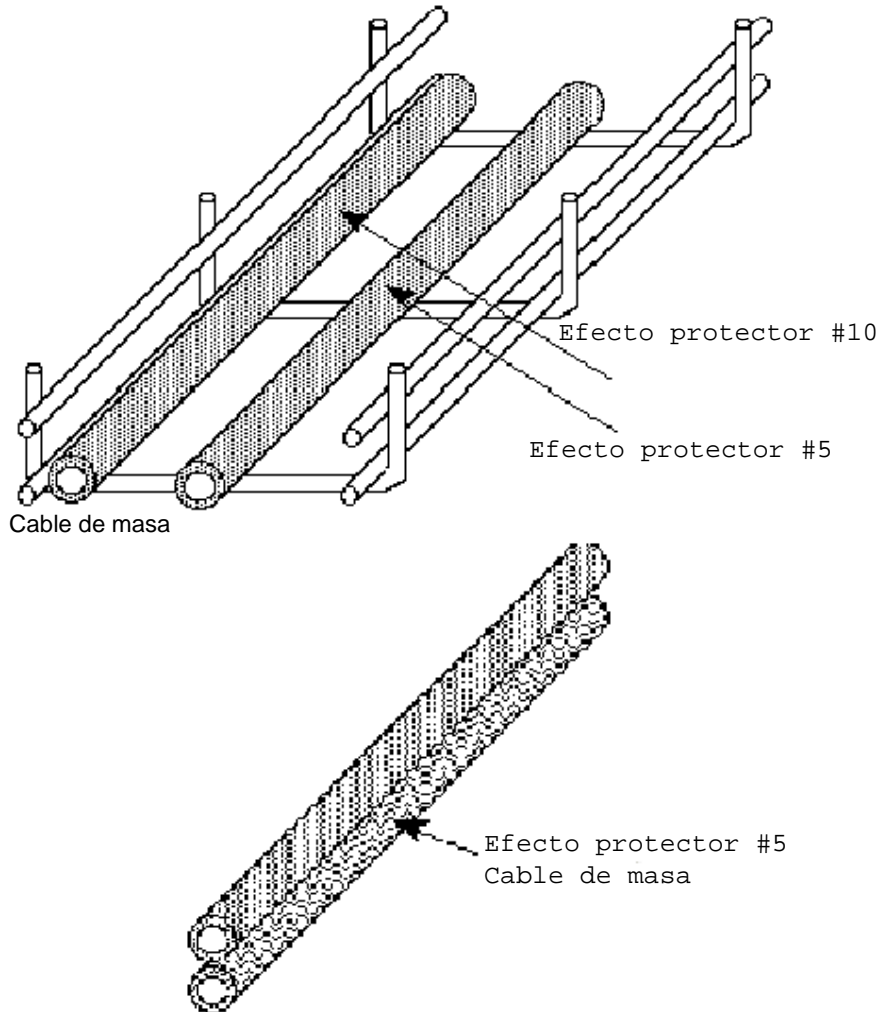
Otros efectos protectores

Introducción

El efecto protector de una ruta de cables está en torno a los 50 entre 1 MHz y 100 MHz.

En caso de que no pueda usarse este tipo de material, pueden obtenerse otros efectos protectores. Las rutas de cables de hilos soldados "cablehilo" son menos eficaces y a menudo más caras que las canalizaciones de chapa.

Cablehilo



6.4 Enlaces entre bloques

Introducción

Presentación Este capítulo contiene precauciones y recomendaciones sobre el cableado entre bloques.

Nota: Se recomienda utilizar el cable de fibra óptica para los enlaces de datos y, por lo tanto, para el Transparent Factory entre bloques. Este tipo de enlace se utiliza para eliminar los problemas de bucles entre bloques.

Contenido Esta sección contiene los siguientes apartados:

Apartado	Página
Cableado de las conexiones eléctricas	80
Protección de las penetraciones	81

Cableado de las conexiones eléctricas

Principio

Las conexiones entre edificios presentan dos particularidades que implican riesgos para la instalación:

- la mala equipotencialidad entre las masas de las instalaciones,
- las grandes superficies de bucles entre los cables de datos y las masas.

Nota: Antes de la instalación y la conexión de un cable de datos entre dos edificios, es obligatorio verificar que las dos tomas de tierra de los edificios están conectadas entre sí.

Todas las masas simultáneamente accesibles deben conectarse a una misma toma de tierra (o al menos a un conjunto de tomas de tierra que estén conectadas entre sí). Esta premisa es fundamental para la seguridad de las personas.

El segundo riesgo asociado a las conexiones entre edificios es la superficie del bucle existente entre los cables de datos y las masas.

Este bucle es particularmente crítico en caso de rayos indirectos en el emplazamiento. Las sobretensiones inducidas en estos bucles en el momento del impacto indirecto de un rayo son del orden de cientos de voltios por metro cuadrado.

Nota: A fin de limitar este riesgo, todas las rutas de cables entre dos edificios deben doblarse con una conexión equipotencial de sección gruesa (»35 mm²).

Protección de las penetraciones

Principio

Las corrientes de modo común que proceden del exterior deben derivarse a la red de tierra en la entrada del emplazamiento para limitar las tensiones entre los equipos.

Nota: Cualquier canalización conductora (cables conductores, tuberías conductoras o tuberías aislantes por los que circule un fluido conductor) que entre en un edificio debe conectarse a tierra en la entrada del mismo y con la distancia más corta posible.

En relación con la llegada de energía, telecomunicaciones y cables de señales (datos, alarmas, controles de acceso, vigilancia por vídeo, etc.), se colocarán protecciones contra las sobretensiones en la entrada de los edificios. La eficacia de tales dispositivos se verá condicionada en gran medida por su instalación. Los protectores de sobretensión (varistores, descargadores, etc.) se conectarán directamente a la masa de los cuadros eléctricos o de los equipos que protegen. Una conexión del protector de sobretensión únicamente a tierra (en lugar de a masa) es ineficaz.

En la medida de lo posible, los cuadros en los que se hallen las protecciones de energía, telecomunicaciones y señales se colocarán en las proximidades de un puente de masa.

6.5 Uso de fibra óptica

Elección y montaje de componentes de fibra óptica

Introducción Este capítulo contiene las recomendaciones necesarias para la elección de los componentes de fibra óptica.

Contenido Esta sección contiene los siguientes apartados:

Apartado	Página
Elección del tipo de conexión óptica	83
Colocación de los cables flexibles ópticos	84

Elección del tipo de conexión óptica

Elección de las fibras ópticas

Schneider Electric ofrece equipos Transparent Factory con puertos ópticos: módulos, concentradores y conmutadores. La ventaja común de estos equipos es que permiten realizar conexiones en **fibras multimodo de silicio**. Cada conexión óptica necesita dos fibras.

Estas fibras deben ser, de extremo a extremo, de tipo **62,5/125** y específicas para permitir la comunicación con longitudes de onda de **850 nm y 1.300 nm**.

Elección de los cables ópticos

El cable debe contener como mínimo la cantidad y la calidad de fibras que se han especificado en el párrafo anterior. Además, puede incorporar otras fibras o conductores eléctricos.

Su **protección** debe ser compatible con las condiciones de instalación.

Colocación de los cables flexibles ópticos

Definición

Los cables flexibles ópticos necesarios para conectar los módulos, concentradores y conmutadores TF Ethernet se diseñan con una longitud de 5 metros, con las opciones de conectores ópticos adecuados.

MT-RJ / SC de trayecto óptico dúplex (490NOC00005)



MT-RJ / ST de trayecto óptico (490NOT00005)



MT-RJ / MT-RJ de trayecto óptico (490NOR00005)



El instalador y el usuario deberán tomar **dos precauciones importantes**:

- 1. Los cables flexibles no deberán doblarse (**el radio mínimo que debe respetarse es de 10 cm**).
- 2. Sólo se ejercerá **la tracción y torsión mínimas** en el cable y en los conectores.

Por el contrario, no es necesario respetar **ninguna distancia mínima** entre el cable óptico y los cables o equipos que generen perturbaciones. El caso particular de las radiaciones ionizantes fuertes no se contempla en este manual.

