

ETHERNET: LA GUIA DEFINITIVA

GUIA DE CONFIGURACION MULTI-SEGMENTOS

En el capítulo de medios individuales puede leer la guía de configuración básica para un sistema de medios de un segmento simple. Sin embargo, cuando trate de construir Ethernet half-duplex basado en hubs repetidores, necesita saber que se ha dicho respecto a guías de multi-segmento.

La guía de configuración oficial proporciona dos propuestas para verificar la configuración de un canal Ethernet half-duplex: el Modelo 1 de sistemas de transmisión y el Modelo 2 de sistemas de transmisión.

El Modelo 1 proporciona un conjunto de reglas de configuración permitidas. Tan extensas como para que su sistema de red half-duplex satisfaga esas reglas básicas, funcionará en términos de las especificaciones esenciales de tiempo.

El Modelo 2 proporciona un conjunto de cálculos que hacen posible la evaluación de topologías de red mas complejas que no están cubiertas en las reglas de configuración del Modelo 1.

Este capítulo describe las reglas para combinar múltiples segmentos con hubs repetidores, para construir sistemas Ethernet half-duplex operando a 10, 100 y 1000 Mbps. Comenzamos por mostrar el alcance de la guía de configuración. Ayuda a elaborar una guía clara de cómo aplicarla a un sistema Ethernet simple, necesitamos describir las funciones de un dominio de colisiones. Además, necesitamos describir las reglas del Modelo 1 y del Modelo 2, como se aplican a cada sistema Ethernet.

ALCANCE DE LA GUIA DE CONFIGURACION

La guía de configuración se aplica al equipamiento Ethernet descrito en el estándar IEEE 802.3. Además los segmentos de medios Ethernet, se deben construir de acuerdo a las recomendaciones de cada estándar.

Si su sistema de red half-duplex incluye equipamiento Ethernet o segmentos de medios que no están descritos en el estándar no será posible usar la guía de configuración para verificar la operación.

Los ingenieros en el comité IEEE desarrollaron las reglas de configuración basados en el conocimiento de los tiempos de señal y las especificaciones de performance eléctricas del equipamiento Ethernet que conforma todo el estándar publicado. De ese modo podrían predecir que comportamiento tendría el equipamiento Ethernet y cómo funcionaría el tiempo de señal a través de múltiples segmentos.

Usando equipamiento y segmentos de medios no acordes, se hace imposible evaluar el tiempo de la red. Uniendo segmentos de medios junto con equipamiento no descrito en el estándar, también se hace imposible evaluar el tiempo. En ambos casos, no es posible conocer como se comportará el equipamiento y los segmentos de medios. Mientras que en un medio Ethernet perfectamente se podría decir cual es la salida estándar.

DOCUMENTACION DE RED

Cuando evalúa la configuración y los retardos por ruidos de su red, debería documentar cada enlace de red cuando se instala en su sistema. La documentación debería incluir la longitud de cada segmento de cable en el link (segmento), incluyendo cables de transceivers, y trozos de cables. También debería incluir el tipo de cable usado en cada segmento y cualquier información que pueda recabar del fabricante del cable, el número de ID del cable, impreso sobre la cubierta externa y el

retardo del cable proporcionado por el fabricante en bit times. Las recomendaciones del estándar para crear su propio formulario está basado en la tabla 1-1, usada para recolectar información y documentar su red.

Tabla 1-1: Sample Cable Segment Documentation Form

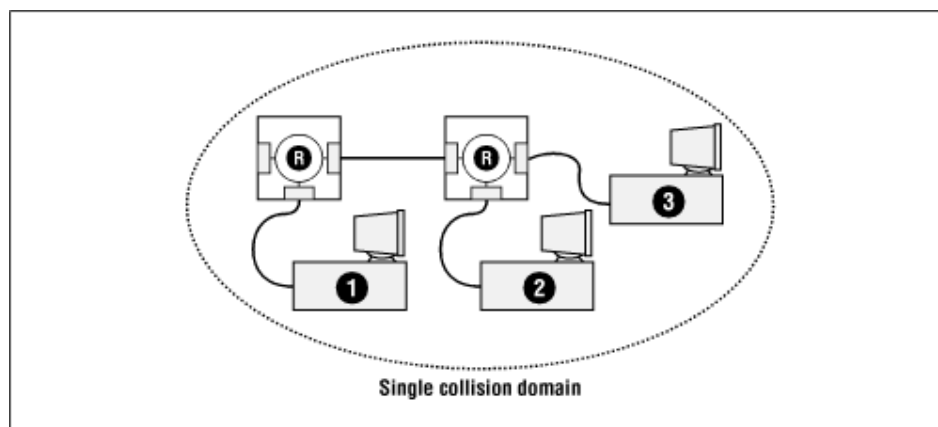
	Horizontal Cabling	Transceiver Cables	Wiring Closet Patch Cord(s)	Station Patch Cords
Length				
Type (e.g., Category 5)				
Cable Manufacturer				
Cable Code/ID				

DOMINIO DE COLISION

La guía de configuración de multi segmento se aplica a un dominio de colisiones Ethernet half-duplex, “Protocolo de Control de Acceso al Medio”. Un dominio de colisión se define formalmente como una simple red. “Acceso Multiple de portadora con Detección de Colisión (Carrier Sense Multiple Access with colision Detection CSMA/CD), en el cual colisionarán dos computadoras conectadas al sistema que transmitan al mismo tiempo.

Un sistema Ethernet compuesto por un segmento o por múltiples segmentos unidos con hubs repetidores constituyen un dominio de colisión simple. La figura 1.1 muestra 2 hubs repetidores conectando tres computadoras. Ya que las conecciones de repetidores solamente se usan entre los segmentos en esta red, todos los segmentos y computadoras se usan en el mismo dominio de colisión.

Figura 1-1. Repeater hubs create a single collision domain



Otro punto importante es que todos los segmentos, en un dominio de colisión dado deben operar a la misma velocidad. Esto es porque los hubs repetidores asumen que todos los segmentos conectados al repetidor están conectados a la misma velocidad y tienen el mismo tiempo de ida y vuelta (round-trip). Esto es también porque hay 3 grupos de guías de configuración half-duplex, una para cada

Ethernet de 10-100-1000 Mbps. Cada una de las tres tiene su propio tiempo de ida y vuelta y su propio conjunto de reglas de configuración.

Las reglas de configuración descritas en este capítulo, están dadas directamente por el estándar IEEE 802.3, el cual describe el estándar para la operación de una red de área local Ethernet half-duplex (LAN). En consecuencia, esas reglas solo se aplican a un dominio de colisión simple y nada dicen acerca de la combinación de múltiples dominios de colisión con dispositivos de conmutación de paquetes, tales como switches o routers. Los switches permiten crear nuevos dominios de colisión en cada puerto permitiendo unir varias redes. Con switch puede unir segmentos operando a distintas velocidades.

REGLAS DE CONFIGURACION DEL MODELO 1 PARA 10 Mbps

El primer modelo de configuración proporcionado en el estándar 802.3 describe el conjunto de reglas de configuración multi-segmento para combinar varios segmentos Ethernet de 10 Mbps.

El texto en **Negritas** está tomado directamente del estándar IEEE.

- **Los conjuntos de repetidores se requieren para toda interconexión de segmento.** Un “grupo repetidor” es un repetidor y sus transceivers asociados (por ej.: Medium Attachment Units- Unidades de Enlace al Medio ó MAUs) y cables de interface de enlace de unidades (Attachment Unit Interface AUI). Los repetidores deben cumplir con todas las especificaciones de la IEEE en la cláusula 9 del estándar 802.3 y se usan para retomar y temporizar la señal, regeneración de cabecera, etc.
- **Los MAUs que son parte del conjunto de repetidores se cuentan con el número máximo aproximado de MAUs en un segmento.** Par trenzado, fibra óptica y coaxil fino, los hubs repetidores generalmente usan MAUs internos localizados dentro de cada puerto del repetidor. Los repetidores Ethernet grueso usan un MAU externo que conecta a un coaxil grueso.
- **El camino de transmisión permitido entre dos DTEs puede constar de 5 segmentos y 4 grupos repetidores (incluye AUIs opcionales) 2 MAUs y 2 AUIs.** El grupo de repetidores se supone que tiene sus propios MAUs los cuales no se cuentan es esta regla.
- **Los cables AUI para 10BASE-FP y 10 BASE-FL no excederán los 25 m (ya que para 2 MAUs por segmento se requieren 25 m por MAU da por resultado una longitud de 50 m de cable AUI por segmento).**
- **Cuando un camino de transmisión, consta de 4 repetidores y 5 segmentos, hasta 3 segmentos deben ser mixtos y el resto deben ser segmentos ligados (link). Cuando se presentan 5 segmentos, cada segmento unido por fibra óptica (FOIRL, 10BASE-FB, O 10 BASE-FL) no excederán los 500 m y cada segmento 10BASE-FP no excederá los 300 m.** Un segmento mixto se define en el estándar como uno que puede tener unidos más de 2 interfaces dependientes de medios (Ej.: un segmento de cable coaxil). Un segmento ligado se define como un medio punto a punto FULL-DUPLEX que conecta 2 y solo 2 MAUs.
- **Cuando un camino de transmisión consta de 3 grupos repetidores y 4 segmentos, se aplican las siguientes restricciones:**
 - **La longitud máxima permitida entre repetidores de segmentos de fibra no excederá los 1.000 m para**

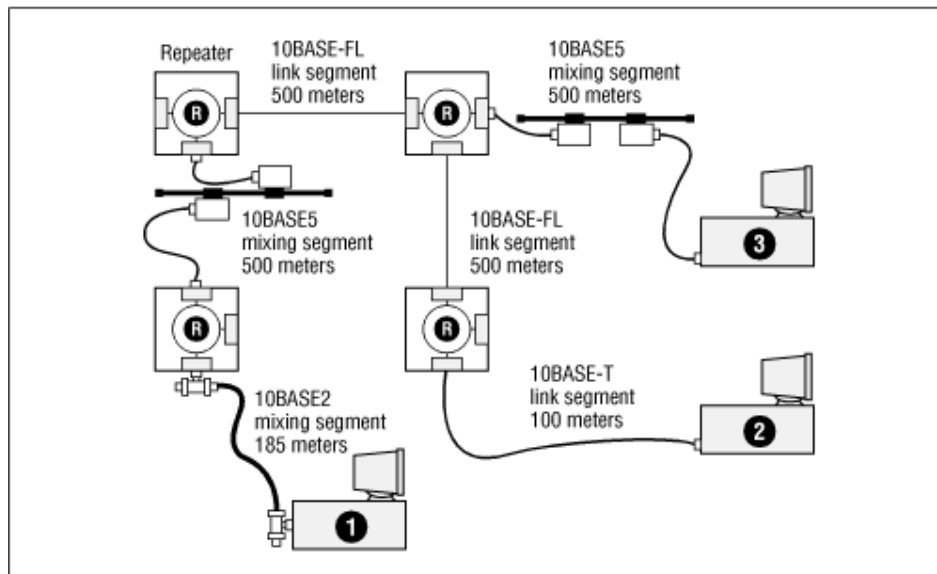
segmentos FOIRL, 10BASE-FB, Y 10BASE-FL y no excederá los 700 m para segmentos 10BASE-FP

- **La longitud máxima permitida entre repetidores DTE para segmentos de fibra óptica no excederá los 400 m para segmentos 10BASE-FL y no excederá los 300 m para segmentos 10BASE-FP y 400 m para segmentos terminados en MAU 10BASE-FL.**

- **No hay restricciones respecto al número de segmentos mixtos en este caso.** En otras palabras, cuando se usen 3 grupos de repetidores y 4 segmentos todos los segmentos pueden ser segmentos mixtos si se lo desea.

La figura 1-2 muestra un ejemplo de una configuración Ethernet máxima posible y las reglas de configuración. El mayor camino de transmisión de paquetes en este sistema está entre la estación 1 y la estación 2, ya que hay 4 repetidores y 5 segmentos de cable en aquel camino en particular. Dos de los segmentos en el camino son segmentos mixtos y los otros tres son segmentos ligados (link).

Figura 1-2. A maximum Model 1 10 Mbps configuration



Mientras las reglas de configuración desarrolladas se basan en cálculos conservadores de tiempo, esta guía no le permitirá pensar que puede pasar por alto esas reglas y eliminarlas. A pesar de las tolerancias establecidas en el estándar para variaciones de equipamiento y tolerancias del fabricante no hay un gran margen en las Ethernet de tamaño máximo. Si se necesita máximo rendimiento y confiabilidad, entonces necesita adherirse a las reglas publicadas.

En suma, mientras las guías de configuración hacen énfasis en el límite máximo del sistema, debería cuidarse de forzar ciertas cosas en la medida posible. Ethernet, al igual que otros sistemas, trabaja mejor si no se lo pone fuera de sus límites.

LA REGLA “5-4-3”

GUIA DE CONFIGURACIÓN DE MODELO 2 PARA 10 Mbps

El segundo modelo de configuración proporcionado por la IEEE provee un conjunto de cálculos de ayuda que hacen posible chequear la validez de sistemas Ethernet más complejos. Describiremos los modelos de red y los valores de tiempo de segmento proporcionados en el estándar para hacer los cálculos del Modelo 2.

Si bien, la descripción detallada de estos métodos de cálculo puede parecer compleja, en realidad son un proceso lineal basado en simples sumas y multiplicaciones. Puede encontrar la descripción siguiente de los modelos de red y los valores de tiempo confusos a primera vista. En tal caso podría pasar por alto el principio de la sección, Modelo 2 de Configuración de 10 Mbps, para ver que fáciles pueden ser los cálculos.

Hay 2 grupos de cálculos proporcionados en el estándar, que se deben realizar para cada sistema Ethernet que evalúe. El primer conjunto de cálculos, verifica el tiempo de retardo de la señal, mientras que el segundo grupo verifica que la pérdida de señal entre equipos esté dentro de los límites normales. Ambos cálculos en modelos de red que evalúan el peor camino a través de la red.

MODELO DE RED Y VALORES DE RETARDO

Los modelos de red y valores de retardo proporcionados en la guía del Modelo 2 fueron diseñadas deliberadamente para ocultar un gran número de complejidades, a la vez que las hace fijas para posibilitar los cálculos de valores de tiempo en cualquier sistema Ethernet. Cada componente en un sistema Ethernet proporciona una cierta cantidad de retardo, todos éstos están enumerados en el estándar 802.3.

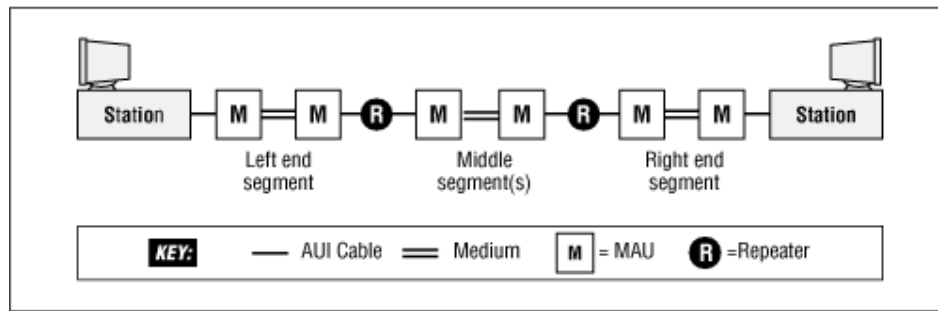
Como la señal Ethernet se mueve a través del sistema encuentra retardos que varían de acuerdo a que clase de equipamiento está involucrado. Si fuera un experto podría usar una calculadora y copiar del estándar 802.3 para calcular el total de retardos de tiempo de bit (bit times). Podría también calcular retardos de tiempo complejos, involucrados en la detección y colisión de señales, todos los cuales difieren dependiendo del tipo de cable involucrado e incluso la dirección en la cual viaja la señal. Afortunadamente el estándar IEEE proporcionará una mejor forma para hacer las cosas.

En la guía de configuración del Modelo 2, el estándar proporciona un conjunto de modelos de red y valores de retardo de segmento que incorpora todos los cálculos de retardo complejos y otras consideraciones que mencionaremos. Todo lo que necesita hacer es usar el modelo de red proporcionado y seguir las reglas para los cálculos implicados. Aún cuando los modelos de red y las reglas para usarlos pueden parecer arbitrarios a primera vista, siguiendo las reglas puede evaluar rápida y fácilmente los tiempos de retardo (ida y vuelta) para un sistema Ethernet complejo. El estándar lista cada componente de retardo usado y explica porque las reglas de cálculo se inician en ese sentido.

La figura 1-3 muestra modelo, la cual se usa en el estándar para calcular el tiempo de ida y vuelta de la trayectoria “peor caso”.

Esta trayectoria es la trayectoria trazada en su sistema de red que tiene los segmentos más largos y el mayor número de repetidores entre cualquiera de las estaciones. El cálculo modelo incluye un segmento final a derecha e izquierda y tantos segmentos medios como sean necesarios.

Figura 1-3. Network model for round-trip timing



Para chequear el tiempo de ida vuelta en sus redes, debemos hacer un modelo similar al del “peor caso” en su sistema. le mostraremos como se usa el modelo de tiempo de ida y vuelta, evaluando, mas tarde en este capítulo, dos muestras de redes. el modelo de red usado para la atenuación de los espacios interframe, es muy similar al modelo de tiempo de ida y vuelta como se verá en al sección de cálculo de tiempo de atenuación de la brecha interframe.

ENCONTRAR LA TRAYECTORIA “PEOR CASO”

El proceso de chequeo de un sistema Ethernet comienza encontrando la trayectoria de la red con el mayor retraso. Esto es, la trayectoria con el tiempo mas largo de ida y vuelta y el mayor número de repetidores entre dos estaciones. En algunos casos, puede decidir que tiene mas de un candidato para la trayectoria “peor caso” en su sistema. Si ese es su caso, después deberá identificar todas las trayectorias instaladas en su red que parezcan cumplir con la definición de “peor caso”. Siguiendo esto puede hacer los cálculos para cada una de las trayectorias “peor caso, y si alguna de ellas excede los límites para el tiempo de ida y vuelta o para los espacios interframe, entonces la red no pasa la prueba.

Deberá tener a mano, un mapa completo y actualizado de su red que le permita encontrar la trayectoria “peor caso” entre 2 estaciones. Así mismo si su sistema no está bien documentado, tendrá que investigar y diseñar la res usted mismo. La información que necesita incluye:

- el tipo de segmentos usado (par trenzado, fibra óptica, coax)
- el largo de los segmentos
- la localización de todos los repetidores en el sistema

Una vez que tiene esta información, puede determinar cual es la trayectoria máxima entre dos estaciones cualquiera, y que clase de segmentos se usa en la trayectoria máxima.

Después que haya encontrado su(s) trayectoria(s) “pero caso”, lo próximo que necesita hacer es un modelo de su trayectoria basado en el modelo de red mostrado en la figura 1-3. Hará esto designando un segmento de la trayectoria “peor caso”, para ser un segmento final izquierdo, dejando un segmento final derecho y posiblemente uno o más segmentos medios.

CALCULANDO EL TIEMPO DE RETARDO DE IDA Y VUELTA (ROUND-TRIP DELAY)

Un beneficio de la guía de configuración es hacer seguro que 2 estaciones cualquiera en una LAN Ethernet half-duplex puedan competir razonablemente para acceder al canal compartido, si transmiten al mismo tiempo. Si ello sucede cada estación tratando de transmitir, debe ser notificada de la colisión, recibiendo una señal de colisión en el lapso adecuado de tiempo.

El modo de verificar si su sistema Ethernet llegó a los límites es calculando el total de la trayectoria de retraso y el tiempo de ida y vuelta, de la trayectoria “peor caso” en su sistema. Esto se

hace usando el valor de retraso de los segmentos, los que son proporcionados en términos de pequeños valores de tiempo para cada tipo de medio Ethernet. Una parte del tiempo es la cantidad de tiempo requerido para enviar datos en la red la cual es de 100 nanosegundos (ns) para un sistema Ethernet de 10 Mbps. La tabla 1-2 muestra los valores de retraso de segmento que se proveen en el estándar para usar en los cálculos del total de retraso de la trayectoria “peor caso”.

Tabla 1-2: Round-trip Delay Values in Bit Times

Segment Type	Max Length (in meters)	Left End		Middle Segment		Right End		RT Delay/ meter
		Base	Max	Base	Max	Base	Max	
10BASE5	500	11.75	55.05	46.5	89.8	169.5	212.8	0.0866
10BASE2	185	11.75	30.731	46.5	65.48	169.5	188.48	0.1026
FOIRL	1000	7.75	107.75	29	129	152	252	0.1
10BASE-T	100[4]	15.25	26.55	42	53.3	165	176.3	0.113
10BASE-FL	2000	12.25	212.25	33.5	233.5	156.5	356.5	0.1
Excess AUI	48	0	4.88	0	4.88	0	4.88	0.1026

Calcular el round-trip delay total es cuestión de sumar los valores de retraso encontrados en la trayectoria “peor caso” en su red. Una vez que ha calculado el valor de retraso de cada segmento en la trayectoria “peor caso” en su LAN, sume los valores de retraso de los segmentos para encontrar el retraso total de la trayectoria.

El estándar recomienda que usted sume un margen de 5 bit times a este total. Si el resultado es menor o igual a **575 bit times** entonces la trayectoria pasa la prueba. Este valor asegura que una estación al final de una trayectoria “peor caso” será notificada de una colisión y para la transmisión dentro de los 575 bit times. Esto incluye 511 bits de la estructura mas los 64 bits de la estructura predeterminada. Una vez que conoce que el tiempo de ida y vuelta para la trayectoria “peor caso” está bien, puede estar seguro que cualquier otra trayectoria está bien también.

Hay un ítem a tener en cuenta en los cálculos para los retrasos totales de la trayectoria. Si la trayectoria que está chequeando tiene segmentos finales derechos e izquierdos de diferentes tipos, entonces deberá chequear la trayectoria 2 veces. En el primer tiempo de recorrido debe usar los valores de retraso de la trayectoria final izquierda de un tipo de segmento, y en el segundo tiempo de recorrido, debe usar los valores de retraso de la trayectoria final izquierda del otro tipo de segmento.

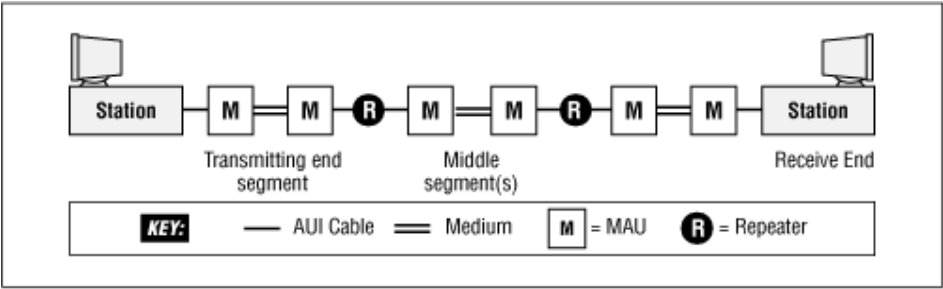
El total de retraso de la trayectoria debe pasar las pruebas de retraso, sin importar que set de valores se ha usado. Posteriormente en este capítulo, mostraremos como se hace este cálculos en la red compleja de ejemplo.

CALCULANDO LA ATENUACIÓN DEL ESPACIO INTERFRAME

El retraso del espacio de la infraestructura es de 96 bit times entre estructuras de transmisión, lo que permite a las interfaces de red y otros componentes alguna recuperación de tiempo entre

estructuras. Como las estructuras viajan a través de un sistema Ethernet, los tiempos de retardo variables en los componentes de la red, combinados con los efectos de los circuitos de reconstrucción de señal en los repetidores, puede dar por resultado una aparente atenuación de la brecha interframe. Un espacio demasiado pequeño entre estructuras puede sobreactuar la capacidad de recepción de estructuras de las interfaces de red, dejando perder estructuras. Así mismo es importante asegurar que se mantiene una mínima brecha interframe en todos los receptores (estaciones).

Figura 1-4. Network model for interframe gap shrinkage



El modelo de red para chequear la atenuación del espacio interframe se muestra en la figura 1-4. Como puede ver, se muestra como el camino de round trip delay, excepto que se incluye un segmento final de transmisión. Cuando está haciendo los cálculos de la atenuación del espacio interframe, solo son de interés el transmisor final y los segmentos medios, ya que solo en estos segmentos las señales deben viajar a través de repetidores para llegar a la estación receptora final. El segmento final conectado a la estación receptora final no contribuye a la atenuación de ningún espacio y es por eso que no está incluido en los cálculos del espacio interframe. La tabla 1-3 provee el valor usado para calcular la atenuación del espacio interframe.

Tabla 1-3: Interframe Gap Shrinkage in Bit Times

Segment Type	Transmitting End	Mid-Segment
Coax	16	11
Link segment	10.5	8

Cuando el receptor y los segmentos transmisores finales no son del mismo tipo de medio, el estándar sugiere usar el segmento final con el mayor número de bit times de atenuación como el transmisor final para los propósitos de éste cálculo. Esto proveerá el valor “peor caso” para la atenuación del espacio interframe. Si el total de menor o igual que 49 bit times, la trayectoria “peor caso” pasa la prueba de atenuación.

GUIA DE CONFIGURACIÓN MODELO 1 PARA FAST ETHERNET

El Modelo 1 de sistemas de transmisión del estándar Fast Ethernet provee instrucciones de configuración simplificadas. El beneficio de la guía de configuración es asegurar que se encuentran los requerimientos de tiempo importantes de Fast Ethernet, para que el protocolo de “control de acceso al medio” (MAC) funcione correctamente. Las reglas básicas para la configuración de Fast Ethernet incluyen:

- Todos los segmentos de cobre (par trenzado) deben ser menor o igual a 100 m de longitud.
- Los segmentos de fibra deben ser menor o igual a 412 m de longitud.

- Si se usan los cables “Medium Independent Interface (MII)”, no deben exceder los 0.5 m cada uno.

Cuando se evalúa el tiempo de la red, los retrasos atribuidos al MII no necesitan ser considerados separadamente ya que estos retrasos son incorporados en los retrasos de la estación y los repetidores.

Con estas reglas en mente, la tabla 1-4 muestra el diámetro máximo de dominios de colisión usando repetidores Clase I y Clase II. Estos repetidores se describen en el capítulo 17 “Ethernet Repeaters Hubs”. El diámetro máximo de un dominio de colisión en un sistema Fast Ethernet dado es la mayor distancia entre dos estaciones cualquiera (DTEs) en el dominio de colisión.

Tabla 1-4: Model 1--Maximum Fast Ethernet Collision Domain in Meters

Repeater Type	All Copper	All Fiber	Copper and Fiber Mix (e.g., T4 and FX)	Copper and Fiber Mix (TX and FX)
DTE-DTE Single Segment	100	412	N/A	N/A
One Class I Repeater	200	272	231[5]	260.8[5]
One Class II Repeater	200	320	N/A[6]	308.8[5]
Two Class II Repeaters	205	228	N/A[6]	216.2[7]

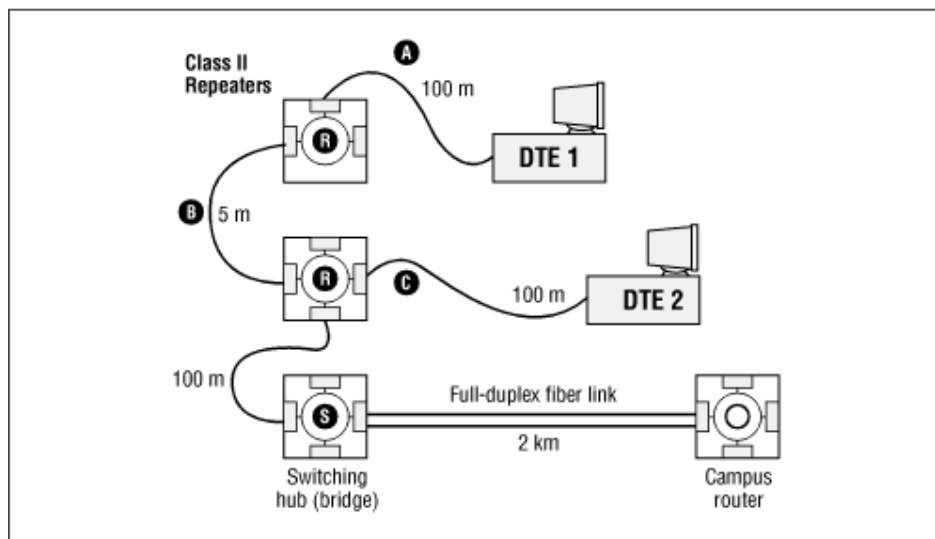
La primera fila en tabla 1-4 muestra que un enlace DTE a DTE (estación a estación) sin intervención de repetidores pueden ser de un máximo de 100 m de cobre o 412 m de cable de fibra óptica. La próxima fila provee el diámetro máximo de un dominio de colisión cuando se usa un repetidor clase I, incluyendo el caso de todos los cables de par trenzado y fibra óptica y o una red con una mezcla de par trenzado y cables de fibra. La tercer fila muestra la longitud máxima de un dominio de colisión con un repetidor clase II en el enlace.

La última fila de la tabla 1-4 muestra el máximo dominio de colisión permitido cuando se usan dos repetidores clase II en el enlace. En esta última configuración, el largo total de segmentos de par trenzado se asume debe ser de 105 m en los segmentos mixtos de fibra con par trenzado. Esto incluye 100 m para la distancia de los segmentos desde el puerto repetidor a la estación y 5 m para un segmento corto que une los dos repetidores.

La figura 1-5 muestra un ejemplo de una configuración máxima basada en la guía de configuración simplificada de 100 Mbps que recién hemos visto. Vea que el diámetro máximo de un dominio de colisión incluye la distancia:

$$A (100 \text{ m}) + B (5 \text{ m}) + c (100 \text{ m})$$

Figura 1-5. One possible maximum 100 Mbps configuration



El largo del segmento inter repetidor puede ser mas largo de 5 m como también el diámetro máximo del dominio de colisión no debe exceder las reglas por los tipos de segmentos y repetidores que se están usando. El segmento B en la figura 1-5 puede ser de 10 m de longitud en este momento, hasta que se ajuste la longitud de otros segmentos para mantener el diámetro máximo del dominio de colisión a 205 m. Mientras sea posible variar el largo del segmento inter repetidor en este diseño, debería ser precavido al hacerlo y considerar cuidadosamente las consecuencias. Luego describiremos la razón mayor por la que debe evitar usar segmentos inter repetidor mas largos de 5 m.

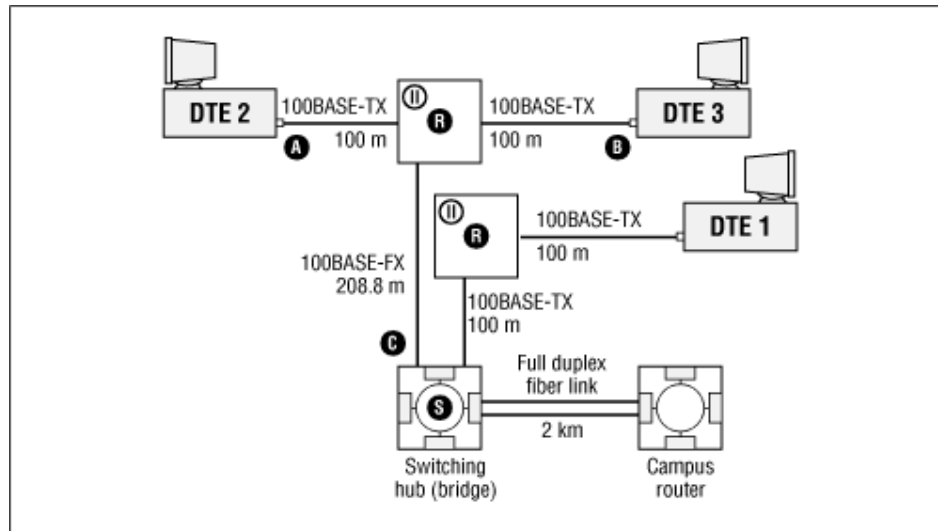
ENLACES INTER REPETIDORES MAS LARGOS

El principal problema de usar enlaces inter repetidor mas largos es que esto hace que su tiempo de red cuenta con el uso de segmentos mas cortos que el estándar desde los puertos repetidores a las estaciones lo que, mas tarde, puede causar problemas y confusiones. En estos tiempos todos asumen que el largo de los segmentos de par trenzado pueden ser superiores a 100 m de largo. Por esto, un nuevo segmento que es de 100 m podría unirse a un sistema con eslabones inter repetidores largos. En este caso, el diámetro máximo entre algunas estaciones podría convertirse en 210 m. Si la demora señalada en esta larga trayectoria supera los 512 bit times, entonces la red puede experimentar problemas como colisiones tardías. Puede evitar esto manteniendo el largo de los segmentos inter repetidores a 5 m o menos.

Un Hub Switch (switching hub) es otra estación (DTE) como así también las instrucciones concernientes al dominio de colisión. El switching hub mostrado en la figura 1-5, proporciona un medio tecnológico de redes diferente, en este caso un segmento estándar 100BASE-T y un enlace "Ethernet Full Duplex". El Hub Switch se muestra unido a un router de campo con un enlace de fibra full duplex que se expande a 2 km. Esto hace posible proveer una conexión Ethernet de 100 Mbps al resto del campo de una red usando un puerto de router localizado en una sección central de la red.

La figura 1-6 ,muestra un ejemplo de una configuración máxima basada en una mezcla de fibra óptica y segmentos de cobre. Note que hay dos trayectorias representando el diámetro máximo del dominio de colisión. Esto incluye la distancia A (100 m) + C (208.8 m) ó la distancia B (100 m) + c (208.8 m) para el total de 308.8 m en ambos casos.

Figura 1-6. Mixed fiber and copper 100 Mbps configuration



Un repetidor clase II se puede usar para unir el cobre TX y segmentos de fibra FX, desde que ambos segmentos usan el mismo esquema de codificación.

MODELO 2. GUIA DE CONFIGURACIÓN PARA FAST ETHERNET

El modelo 2 del sistema de transmisión para los segmentos Fast Ethernet provee un set de cálculos para verificar el tiempo de señal prefijado en LANs Fast Ethernet half-duplex más complejas.

Estos cálculos son mucho más simples que los cálculos del modelo 2 usado en el sistema original de 10 Mbps, desde que el sistema Fast Ethernet usa solo segmentos link.

El diámetro máximo y el número e segemntos y repetidores en un sistema 100BASE-T half-duplex son limitados por el tiempo de señal de ida y vuelta (round-trip), para asegurar que el mecanismo de detección de colisión funcionará correctamente.

Los cálculos del configuración del modelo 2 proveen la información que necesita para verificar el tiempo prefijado de un conjunto de repetidores y segmentos estándar 100BASE-T. Esto asegura que la demora de señal combinada encaje en el tiempo prefijado requerido por el estándar.

Puede notar que éstos cálculos tienen un tiempo de ida y vuelta prefijado diferente al tiempo presupuesto provisto en el sistema de medios de 10Mbps. Esto es porque los segmentos medios en el sistema Fast Ethernet están basados en diferentes sistemas de señalización que el sistema Ethernet de 10 Mbps, y porque la conversión de señales entre la interfase Ethernet y los segmentos medios consumen un número de bit times.

También puede notar, que no hay cálculos para la atenuación del espacio interframe, a diferencia de los encontrados en el Modelo 2 de 10 Mbps. Esto es porque el número máximo de repetidores permitidos en el sistema Fast Ethernet es limitado, eliminando así el riesgo de exceso de atenuación del espacio interframe.

CALCULANDO EL TIEMPO DE ROUND TRIP DELAY

Una vez determinada la trayectoria “peor caso”, el próximo paso es calcular el round trip delay. Esto se puede hacer tomando la suma de todos los valores de retraso para el segmento individual en la trayectoria, mas los retrasos de la estación y retrasos de los repetidores. El modelo de cálculo en el estándar provee un conjunto de valores de retraso medidos en bit times, como se muestra en la tabla 1-5. Note que el round trip delay po metro sólo se aplica al tipo de cable. El tipo de dispositivo, en la tabla (DTE, repeidor), tiene un round trip delay máximo a través de cada dispositivo listado.

Tabla 1-5: 100BASE-T Component Delays

Component	Round-Trip Delay in Bit Times per Meter	Maximum Round-Trip Delay in Bit Times
Two TX/FX DTEs	N/A	100
Two T4 DTEs	N/A	138
One T4 and one TX/FX DTE[8]	N/A	127
Category 3 Cable	1.14	114 (100 meters)
Category 4 Cable	1.14	114 (100 meters)
Category 5 Cable	1.112	111.2 (100 meters)
Shielded Twisted-Pair Cable	1.112	111.2 (100 meters)
Fiber Optic Cable	1.0	412 (412 meters)
Class I Repeater	N/A	140
Class II Repeater with all ports TX/FX	N/A	92
Class II Repeater with any T4 port	N/A	67

Para calcular el valor de round trip delay, multiplique la longitud de los segmentos (en metros), *el tiempo de round trip delay es bit times por metro*, listado en la tabla para el tipo de segmento. Esto da por resultado el round trip delay en bit times para aquel segmento. Si su segmento es de la longitud máxima puede usar el valor del máximo round trip delay en bit times, listado en al tabla para aquel tipo de segmento. Si no está seguro de la longitud del segmento, puede usar la longitud máxima en sus cálculos sólo para estar a salvo.

Una vez que ha calculado el valor de retardo del segmento, para cada segmento en la trayectoria “pero caso”, luego sume los valores de los retrasos de segmentos. También agregue los valores de retrasos para 2 estaciones (DTEs), y el retraso para cualquier repetidor en la trayectoria, para encontrar

el retraso total de la trayectoria. Su vendedor puede proveer valores de tiempo por cable, estación y repetidores los cuales puede usar en lugar de los que están en la tabla.

A este valor total de retraso de la trayectoria, debería agregar un margen de 0 a 4 bit times, 4 bit times de margen es lo recomendado por el estándar. Esto ayuda a contar con retrasos inesperados, como aquellos causados por largos tramos de cables entre la pared en la oficina y la computadora. Si este resultado es menor o igual a 512 bit times la trayectoria supera la prueba.

CALCULANDO SUS PROPIOS VALORES DE RETARDO DE SEGMENTOS

El valor de los retrasos de segmentos varía dependiendo de la clase de segmentos usados, y de la calidad de cables en el segmento, si este es un segmento de cobre. Los valores más precisos de los retrasos de cables pueden ser provistos por el fabricante del cable. Si conoce el retardo de la propagación del cable que está usando, también puede buscar el retraso de aquel cable en la tabla 1-6.

Tabla 1-6: Conversion Table for Cable Propagation Times

Speed Relative to c	Bit Time/Meter		
	Nanoseconds /Meter	100 Mbps Fast Ethernet	1000 Mbps Gigabit Ethernet
0.4	8.34	0.834	8.34
0.5	6.67	0.667	6.67
0.51	6.54	0.654	6.54
0.52	6.41	0.641	6.41
0.53	6.29	0.629	6.29
0.54	6.18	0.618	6.18
0.55	6.06	0.606	6.06
0.56	5.96	0.596	5.96
0.57	5.85	0.585	5.85
0.58	5.75	0.575	5.75
0.5852	5.70	0.570	5.70
0.59	5.65	0.565	5.65
0.6	5.56	0.556	5.56
0.61	5.47	0.547	5.47
0.62	5.38	0.538	5.38
0.63	5.29	0.529	5.29
0.64	5.21	0.521	5.21
0.65	5.13	0.513	5.13
0.654	5.10	0.510	5.10

0.66	5.05	0.505	5.05
0.666	5.01	0.501	5.01
0.67	4.98	0.498	4.98
0.68	4.91	0.491	4.91
0.69	4.83	0.483	4.83
0.7	4.77	0.477	4.77
0.8	4.17	0.417	4.17
0.9	3.71	0.371	3.71

La tabla 1-6 se toma del estándar y provee un conjunto de valores de demora en bittimes por metro, registrados en términos de velocidad de propagación de la señal en el cable. La velocidad se provee como un porcentaje de la velocidad de la luz, esto también es llamado “Velocidad Nominal de propagación, NVP en el lenguaje de vendedor.

Si conoce la NVP del cable que está usando, esta tabla puede proveer el valor de retraso en bit times por metro para aquel cable. El cálculo del total del valor de retraso para su cable se hace multiplicando el valor bit time/metro por la longitud de su segmento. El resultado de éste cálculo debe ser multiplicado por 2 para obtener el valor total de round trip delay para su segmento. La única diferencia entre Fast Ethernet 100 Mbps y Ethernet de Gigabit 1000 Mbps en la tabla anterior es que el bit time en Fast Ethernet es 10 veces más largo que el bit time en Ethernet de Gigabit. Por ejemplo, el bit time es un nanosegundo, en Ethernet Gigabit una propagación de tiempo de 8.34 nanosegundos por metro traslada a 8.34 bit times.

VALORES DE PROPAGACIÓN TÍPICOS PARA CABLES

La Tabla 1-7 muestra valores típicos de propagación para el cable categoría 5 provisto por 2 vendedores. Estos valores se aplican a ambos sistemas Fast Ethernet 100 Mbps y Ethernet de Gigabit 1000 Mbps

Tabla 1-7: Typical Vendor-Supplied Cable Propagation Times

Vendor	Part Number	Jacket	NVP
AT&T	1061	non-plenum	70%
AT&T	2061	Plenum	75%
Belden	1583 ^a	non-plenum	72%
Belden	1585 ^a	Plenum	75%

GUIA DE CONFIGURACION MODELO 1 PARA ETHERNET DE GIGABIT

El estándar de Modelo 1 de sistemas de transmisión Ethernet de Gigabit, provee instrucciones de configuración simplificadas. El beneficio de la configuración guiada es asegurara que se conozcan los tiempos requeridos para Ethernet de Gigabit para asegurar así que el protocolo de control de acceso

al Medio (MAC) funcione correctamente. Las reglas de configuración para Ethernet de Gigabit half-duplex son:

- El sistema está limitado a un solo repetidor.
- Los largos de los segmentos están limitados a menos de 316 metros (1.0367 pies) ó a la distancia de transmisión del tipo de medio del segmento.

La longitud máxima en términos de bit times para un segmento simple es de 316 metros. No obstante cualquiera de las limitaciones de medio señaladas reducen la distancia máxima de transmisión del enlace. Las limitaciones de señal del medio para fibra óptica se pueden encontrar en el capítulo 16, “Cables de Fibra óptica y Conectores”. La tabla 1-8 muestra el diámetro máximo del dominio de colisión para un sistema Ethernet de Gigabit para los segmentos tipo mostrados. El diámetro máximo del dominio de colisión es la distancia más larga entre dos estaciones cualquiera (DTEs) del domino de colisión.

Tabla 1-8: Model 1--Maximum Gigabit Ethernet Collision Domain in Meters

Configuration	Category 5 UTP	1000BASE-CX	Fiber Optic 1000BASE-SX/LX	Category 5 and Fiber Optic	1000BASE-CX and 1000BASE-SX/LX
DTE-DTE Single Segment	100	25	316 ^[10]	N/A	N/A
One Repeater	200	50	220	210 ^[11]	220 ^[12]

La primera fila en la tabla 1-8 muestra la longitud máxima para un enlace DTE a DTE (estación a estación). Sin repetidores que intervengan, el enlace puede ser de un máximo de 100 m para medios de cobre, 25 m de cable 1000BASEL-CX, 316 m para fibra óptica. Algunos de los enlaces Ethernet de Gigabit de fibra óptica se describen en el capítulo 12, el sistema Ethernet de Gigabit de fibra óptica está limitado a menos de 316 m para las condiciones de transmisión señaladas. En estos casos no podrá alcanzar los 316 m que es el máximo permitido por el tiempo de bi prefijado del sistema. La fila rotulada “un repetidor”, provee el diámetro máximo del dominio de colisión cuando se usa un único repetidor permitido en un sistema Ethernetde Gigabit half-duplex. Esto incluye el caso de par trenzado (200 m), cable de fibra óptica (220 m) o una mezcla de fibra óptica y cables de cobre.

GUIA DE CONFIGURACION MODELO 2 PARA ETHERNET DE GIGABIT

El sistema de transmisión, Modelo 2 para los segmentos Ethernet de Gigabit proporciona un conjunto de cálculos para verificar el tiempo de señal prefijados, de LANs Ethernet de Gigabit half-duplex mas complejas. Estos cálculos con mucho mas simples que los cálculos del Modelo 2 para los sistemas Ethernet de 10 Mbps o los de 100 Mbps ya que Ethernet de Gigabit solo usa segmentos link y solo permite un repetidor. En consecuencia, el solo es necesario el cálculo del valor de retarde del camino “pero caso”.

Calculando el valor de retardo de la trayectoria

Una vez que ha determinado la trayectoria “peor caso”, calcule el valor total de retraso de ida y vuelta para la trayectoria o PDV. Este PDV, está constituido por la suma de valores de retraso de los segmentos, retraso de repetidores, retraso de DTE, y un margen de seguridad.

Valor de retraso de segmento

El modelo de cálculo en el estándar provee un set de valores de retraso medidos en bit times como muestra la tabla 1-9. Para calcular el valor de retraso de ida y vuelta, multiplique el largo de los segmentos en metros por el tiempo de retraso de ida y vuelta en bit times por metro listado en la tabla, para el tipo de segmento. El resultado de estos cálculos es el round trip delay en bit times para ese segmento.

Tabla 1-9: 1000BASE-T Component Delays

Component	Round-Trip Delay in Bit Times per Meter	Maximum Round-Trip Delay in Bit Times
Two DTEs	N/A	864
Category 5 UTP Cable Segment	11.12	1112 (100 m)
Shielded Jumper Cable (CX)	10.10	253 (25 m)
Fiber Optic Cable Segment	10.10	1111 (110 m)
Repeater	N/A	976

Puede usar el valor máximo de Round Trip Delay en bit times listado en la tabla para aquel tipo de segmento, si su segmento es de longitud máxima. Se puede usar el valor máximo de retardo (delay) si no está seguro de la longitud del segmento, simplemente para que sus cálculos sean seguros. Para calcular los retardos de cables, puede usar los valores de conversión proporcionados en la columna derecha de la tabla 1-6.

Para completar los cálculos de PDV agregue el conjunto completo de valores de retardo del segmento, junto con valores de retardo para dos estaciones (DTE), y el retardo para algún repetidor en el camino. Su vendedor puede proporcionar valores de tiempo para cable, estación y repetidor, el cual puede usar en lugar de los proporcionados en las tablas. A este valor total de retardo en el camino, agregue un margen de seguridad de 0 a 40 bit times, con 32 bit times de margen recomendados en el estándar. Esta ayuda cuenta para algunos retardos inesperados, tales como aquellos causados por longitudes extra de cable entre un tabique de la oficina y la computadora. Si el resultado el resultado es menor o igual que 4.096 bit times el camino supera el test.

EJEMPLO DE CONFIGURACION DE RED

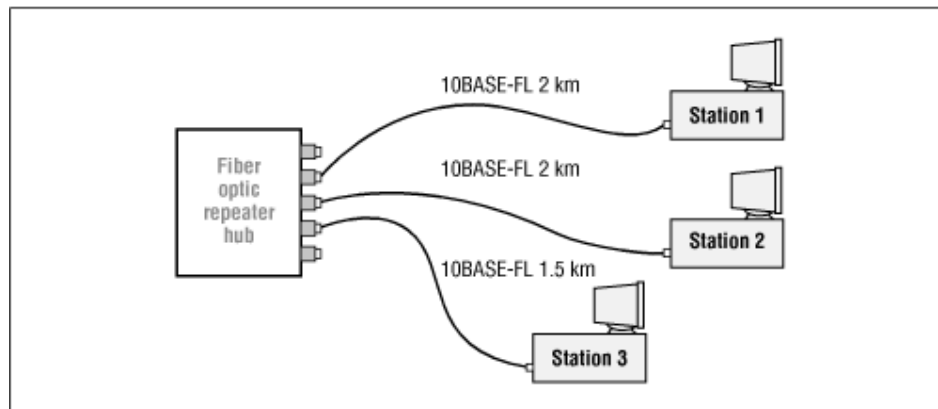
Seguidamente veremos unos ejemplos de configuración de red para mostrar como trabajan las reglas de configuración en el mundo real. Los ejemplos de 10 Mbps se mostrarán completos puesto que los sistemas de 10 Mbps tienen un conjunto mas completo de segmentos y reglas de tiempo. Posteriormente mostraremos un ejemplo simple para los sistemas de 100 Mbps, puesto que las reglas de configuración para Fast Ethernet (Ethernet rápido) son mas simples. No es necesario un ejemplo para Ethernet de Gigabit ya que las reglas de configuración son extremadamente simples teniendo en cuenta solamente un hub repetidor. En suma, los equipamientos Ethernet de Gigabit se están

convirtiéndolo para soportar solamente modo full-duplex, lo cual significa que no hay sistemas Ethernet de Gigabit half-duplex.

CONFIGURACION SIMPLE MODELO 2 DE 10 MBPS

Vemos como son los cálculos del Modelo 2 de 10 Mbps. Con un simple ejemplo. La figura 1-7 muestra una red con 3 segmentos 10 BASE-FL conectados a un repetidor de fibra óptica, dos de los segmentos están a 2 Km (2000 m) y uno a 1.5 km de distancia.

Figura 1-7. Simple 10 Mbps configuration example



Si bien esta es una red muy simple, es una configuración que no se describe en las reglas de configuración del Modelo 1. En consecuencia el único camino para verificar su operación es realizar los cálculos del Modelo 2. Viendo la figura 1-7 vemos que el peor caso (worst case) de retardo está entre la estación 1 y la estación 2 ya que este camino tiene la distancia mas larga entre 2 estaciones. Seguidamente evaluaremos este peor caso de camino para el round trip delay total y la pérdida de señal para la brecha inter frame.

Round Trip Delay

Puesto que hay solamente dos segmentos de medios en el peor caso de trayectoria, el modelo de red, para el round trip delay solamente tiene un segmento a izquierda y a derecha. No hay segmentos medios para tratar. Asumiremos para los propósitos de este ejemplo que los transceivers de fibra óptica están conectados directamente a las estaciones y al repetidor, lo que elimina la necesidad de agregar bit times extras para la longitud de cable del transceiver. Ambos segmentos en el peor caso es la longitud máxima disponible, con lo cual pensamos que simplemente podemos usar el valor máximo de la tabla 1-2. De acuerdo con la tabla el valor de retardo máximo de un segmento final a izquierda para un enlace 10 BASE FL de 2 km es de 212.25 bit times. Para el segmento final a derecha de 2 km el valor máximo de retardo es de 356.5 bit times. Sumamos ambos, además de los 5 bit times recomendados en el estándar y el total es de 573.75. Esto es menor que el máximo de 575 bit times permitido para una red de 10 Mbps. Lo que significa que el peor camino es correcto. Los caminos menores tendrán valores de retardo menores, de este modo, todos los caminos en este sistema Ethernet los requerimientos del estándar respecto al tiempo de round trip. Para completar el cálculo de la brecha inter frame necesitamos computar la atenuación del tramo en este sistema de red.

ATENUACION DE LA BRECHA INTERFRAME

Puesto que solamente hay dos segmentos, solamente debemos ver un simple segmento de transmisión final cuando se calcula la atenuación de la brecha interframe. No hay segmentos medios y el segmento final de recepción no cuenta en el cálculo de la brecha interframe. Puesto que ambos segmentos son del mismo tipo de medio, encontrar el peor valor es sencillo. De acuerdo a la tabla 1-3 el valor de la brecha interframe para los segmentos enlazados es de 10.5 bit times y se convierte en el valor de atenuación total para este peor camino. Esto es inferior a 49 bit times de atenuación interframe, permitido para redes de 10 Mbps. Como podemos ver el ejemplo de red, satisface los requerimientos de round trip delay y los requerimientos de atenuación interframe, por lo tanto se califica como una red válida de acuerdo con el método de configuración del Modelo 2.

CONFIGURACION COMPLEJA DEL MODELO 2 DE 10 MBPS

El segmento ejemplo es mas difícil consta de varios tipos de segmentos diferentes, cables extra transceiver, etc. Todos estos bits y partes extra también hacen que el ejemplo sea mas complicado de explicar, si bien el proceso básico de averiguar los bit times y sumarlos es simple.

Para este ejemplo de configuración compleja, debe referirse a la figura 13-2 presentada anteriormente en este capítulo. Esta figura muestra un posible sistema de longitud máxima posible usando 4 repetidores y 5 segmentos. De acuerdo al método de configuración del Modelo 1, veíamos que esta red cumple con el estándar. Para comprobar aquello, evaluaremos esta red nuevamente, esta vez usando el método de cálculo proporcionado por el Modelo 2.

Como es usual, comenzaremos el proceso buscando el peor camino en el ejemplo de red. Analizando, puede verse que el camino entre la estación 1 y la estación 2 en la figura 1-2 es el de mayor retardo. Contiene el mayor número de segmentos y repetidores en el camino entre las dos estaciones en la red. Seguidamente hacemos un modelo de red distinto del peor camino. Comienza el proceso designando arbitrariamente el segmento final de Ethernet fino como el segmento final izquierdo. Comenzamos con tres segmentos medios compuestos de un segmento 10 BASE5 y dos segmentos de fibra óptica y un segmento final derecho compuesto por un segmento 10 BASE-T.

Luego, necesitamos calcular el valor de retardo del segmento para el segmento final izquierdo 10 BASE2. Esto se puede lograr sumando el valor base de izquierda para coax 10BASE2 (11.75) al producto entre el round trip delay y la longitud en metros ($185 \times 0.1026 = 18.981$), lo que da por resultado un valor total de retardo del segmento de 30.731 para el segmento de coax fino. Sin embargo, ya que la longitud máxima de segmento permitido, para segmentos 10BASE2 es de 185 m podemos buscar el valor máximo de segmento izquierdo en la tabla 1-2 el cual es de 30.731. El segmento de Ethernet fino 10BASE2 se muestra adjunto directamente al DTE y al repetidor, y no hay cable de transceiver en uso. Por lo tanto, no tenemos que sumar excedentes de tiempo de longitud de cable AUI para el valor de este segmento.

CALCULANDO POR SEPARADO LOS VALORES IZQUIERDOS FINALES

Puesto que los segmentos finales de izquierda y derecha en nuestro peor camino son de diferentes tipos de medios (cables), el estándar advierte que necesitamos hacer los cálculos de retardo del camino por separado. Primero calculamos el retardo total del camino usando el segmento 10BASE2 como el segmento final a izquierda y el segmento 10BASE-T como el final a derecha. Luego se intercambian sus lugares y se realizan los cálculos nuevamente, usando esta vez el segmento 10 BASE-T como segmento final a izquierda y el segmento 10BASE2 como segmento final a derecha. El mayor valor que resulta de los dos cálculos es el único que debemos usar en la verificación de la red.

VALOR DE RETARDO “AUI”

El valor de retardo de segmento proporcionado por la tabla incluye tolerancias para un cable (AUI) de transceiver de más de 2 metros de longitud en cada final de segmento. Esta tolerancia ayuda a cuidar de los tiempos de retardo que puedan ocurrir oportunamente al instalar los puertos de un repetidor.

Los sistemas de medios con transceivers externos conectados con cables de transceivers requieren que tengamos cuenta el tiempo de retardo en esos cables de transceivers. Puede descubrir cuanto será la demora de cables de transceivers y usar aquella longitud multiplicada por el round trip delay por metro, para calcular un tiempo de retardo de cable de transceiver extra, el cual se agrega al cálculo de retardo total del camino. Si no está seguro de cuanto es el tiempo de cables de transceivers en su red, puede usar el retardo máximo, para un cable de transceiver el cual es de 4.88 para toda ubicación de segmento, ya sea, final izquierdo, medio o final derecho.

CALCULANDO VALORES DE SEGMENTO MEDIO

Continuamos el proceso de encontrar el tiempo total de round trip delay, haciendo el cálculo para los segmentos medios. En el peor camino para la red de la figura 1-2, hay 3 segmentos medios compuestos de un segmento 10BASE-5 de longitud máxima y dos segmentos de fibra óptica 10BASE-FL de 500 m de longitud. Mirando la tabla 1-2, bajo la columna “segmentos Medios”, encontramos que los segmentos 10BASE-5, tienen un valor de retardo máximo de 89.8.

Note que los repetidores están conectados al segmento 10BASE-5 con cables de transceivers u MAUs externos (outboard). Esto significa que necesitamos agregar el retardo para 2 cables transceivers. Se asume que no conocemos de que longitud son los cables transceivers. En consecuencia usaremos el valor para 2 cables transceiver de longitud máxima en el segmento, uno en cada conexión a un repetidor. Eso nos da un retardo de cable transceiver de 9.76 para agregar al retardo total del camino.

Podemos calcular el valor de retardo de segmento para los segmento medios 10BASE-FL, multiplicando los 500 m de longitud de cada segmento por el valor retardo/metros de RT, el cual es 0.1 dándonos un resultado de 50. Entonces sumamos 50 al valor base de segmento medio para un segmento 10BASE-FL, el cual es 33.5, para un retardo total de segmento de 83.5.

Si bien, no se muestra en la figura 1-2, los enlaces de fibra óptica a menudo usan transceiver de fibra óptica externos (outboard) y cables transceiver para hacer una conexión a la estación. Justamente para hacer las cosas menos difíciles, asumimos que se usaron 2 cables transceivers, c/u es de 25 m de longitud, para hacer una conexión de los repetidores a los transceivers de fibra óptica externos (outboard) en los segmentos 10BASE-FL. Esto nos da un total de 50 m de cable transceiver en cada segmento 10BASE-FL. Puesto que tenemos 2 segmentos medios, podemos representar el total de la longitud de cable transceiver para ambos segmentos sumando 9.76 bit times extra al total de retardo de camino.

COMPLETANDO EL TIEMPO DE RETARDO DE ROUND-TRIP

Comenzamos nuestros cálculos con el segmento 10BASE-2 asignando al segmento final izquierdo, con lo cual partimos con un segmento final derecho 10BASE-T. Este segmento es de 100 m de longitud, la cual es la longitud proporcionada en la columna “Max” para un segmento 10BASE-T. Dependiendo de la calidad del cable, un segmento 10BASE-T puede ser de más de 100 m, pero asumimos para nuestro ejemplo que el enlace es de 100 m. Eso hace que el valor máximo para el segmento final derecho 10BASE-T sea de 176.3. sumando todos los valores de retardo de segmento obtenemos el resultado que se muestra en la tabla 1-10.

Tabla 1-10: Round-Trip Path Delay with 10BASE2 Left End Segment

Link	Media	Bit-Time Delay
Left End	10BASE2	30.731
Mid-segment	10BASE5	89.8
Mid-segment	10BASE-FL	83.5
Mid-segment	10BASE-FL	83.5
Right End	10BASE-T	176.3
Excess Length AUI	Quan. Four	19.52
	<i>Total Path Delay =</i>	483.351

Para completar el proceso, necesitamos ejecutar un segundo grupo de cálculos con los segmentos finales izquierdo y derecho intercambiados. En este caso el segmento final izquierdo se convierte en un segmento 10BASE-T de longitud máxima con un valor de 26.55 y el final derecho se convierte en un segmento 10BASE-2 con un valor de 188.48. Note que los valores de exceso de longitud AUI no cambian. Como muestra la tabla 13-2, los valores de bit time para cables AUI son los mismos, sin importar donde se usan los cables, sumando los valores de bit time nuevamente, obtenemos los resultados de la tabla 1-11.

Tabla 1-11: Round-Trip Path Delay with 10BASE-T Left End Segment

Link	Media	Bit-Time
Left End	10BASE-T	26.55
Mid-segment	10BASE5	89.8
Mid-segment	10BASE-FL	83.5
Mid-segment	10BASE-FL	83.5
Right End	10BASE2	188.48
Excess Length AUI	Quan. Three	19.52
	<i>Total Path Delay =</i>	491.35

El segundo conjunto de cálculos mostrado en la Tabla 1-11 produjo un valor mayor que el total de la tabla 1-10. De acuerdo con la tabla debemos usar este valor para el peor caso de round trip delay para esta Ethernet. El estándar también recomienda agregar un margen de 5 bit times para formar el

valor de retardo total del camino. Está permitido agregar un margen de 0 a 5 bits pero se recomiendan 5 bit times.

Sumando 5 bit times de margen nos da un valor total de retardo de 496.35 bit times, el cual es menor que el máximo de 575 bit times permitidos por el estándar. En consecuencia nuestra red es calificada como compleja en términos del peor caso de tiempo de round trip delay. Todos los caminos más cortos tendrán valores de retardo inferiores, lo que significa que todos los caminos en el sistema Ethernet mostrado en la figura 1-2 satisface los requerimientos del estándar en lo que concierne a tiempo de round trip.

PERDIDA EN LA BRECHA INTERFRAME

Finalizamos la evaluación del ejemplo de red compleja mostrado en la figura 1-2, calculando el peor caso de atenuación de la brecha interframe para esa red. Esto se hace evaluando el mismo peor camino que usamos en el cálculo de la atenuación de la brecha, solamente evaluamos la transmisión y el segmento medio.

Varias veces, comenzamos aplicando el modelo de red al peor camino, en este caso el modelo de red para la atenuación de la brecha interframe. Para calcular la atenuación de la brecha interframe, el segmento de transmisión debería ser asignado al segmento final en el peor camino de su sistema de red, el cuál tenía el valor de atenuación mas grande. Como muestra la tabla 1-3, el segmento de cable coaxil tiene el mayor valor, así para el propósito de evaluar nuestra red de ejemplo, asignaremos el segmento de coaxil fino 10BASE-2, para el rol de segmento final de transmisión. Los segmentos medios constan de un segmento coaxil y dos segmentos de enlace (link) y un segmento final 10BASE-T, el cual se ignora los totales se ven en la tabla 1-12.

Tabla 1-12: Total Interframe Gap Shrinkage

Media/Link	Shrinkage in Bit Times
Transmitting End Coax	16
Mid-segment Coax	11
Mid-segment Link	8
Mid-segment Link	8
<i>Total PVV =</i>	43

Como podemos observar, el valor de variabilidad total del camino para nuestro ejemplo de red equivale a 43. Esto es menor que el máximo de 49 bit times permitido en el estándar, lo que significa que esta red satisface los requerimientos de atenuación de la brecha interframe.

MODELO 2 DE CONFIGURACION DE 100 Mbps

Para este ejemplo, necesitaremos referirnos a la figura 1-5, la que nos muestra una red de longitud máxima posible. Como podemos ver el método de configuración del Modelo 1 muestra que este sistema es correcto. Para chequear eso, evaluaremos el sistema usando el método de cálculo proporcionado por el modelo 2.

PEOR CAMINO

En la red de ejemplo, los 2 caminos más largos están entre la estación 1 y la estación 2 y entre la estación 1 y el hub switch. Las señales desde la estación 1 deben ir a través de 2 repetidores y 2 segmentos de 100 m, así como de un segmento inter repetidor de 5 m para llegar tanto a la estación 2 como al hub switch. Según la guía de configuración, el hub switch se considera como otra estación.

Ambos caminos en la red, incluyen la misma longitud de segmento y número de repetidores, evaluaremos uno de ellos como el peor camino. Asumimos que los 3 segmentos son segmentos 100BASE-TX, basados en cables categoría 5 , encontramos 111.2 bit times.

El retardo de un segmento inter repetidor de 5 m se puede encontrar multiplicando el round trip delay por metro para cables de categoría 5 (1.112) por la longitud del segmento en metros (5). Esto da por resultado 5.56 bit times para el round trip delay en ese segmento. Ahora que conocemos los valores de round trip delay del segmento, podemos completar la evaluación siguiendo los pasos para calcular el round trip delay para el peor camino.

Para calcular el round trip delay total usamos los tiempos de retardo para estaciones y repetidores encontrados en la tabla 1-5. Como se muestra en la tabla 1-13 el valor de round trip delay del peor camino para la red de ejemplo es de 511.96 bit times cuando se usa cableado categoría 5. Esto es menos que el máximo de 512 bit times , lo que significa que la red aprueba el test para el round trip delay.

Tabla 1-13: Round-Trip Delay in Sample Network, Default Timing Values

Two TX DTEs	100
100 meter Cat 5 segment	111.2
100 meter Cat 5 segment	111.2
5 meter Cat 5 segment	5.56
Class II repeater delay ^[13]	92
Class II repeater delay ^{See All repeater ports TX or FX.}	92
<i>Total Delay =</i>	511.96

Observe que el margen para este cálculo es de 4 bittimes. No hay bit times disponibles para usar como margen, porque los valores de bittimes mostrados en la tabla 1-5 son todos los máximos del peor camino. Esta tabla proporciona valores de peor caso que usted puede usar, si no conoce cuales son los valores actuales de bit times de cable, tiempo de repetidores, o tiempos de estaciones.

Para una vista mas real, se puede ver que pasa si trabajamos nuevamente con este ejemplo, usando las especificaciones de cable proporcionado por un vendedor. En la tabla 1-14 se asume que el cable de categoría 5 es un cable de tipo 1061 de AT&T el cual tiene un NVP de 70% como muestra la tabla 1-7 como muestra la tabla 1-7. Si vemos esa velocidad en la tabla 13-6, encontramos que un cable con una velocidad de 0.7 se considera en 0.477 bit times por metro. El bit time de round trip delay el doble de aquel o sea 0.954 bit times. En consecuencia el tiempo para 100 m será de 95.4 bit

times y para 5 m será de 4.77. otra vez haga referencia a la tabla 1-14 para ver como agregar n objetos usando diferentes valores de cable.

Tabla 1-14: Round-Trip Delay Using Vendor Timing for Cable

Two TX DTEs	100
100 m Cat 5 segment	95.4
100 m Cat 5 segment	95.4
5 m Cat 5 segment	4.77
Class II repeater delay [14]	92
Class II repeater delay [14]	92
Margin	4
<i>Total Delay =</i>	483.57

Cuando se usan los valores de cable del mundo real en lugar de los valores predeterminados del peor caso de la tabla 1-5, hay suficiente tiempo de sobra para asignar 4 bittimes de margen. Esto comparando con el tope de 512 bit times con los bit times de reserva.

TRABAJANDO CON LOS VALORES DE BIT TIME

Algunos vendedores resaltan que los valores de retardo de sus repetidores son menores que los valores listados en la tabla 1-5, lo que hará más fácil llegar al máximo de 512 bit times. Mientras, estos bit times extra teóricamente podrían ser usados para proporcionar una longitud de segmento inter repetidor más larga de 5 m, esto podría traer problemas.

Aún proporcionando un enlace inter repetidor mas largo, debería considerar que pasaría si fallan los repetidores del vendedor y tuvieran que ser remplazados con repetidores de otros vendedores los cuales pueden tener tiempo de retardos más largos que había implementado. Puede evitar este problema diseñando su red en forma conservadora y no poner las cosas al límite del tiempo permitido.

Es posible usar más de un repetidor clase 1 o dos repetidores clase 2 en un dominio de colisión dado. Esto puede hacerse si las longitudes de segmento se mantienen lo suficientemente cortos para proporcionar el bit time extra al supuestamente requerido por los repetidores. Sin embargo la mayoría de las instalaciones de redes se basan en sistemas de cableado hechos con segmentos de 100 m de longitud (generalmente implementados como 90 m “en las paredes” y 10 m para trozos de cable). Una red diseñada con varios repetidores, los segmentos deben ser muy cortos para satisfacer las especificaciones de tiempo, no es que se vaya a usar en demasiadas situaciones.

NOTAS AL PIE

- 1) El estándar de Ethernet Gigabit incluye un conjunto de reglas de configuración para operaciones half-duplex, basadas en hubs repetidores. Sin embargo, ya que no hay hubs repetidores de Ethernet Gigabit disponibles en el mercado, probablemente no tendrá muchas oportunidades de usar esta parte del libro. En cambio, todos los enlaces de Ethernet Gigabit

se operan en modo full-duplex, el que se describe en el “capítulo 4”, “Ethernet Full-Duplex”.

- 2) En el estándar 802.3 de la IEEE, cláusula 13, “consideraciones de sistema para redes banda de base 10 Mb/s multisegmento”. Copyright. 1996 IEEE todos los derechos reservados.
- 3) La expresión “medio full-duplex” significa que el segmento de cable proporcionado transmite y recibe datos por caminos independientes. No significa que el segmento está operando en modo full-duplex.
- 4) La longitud máxima de segmento depende de las características del cable.
- 5) Se asume 100 m de cable de par trenzado y un enlace de fibra.
- 6) No aplicable. Segmentos de fibra FX y cable T4, no se pueden enlazar en un repetidor clase II.
- 7) Se asume 105 m de cable de par trenzado y un enlace de fibra.
- 8) Se usan los valores del peor caso.
- 9) La “c” minúscula usada en la tabla es la notación científica estándar para la velocidad de la luz.
- 10) Puede ser limitado por la distancia de transmisión máxima del enlace.
- 11) Se asume 100 m de cable de par trenzado (UTP) categoría 5 sin protección y un enlace de fibra óptica de 110 m.
- 12) Se asume 25 m de 1000-BASE-CX y un enlace de fibra óptica de 195 m.
- 13) Todos los puertos repetidores TX ó FX.
- 14) Todos los puertos repetidores TX ó FX.