



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**G.842**

(04/97)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,  
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Sistemas de transmisión digital – Redes digitales –  
Características de las redes con jerarquía digital síncrona

---

**Interfuncionamiento de las arquitecturas de  
protección para redes de la jerarquía digital  
síncrona**

Recomendación UIT-T G.842

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

RECOMENDACIONES DE LA SERIE G DEL UIT-T  
**SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES**

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	G.100–G.199
<b>SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS</b>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	G.200–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.300–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	G.400–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	G.450–G.499
<b>CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN</b>	
<b>SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DIGITAL</b>	
EQUIPOS TERMINALES	G.700–G.799
REDES DIGITALES	G.800–G.899
Generalidades	G.800–G.809
Objetivos de diseño para las redes digitales	G.810–G.819
Objetivos de calidad y disponibilidad	G.820–G.829
Funciones y capacidades de la red	G.830–G.839
<b>Características de las redes con jerarquía digital síncrona</b>	<b>G.840–G.849</b>
Red de gestión de las telecomunicaciones	G.850–G.859
SECCIONES DIGITALES Y SISTEMAS DIGITALES DE LÍNEA	G.900–G.999
Generalidades	G.900–G.909
Parámetros para sistemas en cables de fibra óptica	G.910–G.919
Secciones digitales a velocidades binarias jerárquicas basadas en una velocidad de 2048 kbit/s	G.920–G.929
Sistemas digitales de transmisión en línea por cable a velocidades binarias no jerárquicas	G.930–G.939
Sistemas de línea digital proporcionados por soportes de transmisión MDF	G.940–G.949
Sistemas de línea digital	G.950–G.959
Sección digital y sistemas de transmisión digital para el acceso del cliente a la RDSI	G.960–G.969
Sistemas en cables submarinos de fibra óptica	G.970–G.979
Sistemas de línea óptica para redes de acceso y redes locales	G.980–G.999

*Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.*

## **RECOMENDACIÓN UIT-T G.842**

### **INTERFUNCIONAMIENTO DE LAS ARQUITECTURAS DE PROTECCIÓN PARA REDES DE LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA**

#### **Resumen**

Esta Recomendación proporciona las especificaciones para el interfuncionamiento de arquitecturas de protección de redes. Tiene un tratamiento especial la interconexión de nodo único y de nodo doble entre anillos de protección compartida de sección de multiplexión (MS) y anillos de protección de conexión de subred (SNCP) de tipos iguales o distintos.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T G.842 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 15 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 8 de abril de 1997.

## PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

## NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT ha recibido/no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB.

© UIT 1997

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias.....	1
3 Términos y definiciones.....	1
4 Abreviaturas.....	3
5 Criterios y objetivos de interfuncionamiento.....	4
5.1 Criterios para el interfuncionamiento de anillos con un anillo de protección compartida de MS.....	4
6 Arquitecturas de interfuncionamiento.....	5
6.1 Interconexión de nodo único.....	5
6.2 Interconexión de nodo doble.....	6
6.2.1 Arquitectura generalizada.....	6
6.2.2 Interfuncionamiento de anillos con un anillo de protección compartida de MS.....	7
6.2.3 Interfuncionamiento de anillos con un anillo de SNCP.....	23
6.2.4 Anillos múltiples .....	33
7 Interfuncionamiento entre capas de red .....	33
8 Conflictos entre conmutadores .....	33



## Recomendación G.842

# INTERFUNCIONAMIENTO DE LAS ARQUITECTURAS DE PROTECCIÓN PARA REDES DE LA JERARQUÍA DIGITAL SÍNCRONA

(Ginebra, 1997)

## 1 Alcance

Esta Recomendación describe los mecanismos para el interfuncionamiento entre arquitecturas de protección de redes. Las arquitecturas de protección de redes se describen en la Recomendación G.841. La descripción del interfuncionamiento se hace para la interconexión de nodo único y de nodo doble para el intercambio de tráfico entre anillos. Cada anillo puede ser configurado para protección compartida de MS o para protección SNCP.

## 2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes.

- Recomendación UIT-T G.803 (1997), *Arquitectura de redes de transporte basadas en la jerarquía digital síncrona*.
- Recomendación UIT-T G.841 (1995), *Tipos y características de las arquitecturas de protección para redes de la jerarquía digital síncrona*.
- Recomendación UIT-T G.783 (1997), *Características de los equipos de la jerarquía digital síncrona*.

## 3 Términos y definiciones

NOTA – Estas definiciones han de ser revisadas teniendo en cuenta la nueva Recomendación sobre vocabulario de la jerarquía digital síncrona.

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

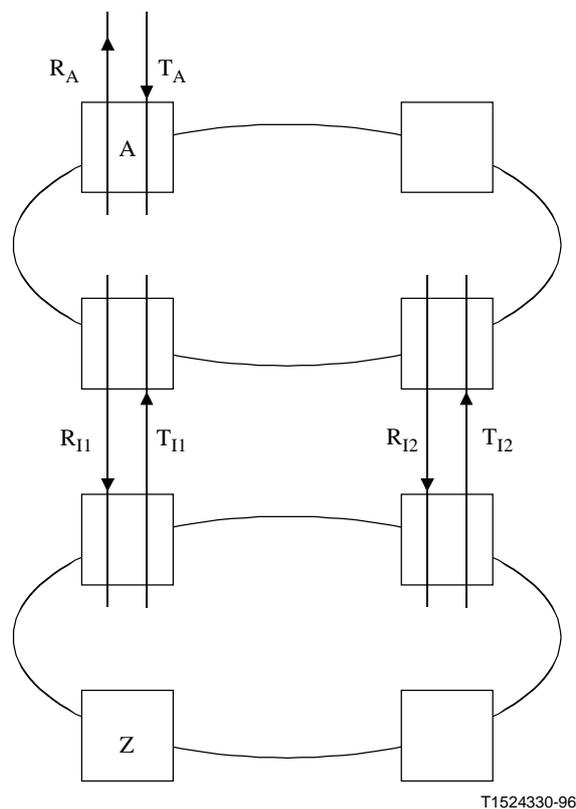
**3.1 extracción y continuación:** Una función dentro de un nodo de anillo en la que el tráfico se extrae de los canales en funcionamiento del anillo (extracción) y se transmite hacia adelante por el anillo (continuación).

**3.2 bicabecera:** El tráfico bicabecera puede ser encaminado a cualquiera de las dos centrales locales, o a ambas (o a lugares similares). El tráfico bicabecera tiene capacidad de supervivencia en condiciones de fallo de uno de los dos cabezales.

**3.3 interconexión de nodo doble:** Arquitectura entre dos anillos en la que dos nodos de cada anillo están interconectados.

**3.4 tiempo de retención:** Tiempo que espera el controlador del conmutador de protección tras detectar un fallo, antes de iniciar la conmutación.

- 3.5 selector de trayecto:** Dentro de una arquitectura SNCP, la función de nodo que selecciona un afluente que se extrae de los canales de servicio que llegan de uno u otro lado del nodo, de acuerdo con los criterios a nivel de trayecto.
- 3.6 nodo primario:** Dentro de una arquitectura de interfuncionamiento de anillos de protección compartida de MS, el nodo que proporciona la selección de servicio y las funciones de sustracción y continuación para un afluente. Afluentes diferentes pueden tener nodos primarios diseñados de manera diferente.
- 3.7 propagación de la conmutación:** Un conmutador de protección que lleva a otro conmutador de protección. La propagación de la conmutación es a menudo, pero no siempre, inconveniente desde el punto de vista del mantenimiento.
- 3.8 interconexión de anillos:** Arquitectura entre dos anillos en la que uno o más nodos de cada anillo están interconectados.
- 3.9 interfuncionamiento de anillos:** Topología de red en la que dos anillos están interconectados en dos nodos de cada uno de ellos y que funciona de tal manera que el fallo de cualquiera de estos dos nodos no cause pérdida de tráfico de servicio. En la figura 1 se ilustra esta topología.
- 3.10 circuito secundario:** En una arquitectura de interfuncionamiento de anillos de protección compartida de MS, este circuito es el encaminamiento alternativo que sigue el tráfico que se desplaza de un anillo a otro. Este encaminamiento alternativo adicional es el que se utiliza cuando se interrumpe el circuito de servicio.
- 3.11 nodo secundario:** En una arquitectura de interfuncionamiento de anillos de protección compartida de MS, es el nodo que proporciona la ruta de interfuncionamiento alternativa para un afluente.
- 3.12 circuito de servicio:** En una arquitectura de interfuncionamiento de anillos de protección compartida de MS, este circuito es el encaminamiento original preferido que sigue normalmente el tráfico que se desplaza de un anillo a otro.
- 3.13 selector de servicio:** En una arquitectura de anillos de protección compartida de MS, el selector de servicio es la función de nodo utilizada para el interfuncionamiento de anillos. Selecciona el tráfico de cualquiera de los canales que llegan de un lado del nodo, o del tráfico que entra en el anillo, de acuerdo con algunos criterios.
- 3.14 interconexión de nodo único:** Arquitectura entre dos anillos en la que un nodo de cada anillo está interconectado.
- 3.15 nodo de terminación:** El nodo (distinto de un nodo primario o secundario) por donde entra un afluente en el anillo o sale del mismo.



Estado libre de fallos (desde la perspectiva del anillo superior)

$$R_{I1} = R_{I2} = T_A$$

$$R_A = T_{I1} \text{ o } T_{I2}$$

$$T_{I1} = T_{I2}$$

**Figura 1/G.842 – Interfuncionamiento de anillos generalizado**

#### 4 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

ADM	Múltiplex de adición/sustracción ( <i>add/drop multiplexer</i> )
AIS	Señal de indicación de alarma ( <i>alarm indication signal</i> )
AU	Unidad administrativa ( <i>administrative unit</i> )
HO	Orden superior ( <i>higher order</i> )
HP	Trayecto de orden superior ( <i>higher order path</i> )
HPC	Conexión de trayecto de orden superior ( <i>higher order path connection</i> )
HPOM	Monitor de tara de trayecto de orden superior ( <i>higher order path overhead monitor</i> )
LO	Orden inferior ( <i>lower order</i> )
LOF	Pérdida de trama ( <i>loss of frame</i> )
LOP	Pérdida de puntero ( <i>loss of pointer</i> )
LOS	Pérdida de señal ( <i>loss of signal</i> )
LPC	Conexión de trayecto de orden inferior ( <i>lower order path connection</i> )

LPOM	Monitor de tara de trayecto de orden inferior ( <i>lower order path overhead monitor</i> )
MS	Sección de multiplexión ( <i>multiplex section</i> )
SDH	Jerarquía digital síncrona ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SNC	Conexión de subred ( <i>subnetwork connection</i> )
SNCP	Protección de conexión de subred ( <i>subnetwork connection protection</i> )
SNC/I	Protección de conexión de subred con supervisión intrínseca ( <i>subnetwork connection protection with inherent monitoring</i> )
SNC/N	Protección de conexión de subred con supervisión no intrusiva ( <i>subnetwork connection protection with non-intrusive monitoring</i> )
STM(-N)	Módulo de transporte síncrono de nivel N [( <i>synchronous transport module (-N)</i> )]
TIM	Desadaptación de identificador de rastreo ( <i>trace identifier mismatch</i> )
UNEQ	No equipado ( <i>unequipped</i> )
VC	Contenedor virtual ( <i>virtual container</i> )

## 5 Criterios y objetivos de interfuncionamiento

Las arquitecturas de protección para redes \*-SDH en interfuncionamiento tienen por objeto proporcionar un grado de protección aún mayor dentro de una red. Algunos factores en relación con los criterios de interfuncionamiento son como sigue:

- los requisitos de disponibilidad de extremo a extremo;
- la solidez frente a los diversos eventos de fallo;
- la complejidad y los costes de la implementación.

Lo siguiente es una lista de objetivos del interfuncionamiento:

- 1) El interfuncionamiento de anillos deberá acomodarse de tal manera que si dos anillos están conectados en más de un nodo cada uno de ellos, el fallo de uno de estos nodos no provoque la pérdida de ningún servicio.
- 2) Ha de ser posible evitar la propagación de la conmutación entre anillos en interfuncionamiento.
- 3) El anillo deberá ser capaz de sustraer tráfico en múltiples nodos, es decir, que el tráfico de servicio puede ser sustraído en dos o más nodos de un anillo sin comprometer la capacidad de restablecimiento del tráfico que sea bicabecera (o de cualquier otro tráfico).
- 4) La interconexión de anillos puede producirse entre múltiples anillos. Los límites de la interconexión deberán ser los mismos para todos los casos similares de interfuncionamiento entre dos tipos de anillo.

### 5.1 Criterios para el interfuncionamiento de anillos con un anillo de protección compartida de MS

En el caso particular de interfuncionamiento de anillos con un anillo de protección compartida de MS son de aplicación los objetivos siguientes:

- Los nodos del anillo de protección compartida de MS deben sustentar la capacidad de interconectar con otra arquitectura en dos nodos. De manera específica, los nodos del anillo de protección compartida de MS deben sustentar la capacidad de interconectar con otro

anillo en dos nodos con independencia del tipo de conmutación de protección empleada por el otro anillo (por ejemplo, SNCP o anillos de protección compartida de MS).

- En el caso de un afluente protegido contra fallos de la interconexión de anillos, la arquitectura de la interconexión debe ser capaz de proteger frente al fallo de un nodo interconectante, dos nodos interconectantes (cada uno de ellos en anillos diferentes, pero en la misma interconexión) o la conexión entre los dos nodos interconectantes.
- No es necesario que los dos nodos interconectantes sean adyacentes.
- La arquitectura de la interconexión de los anillos debe sustentar la interconexión eléctrica STM-1 u óptica STM-N (en donde las señales STM-N pueden contener cargas útiles concatenadas).
- La arquitectura de la interconexión de los anillos no debe requerir señalización entre los mismos. No se considera que proporcionar protección a la línea interconectante sea señalización entre anillos.
- La protección frente a los fallos de la interconexión de los anillos debe basarse en la detección de defectos del trayecto.
- Para evitar la propagación de los fallos, cuando sea posible, debe permitirse un tiempo de obtención.
- Se acomodará el interfuncionamiento de anillos utilizando la anchura de banda de protección entre nodos de interfuncionamiento de anillos. Los detalles del interfuncionamiento de anillos utilizando anchura de banda de protección quedan en estudio.

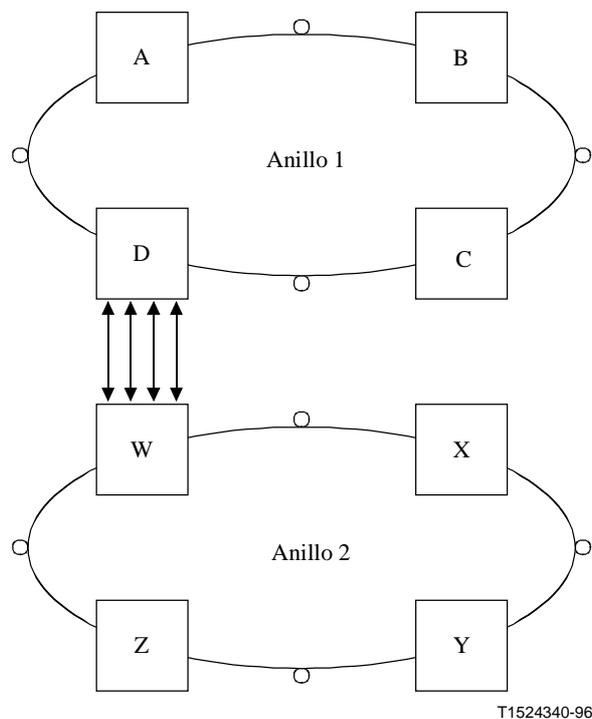
## **6 Arquitecturas de interfuncionamiento**

Esta cláusula describe el interfuncionamiento entre múltiples ejemplares de arquitecturas de protección en la misma capa de red interseccionando en uno o más nodos de red (por ejemplo, dos o más anillos SNC que intercambian tráfico en una sola central).

### **6.1 Interconexión de nodo único**

La interconexión de nodo único es una arquitectura entre dos anillos en la que un nodo de cada anillo está interconectado.

La arquitectura (mostrada en la figura 2) tiene un solo punto de fallo en el punto en que los anillos están interconectados. Se puede dar protección a la interconexión protegiendo la sección de multiplexión del tramo interconectante, pero no se dispone de protección si falla cualquiera de los nodos interconectantes.



**Figura 2/G.842 – Ejemplo de interconexión de nodo único**

## 6.2 Interconexión de nodo doble

### 6.2.1 Arquitectura generalizada

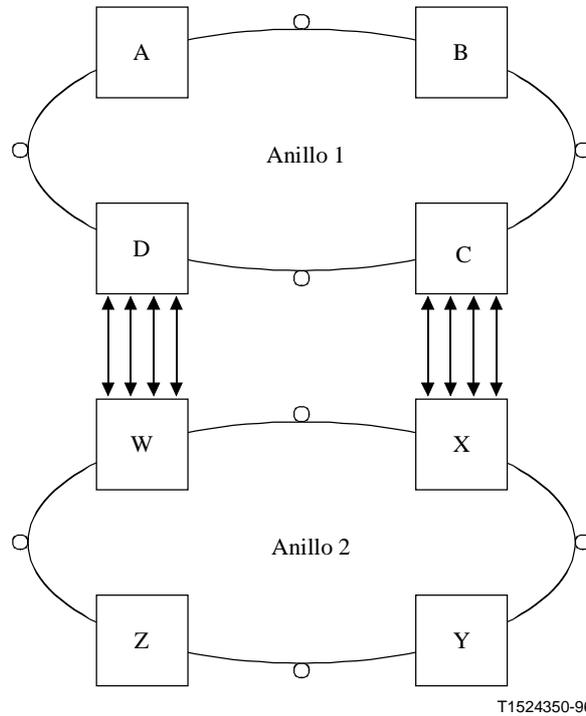
La interconexión de nodo doble es una arquitectura entre dos anillos en la que dos nodos de cada anillo están interconectados. La figura 3 ilustra este caso. Las dos interconexiones entre los dos anillos pueden disponerse de manera que se dé protección al tráfico que cruza de un anillo al otro. Una forma especial de la interconexión de nodo doble recibe el nombre de interfuncionamiento de anillos. El interfuncionamiento de anillos es una topología de red en la que dos anillos están interconectados en dos nodos de cada anillo y funciona de tal manera que un fallo en cualquiera de esos dos nodos no provoca la pérdida de ningún tráfico de servicio. La figura 1 ilustra este caso. En dicha figura, hay un afluente que entra en el anillo superior y sale del mismo desde el nodo A, e igualmente entra en el nodo inferior y sale del mismo desde el nodo Z. Se utiliza la siguiente notación:

- $T_A$  = señal de transmisión en el nodo A;
- $R_A$  = señal de recepción en el nodo A;
- $T_{I1}$  = señal de transmisión en uno de los nodos de la interconexión;
- $R_{I1}$  = señal de recepción en uno de los nodos de la interconexión;
- $T_{I2}$  = señal de transmisión en el otro nodo de la interconexión;
- $R_{I2}$  = señal de recepción en el otro nodo de la interconexión.

En el interfuncionamiento de anillos, las interfaces entre dos conjuntos de nodos interconectantes es tal que:

- $R_{I1} = R_{I2} = T_A$ ;
- $T_{I1} = T_{I2}$ ; y
- $R_A = T_{I1}$  o  $T_{I2}$ .

En otras palabras, la señal transmitida del nodo A hacia el nodo Z está presente en ambas interfaces de la interconexión. De manera similar, la señal transmitida de vuelta del nodo Z al nodo A está presente también en ambas interfaces de la interconexión. Llegado el caso, sólo se elige una copia de las señales duplicadas en las interfaces de la interconexión, ya sea en el nodo A o en el nodo Z. A continuación se describen ejemplos específicos de arquitecturas de interfuncionamiento de anillos.



**Figura 3/G.842 – Ejemplo de interconexión de nodo doble**

## 6.2.2 Interfuncionamiento de anillos con un anillo de protección compartida de MS

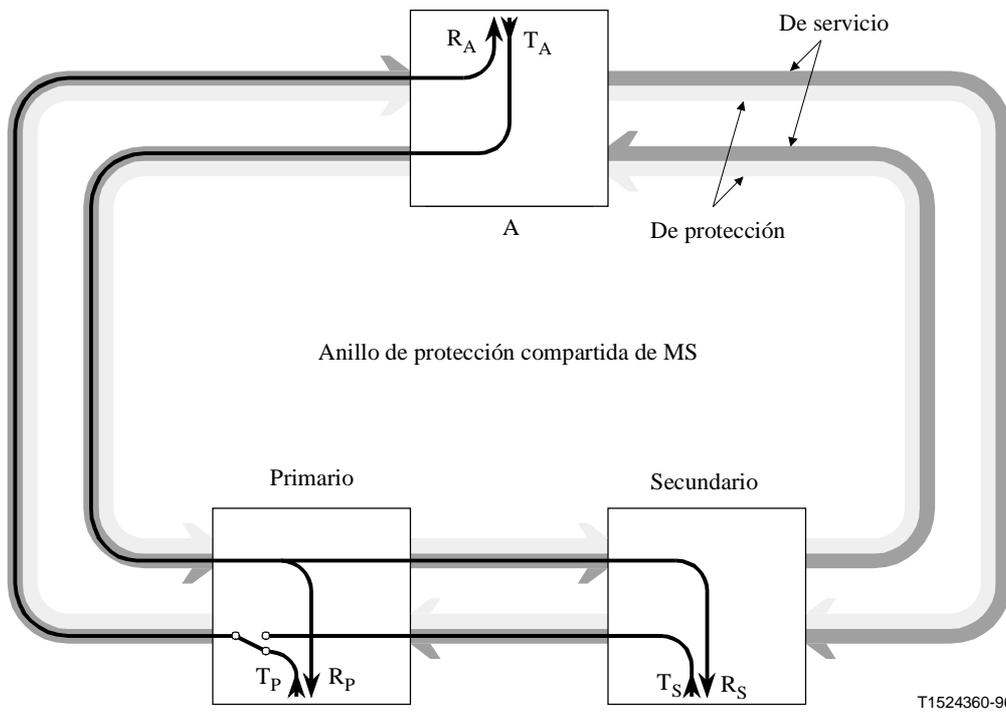
### 6.2.2.1 Arquitectura

La figura 4 muestra el estado libre de fallos nominal de un anillo de protección compartida de MS sencillo e ilustra un afluente particular transferido en dos nodos de interconexión de anillos que ha de terminar en el nodo A. Los dos nodos de interconexión de anillos se denominan nodo primario y nodo secundario. No es preciso que estos nodos de interconexión sean adyacentes. Empezando en la parte superior de la figura 4, se asigna un afluente bidireccional desde el nodo A de terminación (el más elevado) en el sentido contrario a las agujas de reloj hacia la parte inferior del anillo. Aunque existe simetría en la transferencia al otro anillo, el nodo primario será normalmente el más "cercano" al nodo de terminación con independencia de la orientación del anillo. Los nodos primario y secundario se definen afluente por afluente. Los nodos del anillo de protección compartida de MS pueden hacer interfaz con cualquier arquitectura de los nodos de interconexión en tanto en cuanto se satisfagan los requisitos de interfaz ilustrados en la figura 4.

Esta arquitectura incluye la recuperación tras los siguientes escenarios de fallo:

- 1) Dentro del anillo de protección compartida de MS, cualquier fallo fuera de los nodos de terminación, primario o secundario se tratan de manera normalizada. Se supone que el anillo de protección compartida de MS se comporta como se describe en la Recomendación G.841. La naturaleza del fallo – ya sea un fallo de tipo electrónico, un corte de cable o incluso un fallo de nodo – no repercute en la configuración de los nodos de terminación, primario o secundario. En la figura 5 se ilustra un fallo del tipo corte de cable.

- 2) Un fallo de nodo primario en un anillo de protección compartida de MS da lugar a una conexión secundaria del afluente. Normalmente ese afluente sería silenciado, pero para esta arquitectura, ese afluente particular permanece no silenciado. Cualquier otro tráfico cruzado (no deseado) es silenciado. En la figura 6 se ilustra el fallo del nodo primario. El comportamiento del interfuncionamiento de anillos en este caso sigue siendo el mismo incluso si un desastre es lo bastante grave (por ejemplo, la pérdida de la central) como para provocar un fallo tanto del nodo primario en uno de los anillos como de su nodo interconectado en el otro anillo.
- 3) En el caso de fallo del nodo secundario, el afluente en el nodo de terminación (véase el nodo A de la figura 7) no resulta afectado, ya que recibe su afluente del nodo primario. Debido a la señalización de los anillos, el nodo primario se entera de que el nodo secundario ha fallado. El nodo primario elige su afluente del tráfico que entra en él procedente del otro anillo. El nodo secundario hace que se envíe un afluente en fallo  $R_S$  al segundo anillo. Es posible que el fallo de esta señal provoque inevitablemente una conmutación en el segundo anillo, lo que depende del tipo del mismo.
- 4) En el caso de fallo de cualquiera de las señales entrantes procedentes del otro anillo (es decir,  $T_{11}$  o  $T_{12}$ ), el nodo primario del anillo de protección compartida de MS elige la señal que no ha fallado. La figura 8 ilustra un fallo de la transferencia al nodo secundario. En este caso, el nodo primario permanece conmutado a su propia transferencia correcta. La figura 9 ilustra un fallo de la transferencia al nodo primario. En este caso, el nodo primario conmuta para elegir un buen afluente del nodo secundario.
- 5) Esta arquitectura protege también contra un solo fallo en cada uno de los dos anillos (es decir, el anillo de protección compartida de MS y el otro anillo), siempre que estos fallos no sean fallos de nodo de terminación o no se combinen afectando a ambas interconexiones entre los anillos.

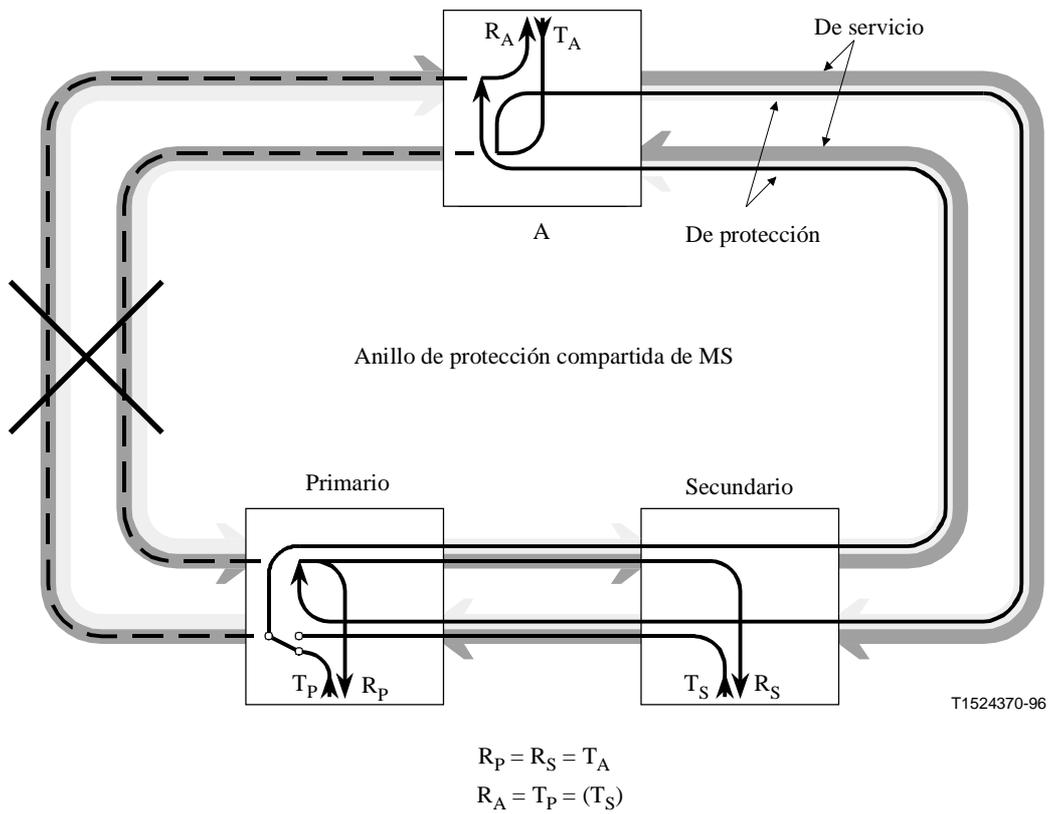


Estado libre de fallos nominal del afluente A-Z en anillo de protección compartida de MS:

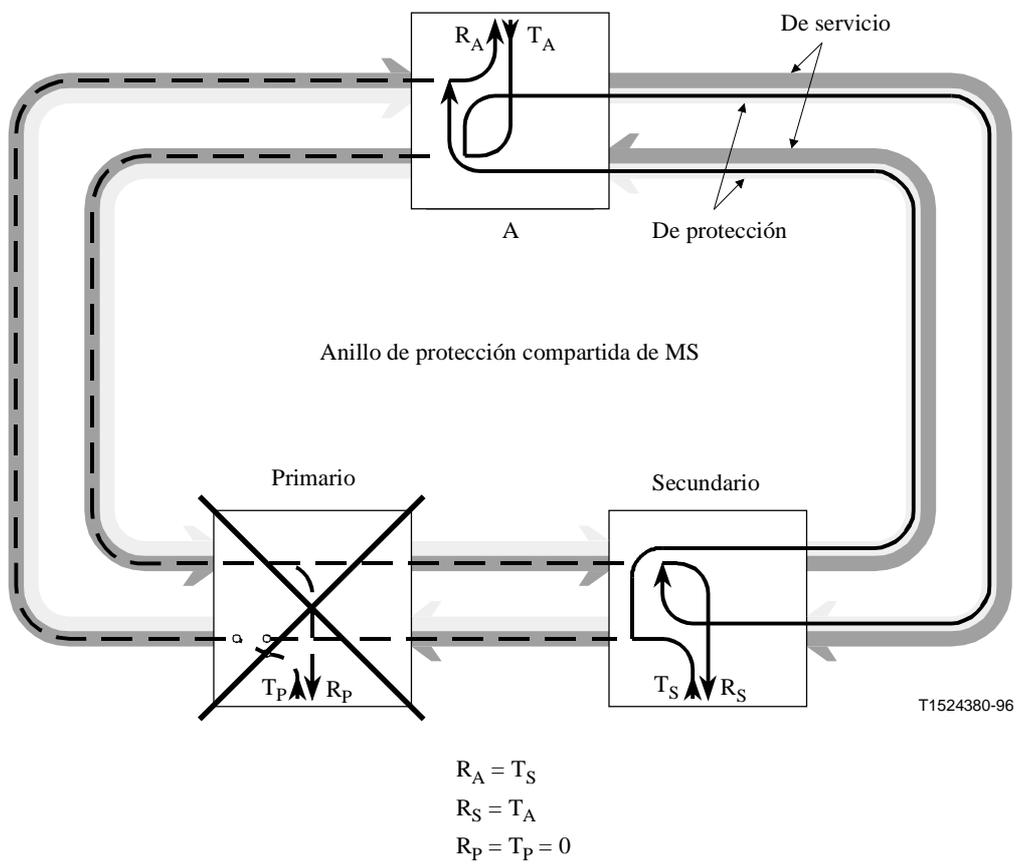
$$R_P = R_S = T_A$$

$$R_A = T_P = (T_S)$$

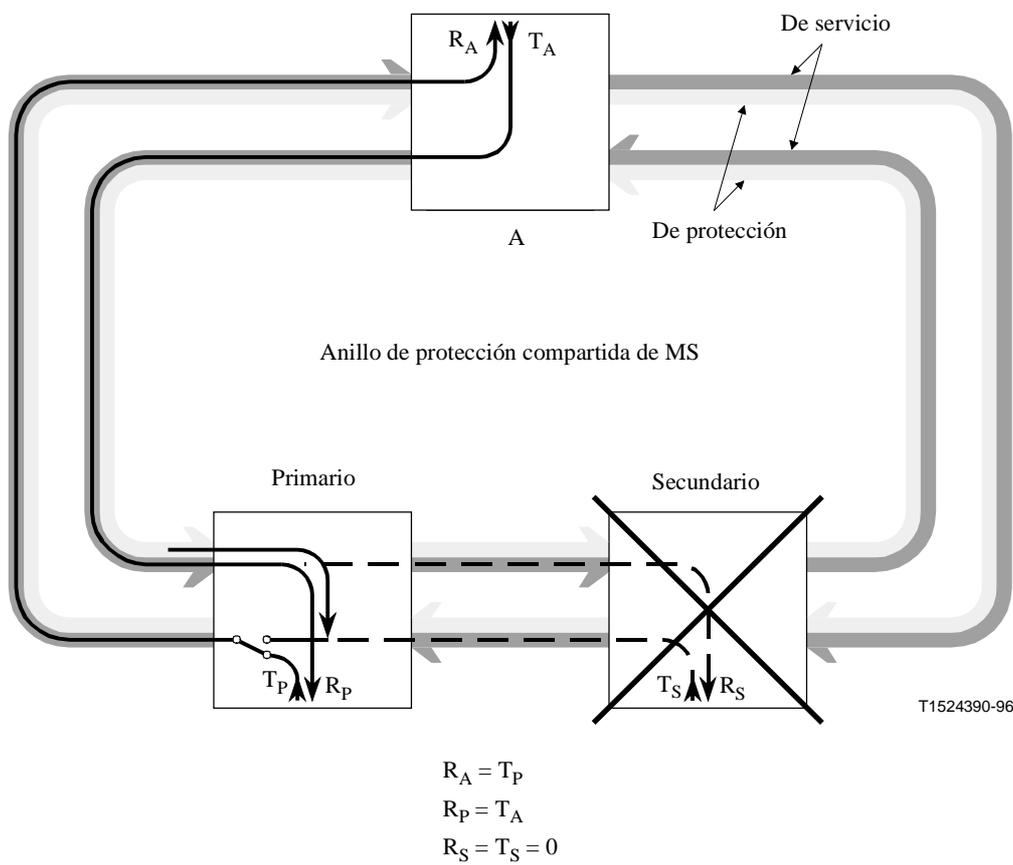
**Figura 4/G.842 – Interfuncionamiento de anillos con un anillo de protección compartida de MS**



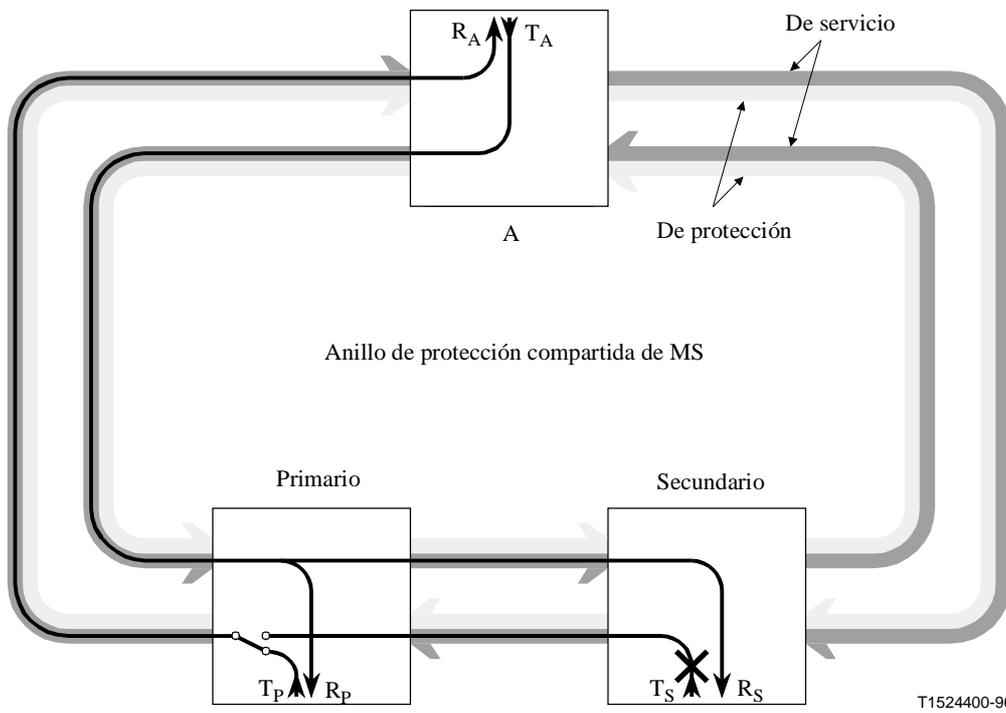
**Figura 5/G.842 – Respuesta de señal a cualquier fallo de anillo fuera de los nodos de terminación, primario o secundario (se muestra corte de cable entre nodo primario y nodo A)**



**Figura 6/G.842 – Respuesta de señal a fallo de nodo primario completo**

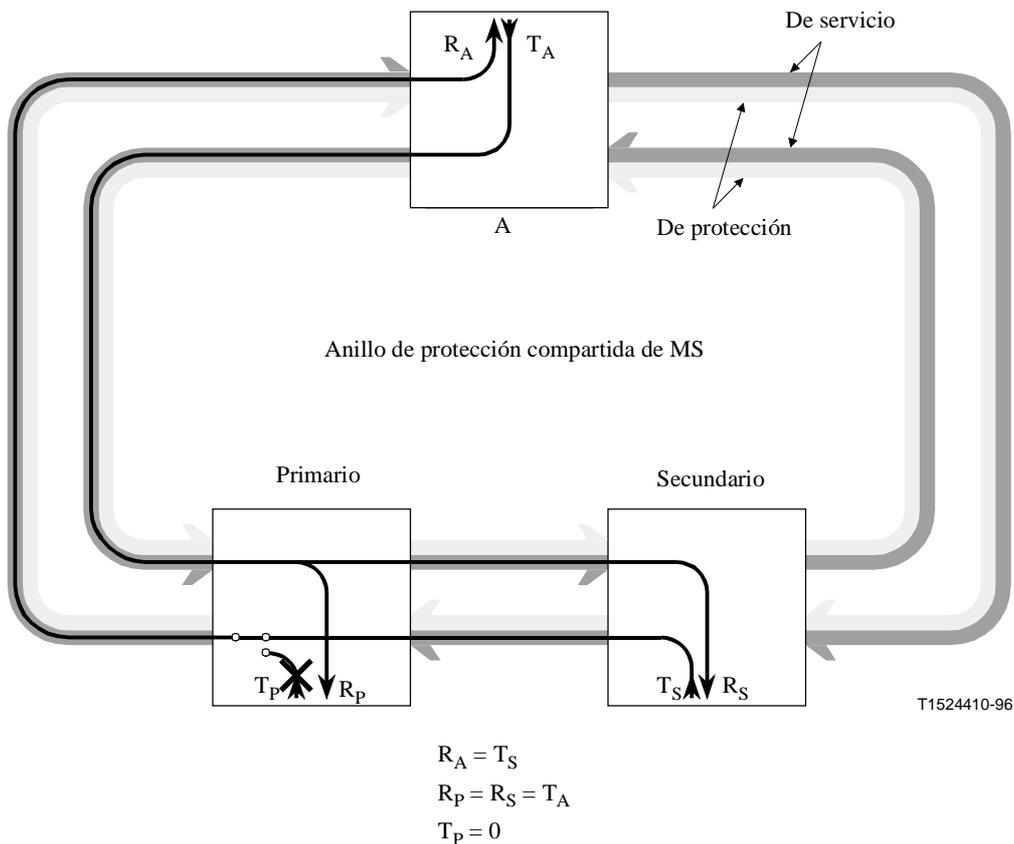


**Figura 7/G.842 – Respuesta de señal a fallo de nodo secundario completo**



$$\begin{aligned}
 R_A &= T_P \\
 R_P &= R_S = T_A \\
 T_S &= 0
 \end{aligned}$$

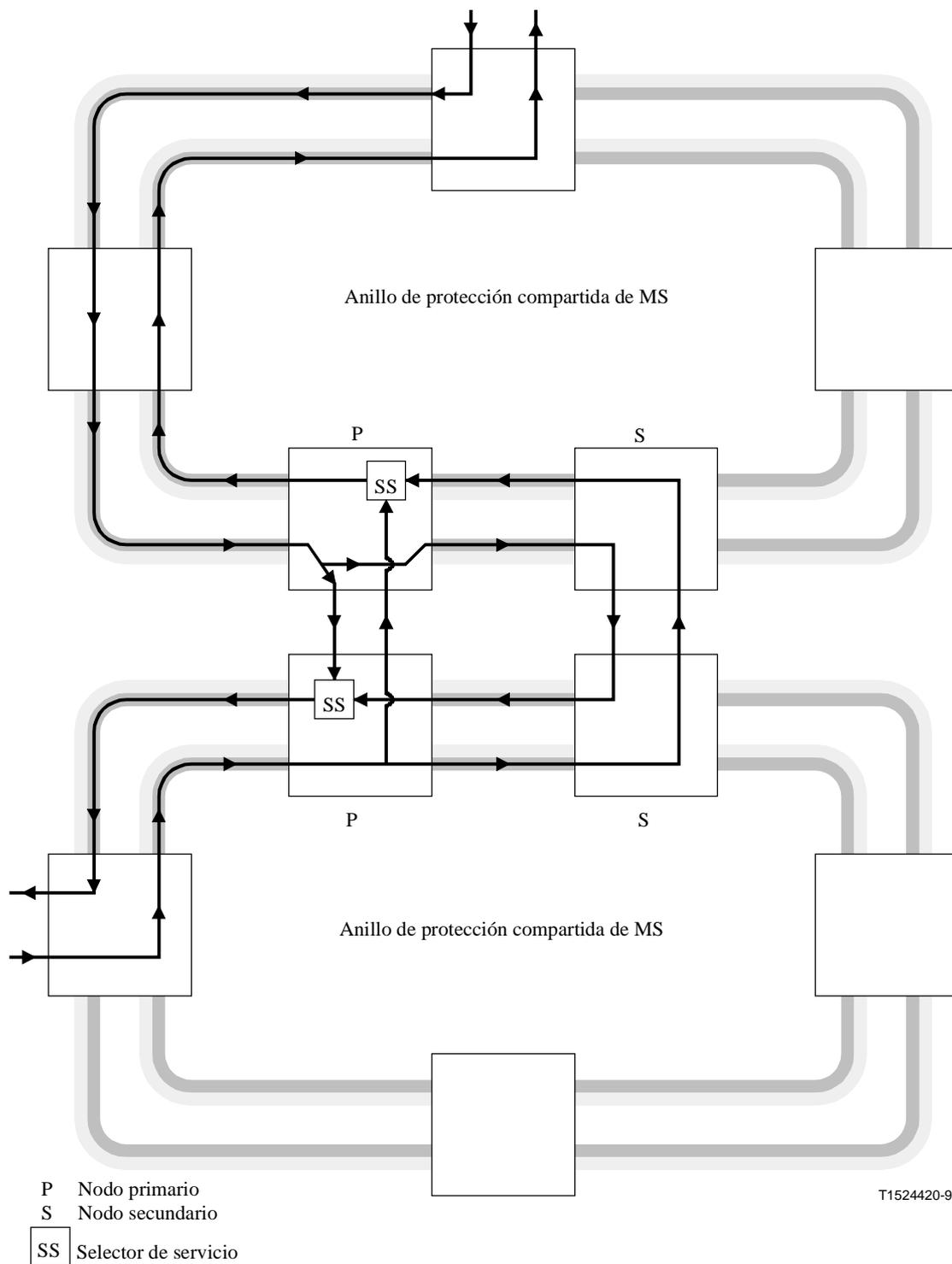
**Figura 8/G.842 – Fallo de transferencia de la transmisión en el nodo secundario**



**Figura 9/G.842 – Fallo de transferencia de la transmisión en el nodo primario**

### 6.2.2.1.1 Encaminamiento con todo el tráfico por canales de servicio

En el caso de la señal unidireccional transmitida desde el nodo A, el nodo dual primario la dirige hacia su propio interfaz y hacia la sección de multiplexión del nodo secundario. Esta función se denomina a menudo función de sustracción y continuación. En el otro sentido, el nodo primario selecciona, vía un selector de servicio, entre las transferencias a los nodos primario y secundario del otro anillo y transmite esa selección al nodo de terminación superior. Las interconexiones se producen al nivel eléctrico de la STM-1 o al nivel óptico de la STM-N. La asignación de canal en la sección de multiplexión utilizada entre los nodos secundario y primario es la misma que se utiliza entre los nodos primario y de terminación. Las figuras 10 y 11 dan dos ejemplos de interfuncionamiento de anillos. El interfuncionamiento de un anillo de protección compartida de MS con un anillo de SNCP de orden inferior quizá requiera un estudio ulterior. Con los criterios de conmutación de 6.2.2.3 y la lógica de silenciamiento de 6.2.2.4, esta arquitectura de interconexión proporciona protección contra el fallo de uno o ambos nodos interconectantes (cada uno de ellos en anillos diferentes, pero en la misma interconexión), o la conexión entre los dos nodos interconectantes. Además, la arquitectura de interconexión no precisa de señalización entre anillos.



**Figura 10/G.842 – Interfuncionamiento de anillos entre dos anillos de protección compartida de MS**



### **6.2.2.1.2 Encaminamiento con tráfico continuo por canales de protección entre los nodos primario y secundario**

A continuación se exponen algunos factores de carácter general asociados a la utilización de anchura de banda de protección para la interconexión de anillos. Los detalles relativos al interfuncionamiento de anillos con anchura de banda de protección quedan en estudio.

Este método alternativo al interfuncionamiento de anillos aprovecha la anchura de banda de protección entre los nodos de interfuncionamiento de anillos primario y secundario para resolver la cuestión de la capacidad que se plantea cuando se utiliza la función de sustracción y continuación junto con un selector de servicio para la interconexión de anillos en un anillo de protección compartida de MS. Esto es lo que se ilustra en la figura 12. La cuestión se refiere al pronto agotamiento de la anchura de banda entre los nodos primario y secundario cuando se utiliza sólo anchura de banda de servicio para la función de sustracción y continuación junto con un selector de servicio.

El problema se puede ilustrar mediante la figura 10, en la que se muestran dos anillos de protección compartida de MS interconectados. Los dos nodos de anillos interconectantes de cada anillo de protección compartida de MS utilizan la anchura de banda de servicio para el circuito adicional entre ambos que permite el interfuncionamiento de anillos binodos, es decir, la combinación de la porción "continuación" de la función de sustracción y continuación (del nodo primario al nodo secundario), junto con la aportación duplicada procedente del otro anillo (del nodo secundario al selector de servicio del nodo primario). A este circuito adicional se le llama circuito secundario.

Aprovechando la anchura de banda de protección entre los nodos de la interconexión del anillo de protección compartida de MS, se consume menos anchura de banda de servicio, en comparación con el método consistente en utilizar solamente anchura de banda de servicio para la interconexión de los anillos. Por ejemplo, cualquiera de los circuitos secundarios de la figura 10, o ambos, puede utilizar la anchura de banda de protección entre los nodos primario y secundario en vez de utilizar la anchura de banda de servicio. La anchura de banda de protección entre los nodos primario y secundario de un anillo de protección compartida de MS puede utilizarse incluso si el otro anillo interconectado es un anillo de SNCP (véase la figura 11).

Son posibles las siguientes opciones de interfuncionamiento de anillos utilizando combinaciones de anchuras de banda de servicio y protección entre nodos de anillos interconectantes (es decir, entre los nodos primario y secundario):

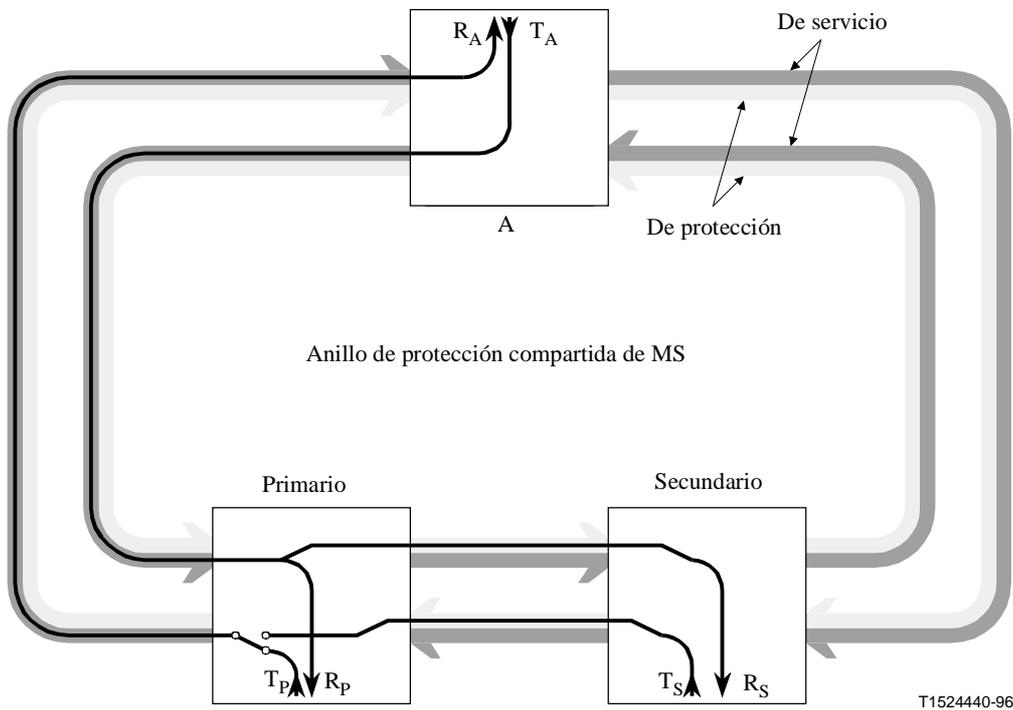
- a) interconexión de anillos utilizando anchura de banda de servicio únicamente;
- b) interconexión de anillos utilizando anchura de banda de servicio en uno de los anillos y anchura de banda de protección en el otro; y
- c) interconexión de anillos utilizando anchura de banda de protección en ambos anillos.

Estas opciones de interfuncionamiento de anillos se pueden utilizar en anillos interconectados con encaminamiento por el mismo lado o por lados opuestos. En la figura 10 se ilustra el encaminamiento por el mismo lado mientras que en la figura 6 se ilustra el encaminamiento por lados opuestos. Obsérvese que el encaminamiento por el mismo lado requiere dos circuitos adicionales, o circuitos secundarios, es decir, uno por anillo para el interfuncionamiento de nodo doble (véase la figura 10), mientras que el encaminamiento por lados opuestos sólo requiere un circuito adicional o circuito secundario (véase la figura 13). En el anillo inferior de la figura 13, el tráfico pasa ya a través del nodo primario y del nodo secundario para el interfuncionamiento de anillos de lados opuestos; esto se denomina circuito de servicio. Para el encaminamiento por lados opuestos sólo se utiliza anchura de banda adicional para un circuito secundario en uno de los anillos (por ejemplo, el anillo superior de la figura 13).

Utilizando sólo anchura de banda de servicio se obtiene la máxima capacidad de supervivencia. Si se puede tolerar una menor capacidad de supervivencia, es posible utilizar ciertas opciones que aprovechan la anchura de banda de protección entre nodos de anillos interconectantes, incluyendo:

- a) el interfuncionamiento de anillos del mismo lado con un circuito secundario en servicio y un circuito secundario de protección;
- b) el interfuncionamiento de anillos del mismo lado con ambos circuitos secundarios de protección;
- c) el interfuncionamiento de anillos de lados opuestos con el circuito de servicio en servicio y el circuito secundario de protección.

No se recomienda asignar anchura de banda del circuito de servicio al de protección en el interfuncionamiento de anillos de lados opuestos.



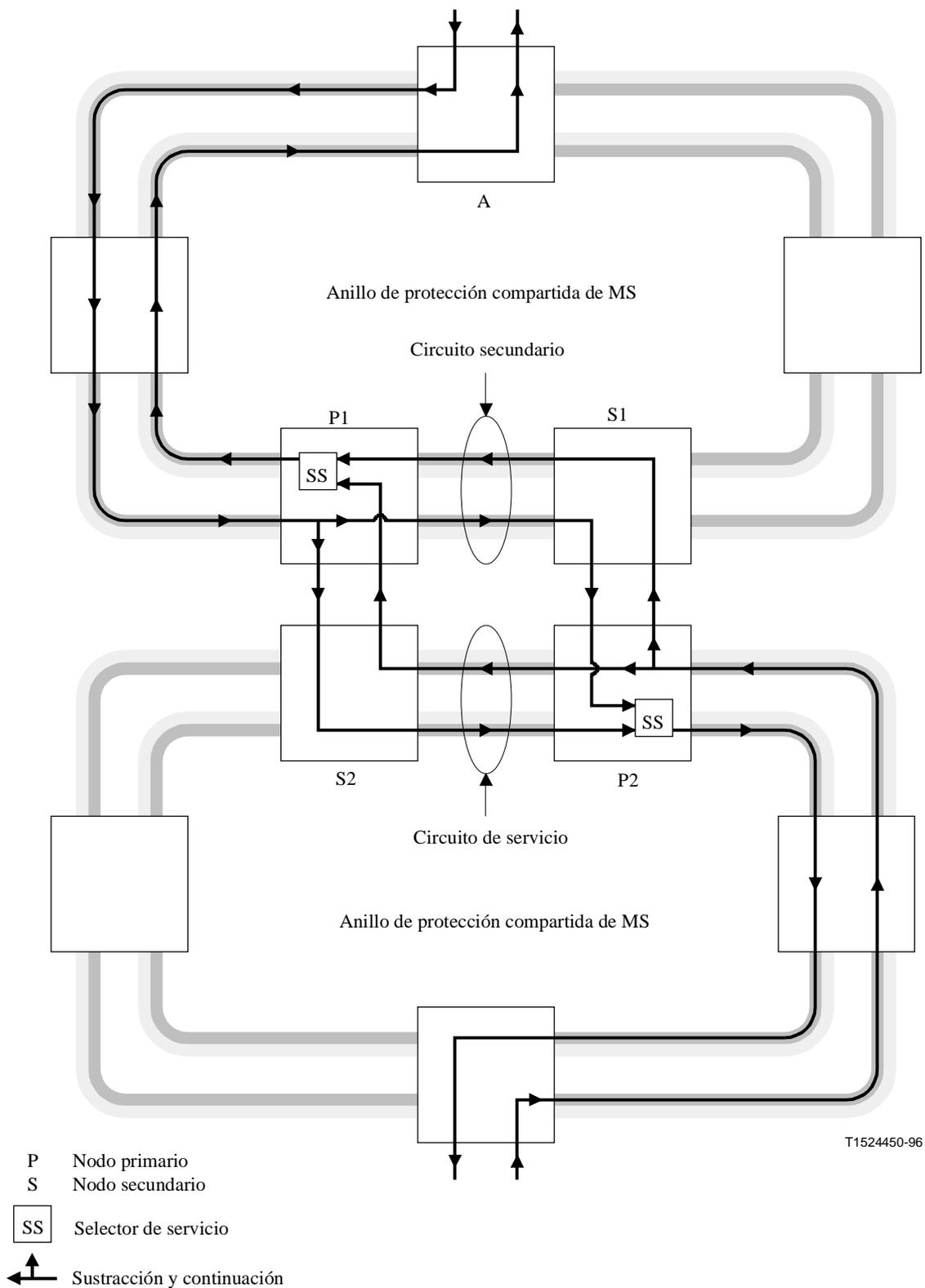
Estado libre de fallos nominal de afluente A-Z en anillo de protección compartida de MS:

$$R_P = R_S = T_A$$

$$R_A = T_P = (T_S)$$

Asignación de afluente para conexión secundaria = Afluente de protección para trayecto en servicio.

**Figura 12/G.842 – Interfuncionamiento de anillos utilizando capacidad de protección**

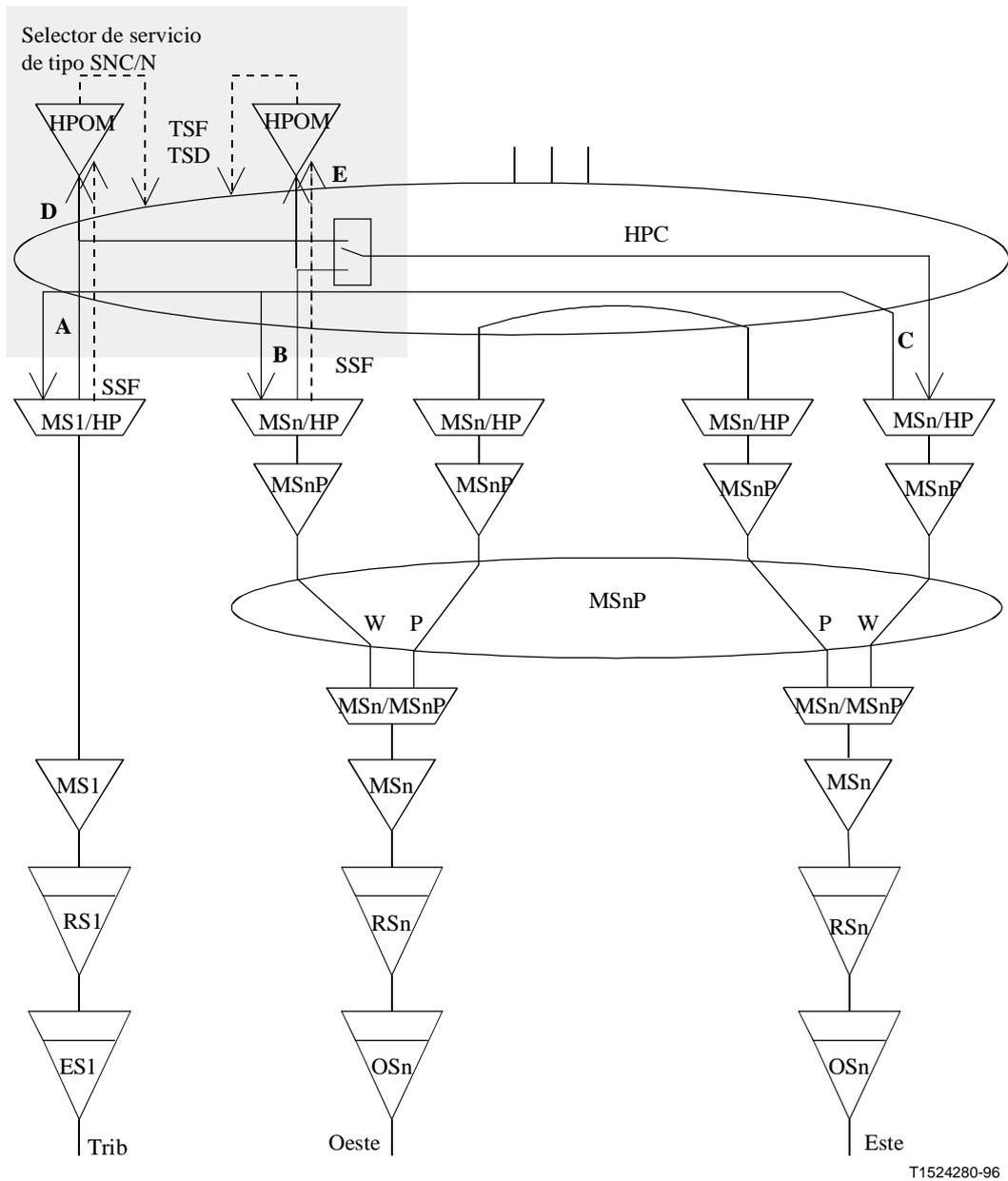


**Figura 13/G.842 – Interfuncionamiento de anillos entre dos anillos de protección compartida de MS, con encaminamiento por lados opuestos**

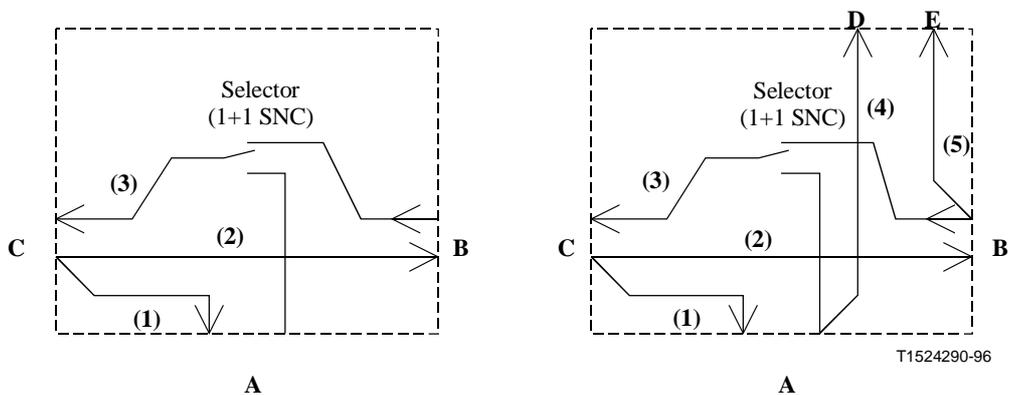
### 6.2.2.2 Modelo funcional

Las figuras 14 y 15 ilustran el modelo funcional asociado a un nodo primario de un anillo de protección compartida de MS. En este ejemplo, se conecta una señal STM-1 eléctrica en el lado





**Figura 15/G.842 – Ejemplo de modelo funcional para elemento de red con selector de servicio de tipo SNC/N**



**Figura 16/G.842 – Conectividad de HPC de selector de servicio**

### 6.2.2.3 Criterios de conmutación y funcionamiento

En el nodo primario se utiliza un selector de servicio para seleccionar el mejor de dos afluentes entrantes, a saber, el afluente de la línea interconectante o el afluente del nodo secundario. Los selectores de servicio actúan en función de criterios de capa de trayecto. En el cuadro 1 se indica la jerarquía de las condiciones para que se inicie la conmutación de selección de servicio de anillo de protección compartida de MS. La jerarquía que provoca la conmutación debe elegir la señal que resulte menos afectada por los múltiples fallos que se producen a diferentes niveles en el mismo trayecto.

**Cuadro 1/G.842 – Jerarquía de las condiciones para el selector de servicio (nota 3)**

Condición	Prioridad (nota 1)
AIS, LOP, defecto UNEQ, TIM (opcional) o fallo de señal de servidor (nota 2)	1 (fallo grave)
Defecto de error excesivo (opcional)	2 (fallo grave)
Degradación de señal	3
NOTA 1 – La prioridad más alta (1) corresponde a la peor degradación y la prioridad más baja (3) corresponde a la menor degradación.	
NOTA 2 – El fallo de señal de servidor se produce como resultado de defectos de sección, por ejemplo, LOS, LOF.	
NOTA 3 – En el caso de SNC/I, sólo son aplicables AIS, LOP, o fallo de señal de servidor.	

El selector de servicio deberá ser capaz de funcionar de manera reversiva o no reversiva. Para tener un estado libre de fallos conocido, quizá convenga hacer que el selector de servicios sea reversivo. Cuando se presenten condiciones de gravedad idéntica en ambos afluentes entrantes, el selector de servicio seleccionará la ruta preferida en caso de funcionamiento reversivo, o la ruta vigente (es decir, la ruta activa o la seleccionada en esos momentos) en caso de funcionamiento no reversivo. Esto es algo que puede estar sujeto a un tiempo de obtención.

En una revisión futura, cuando las Recomendaciones G.841 y G.783 y la presente Recomendación estén armonizadas, el cuadro 1 podrá ser sustituido por una referencia a las Recomendaciones G.841 y G.783.

### 6.2.2.4 Lógica de silenciamiento

En el caso de fallo del nodo primario, la conexión de la señal entre la terminación A y el nodo secundario se mantiene. Esto se llama una conexión secundaria.

El anillo de la protección compartida del MS que proporciona el tipo de interfuncionamiento de anillos que aquí se describe ha de ser disponible canal por canal, para permitir una conexión secundaria o el silenciamiento del tráfico si se produce un fallo de nodo, según lo requerido por la aplicación y el circuito de que se trate. El silenciamiento para un circuito de interfuncionamiento de anillos se basa simplemente en el fallo de cualquiera de los puntos de extremo del circuito interconectado, ya que un nodo conmutante sólo debe silenciar el canal de la figura 4 si falla el nodo A o falla el nodo secundario. Obsérvese que si falla el nodo secundario y el nodo primario es el nodo conmutante, el primario silencia bidireccionalmente con respecto a la señal hacia el nodo secundario, pero se mantiene la conexión bidireccional del nodo primario al nodo A.

Las reglas de la lógica de silenciamiento cuando se interfunciona utilizando la capacidad de protección quedan en estudio.

## **6.2.3 Interfuncionamiento de anillos con un anillo de SNCP**

### **6.2.3.1 Arquitectura**

La figura 17 muestra la arquitectura de interfuncionamiento de anillos de SNCP. Para cada sentido de la transmisión, la señal es alimentada doblemente desde el nodo fuente en torno a ambos lados del anillo. Cuando cada una de las señales alimentadas doblemente incide en un nodo de interconexión, se sustrae en ese nodo y continúa hacia el otro nodo de interconexión utilizando la función de sustracción y continuación. De esta manera, cada nodo de interconexión puede seleccionar de entre dos señales enviadas de modo diferente en torno al anillo. La salida del selector de cada nodo de interconexión se transmite a continuación al segundo anillo. Cada uno de los nodos de interconexión del segundo anillo toma su correspondiente señal y la transmite hacia el nodo sumidero, lejos del otro nodo de interconexión. Por último, el nodo sumidero efectúa la selección entre las dos señales de los dos sentidos en torno al anillo.

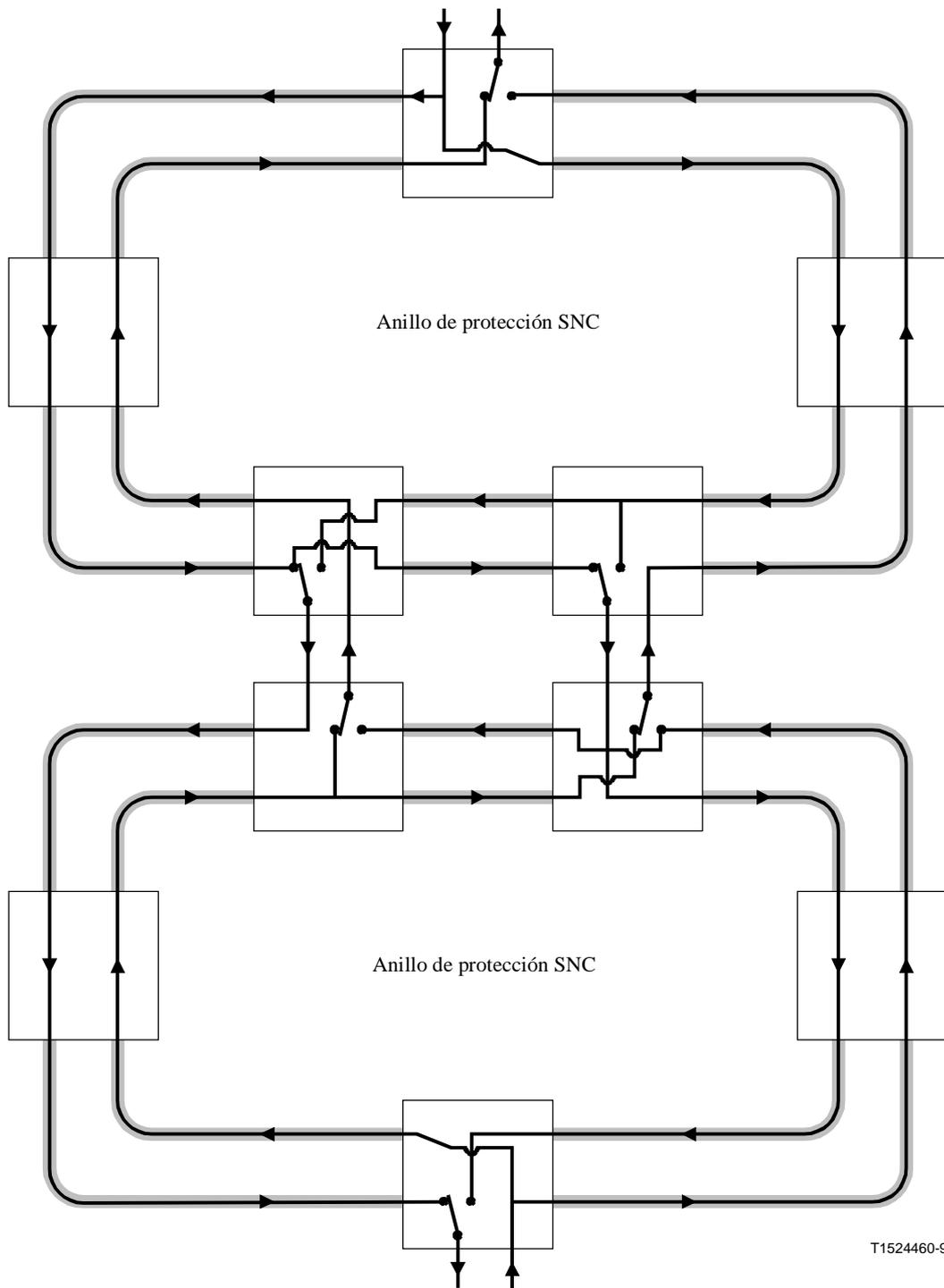
Dada la simetría de este esquema, los dos nodos de interconexión son totalmente equivalentes.

El interfuncionamiento entre anillos de SNCP de orden superior y anillos de SNCP de orden inferior queda en estudio.

En las figuras 18 a 23 se muestran algunos ejemplos de reconfiguración en caso de fallo:

- la figura 18 muestra un fallo de tramo bidireccional en un anillo;
- la figura 19 muestra un fallo bidireccional de un enlace de interconexión;
- la figura 20 muestra un fallo nodal en un punto de interconexión;
- la figura 21 muestra un fallo bidireccional entre nodos interconectantes en el mismo anillo;
- las figuras 22 y 23 muestran fallos unidireccionales en cada sentido suponiendo funcionamiento unidireccional de SNCP.

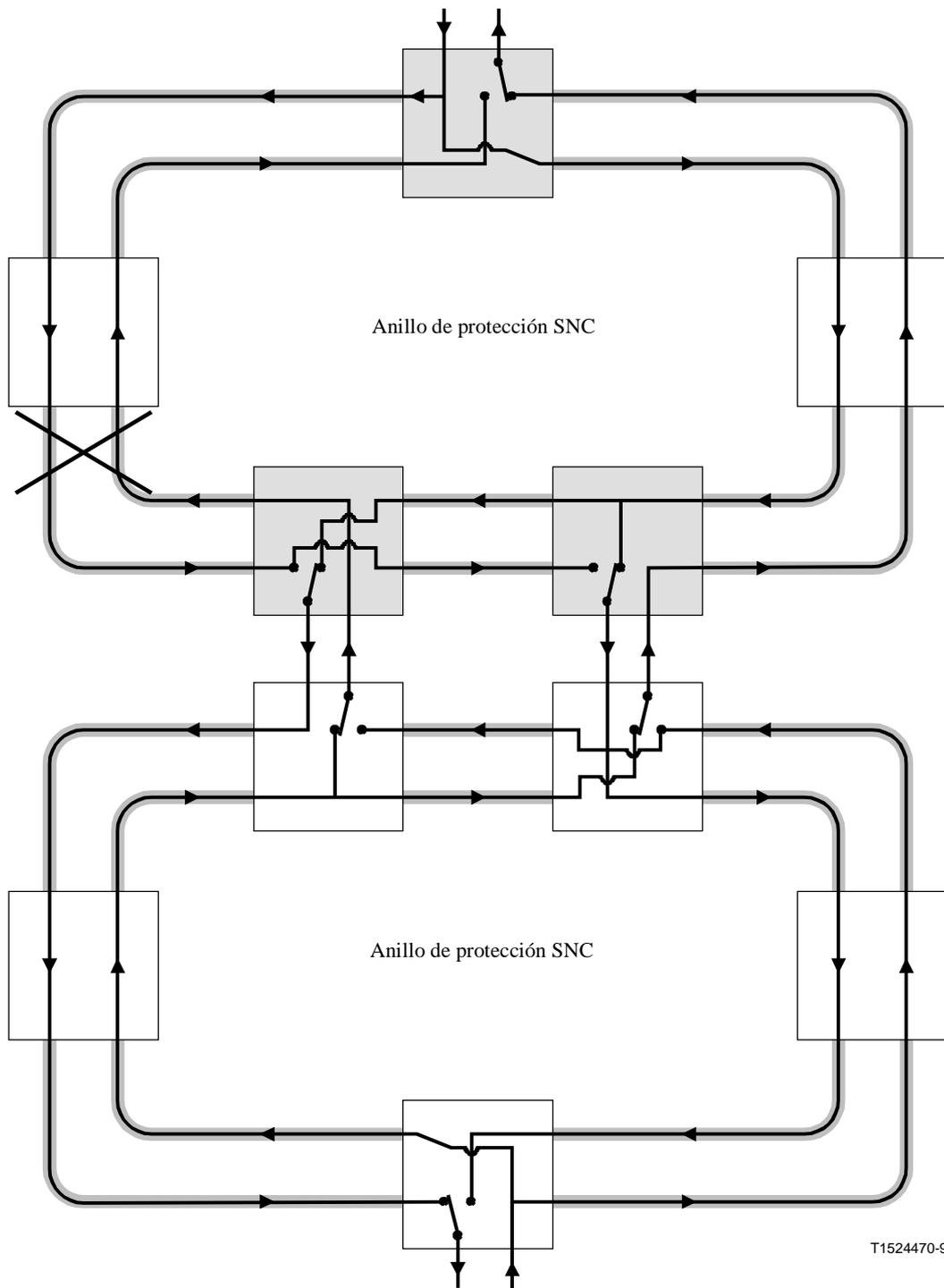
En cada una de las figuras, los nodos en los que debería producirse la conmutación para restablecer el tráfico de interfuncionamiento se muestran sombreados. Puesto que el momento de la conmutación difiere de un elemento de red a otro, son posibles distintas configuraciones finales (véase la cláusula 8).



T1524460-96

 Selector de trayecto

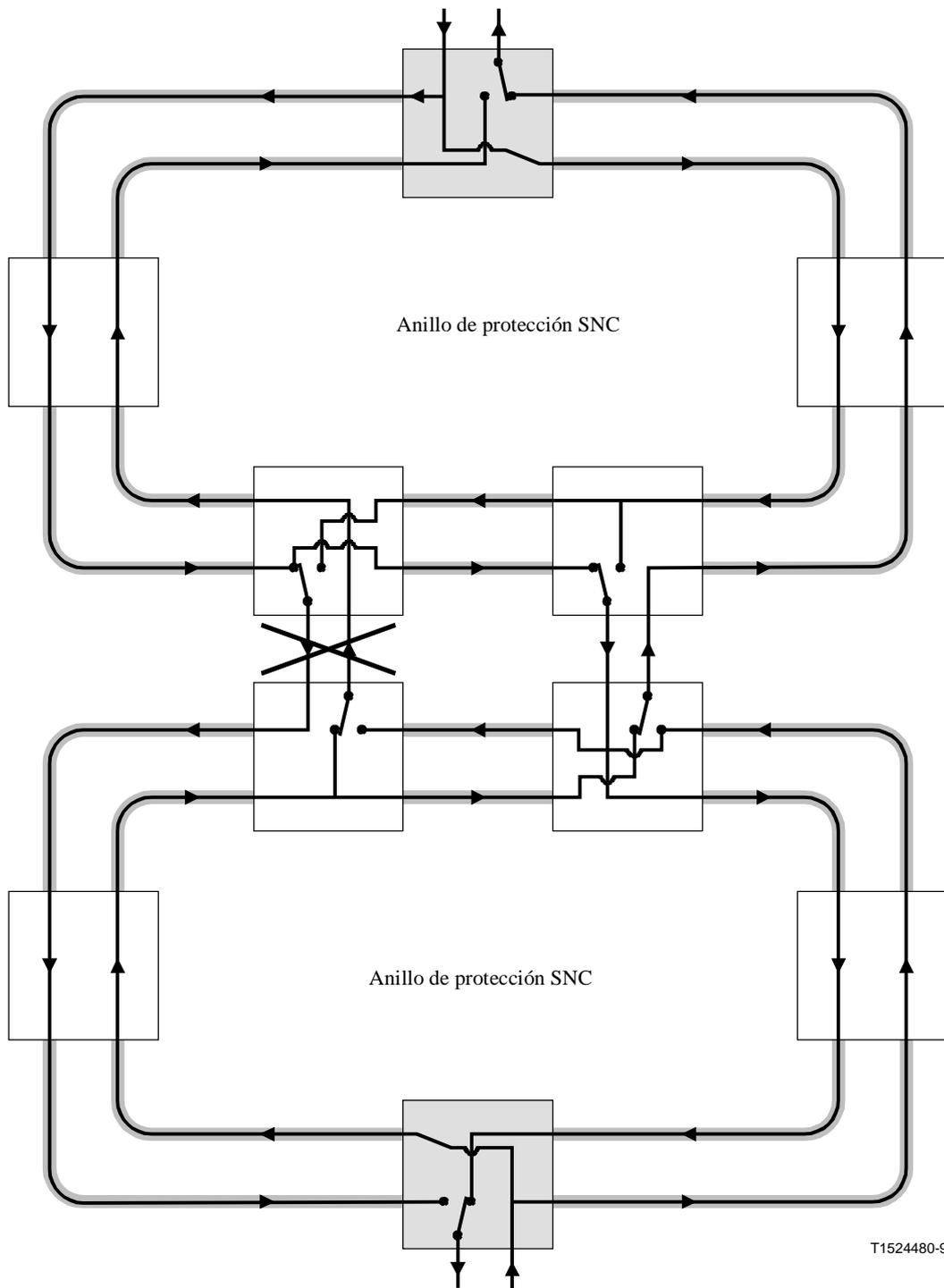
**Figura 17/G.842 – Arquitectura de interfuncionamiento de anillos de SNCP**



T1524470-96

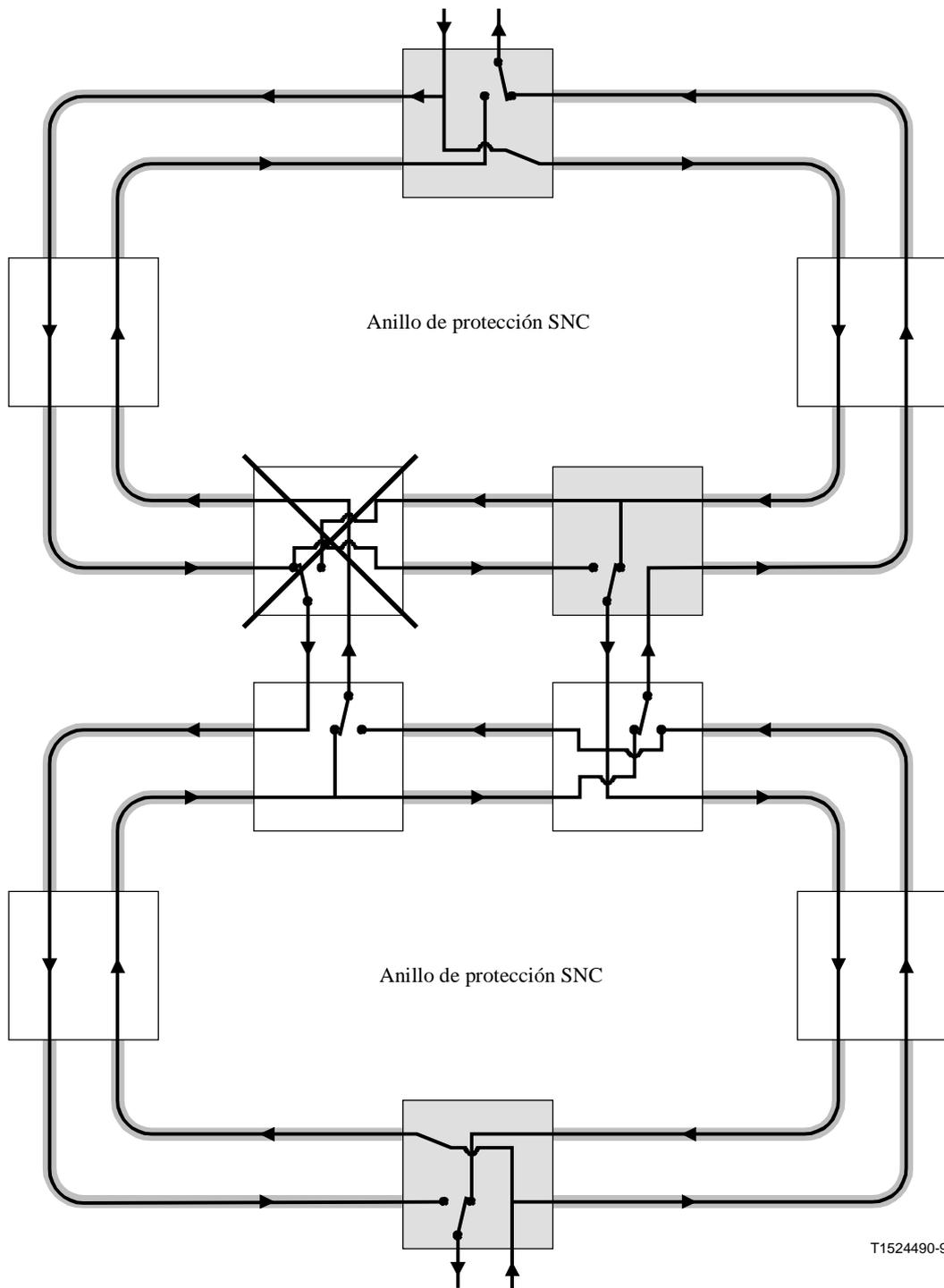
 Selector de trayecto

**Figura 18/G.842 – Interfuncionamiento entre anillos de SNCP:  
fallo bidireccional en un anillo**



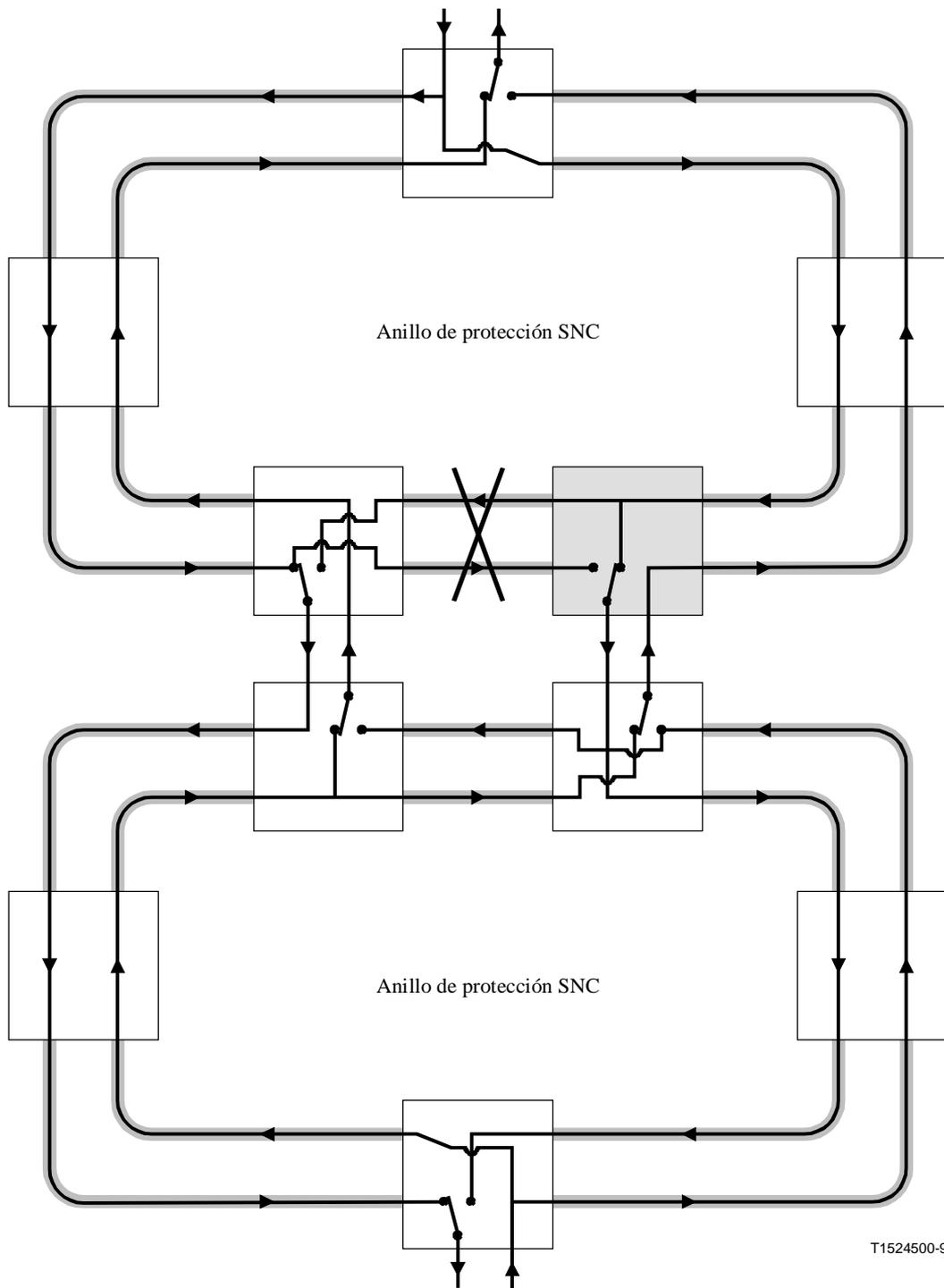
 Selector de trayecto

**Figura 19/G.842 – Interfuncionamiento entre anillos de SNCP:  
fallo bidireccional de un punto de interconexión**



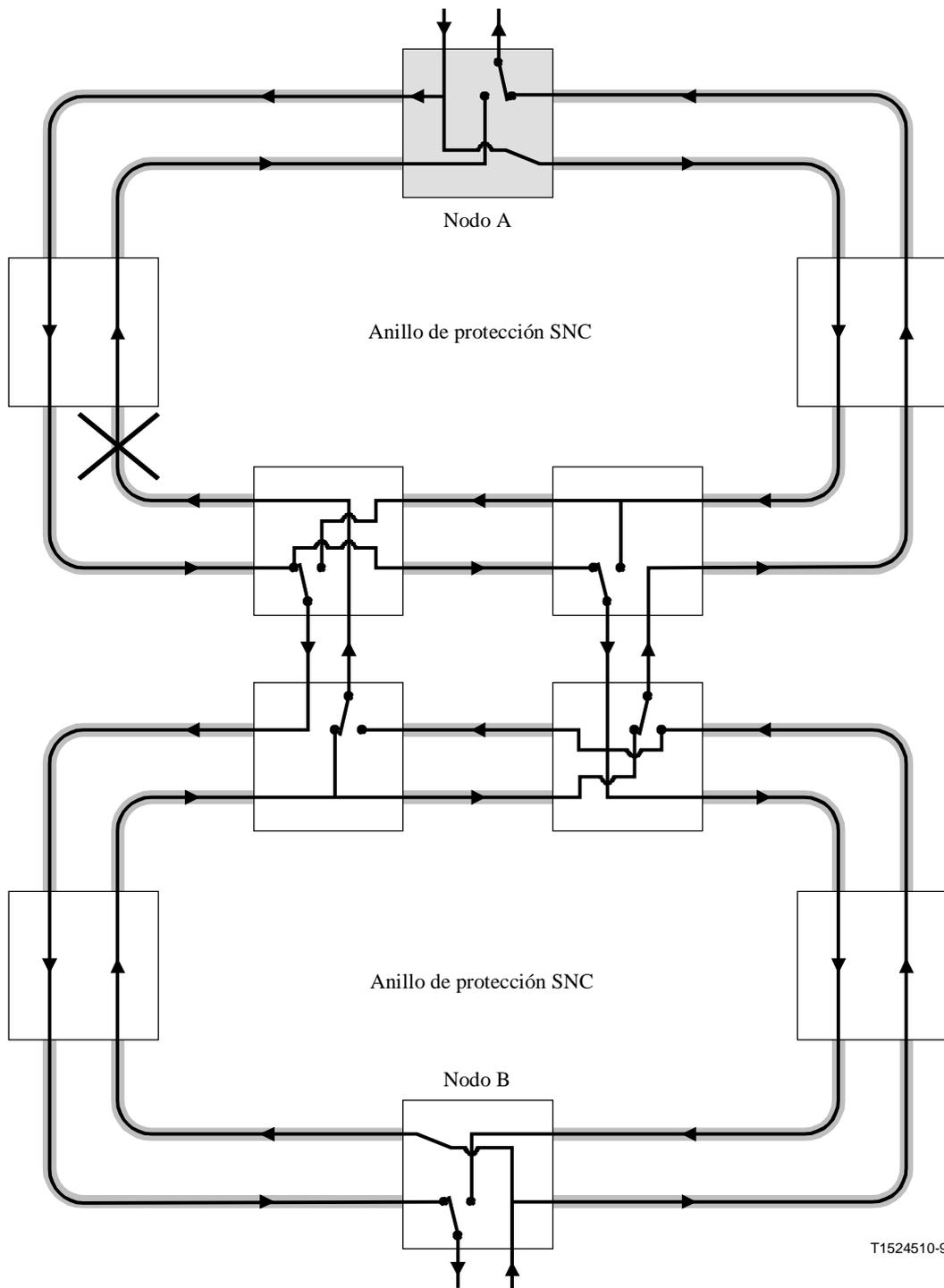

 Selector de trayecto

**Figura 20/G.842 – Interconexión entre anillos de SNCP:  
fallo de un nodo de interconexión**



 Selector de trayecto

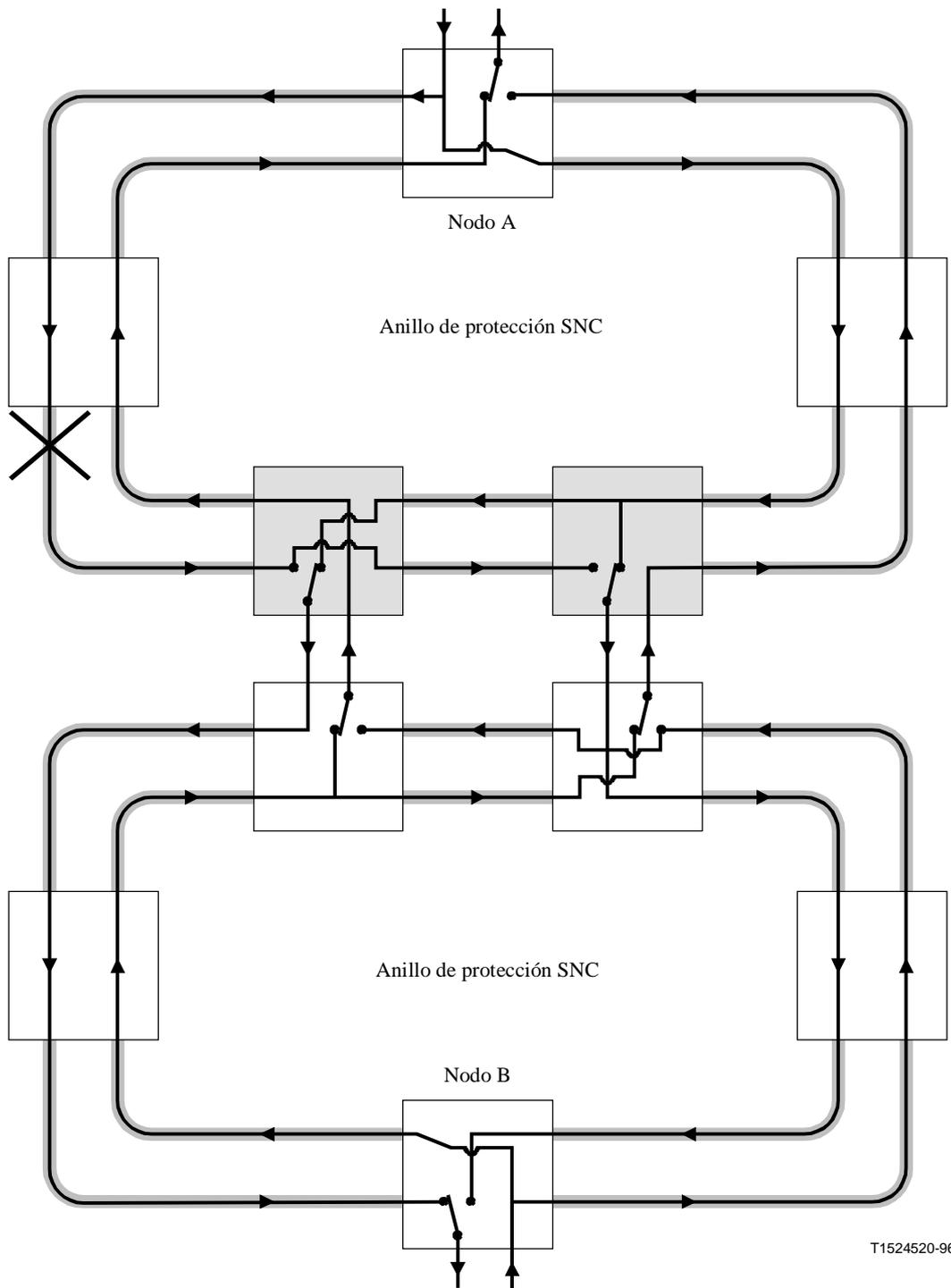
**Figura 21/G.842 – Interfuncionamiento entre anillos de SNCP: fallo bidireccional entre nodos interconectantes en el mismo anillo**



T1524510-96

 Selector de trayecto

**Figura 22/G.842 – Interfuncionamiento entre anillos de SNCP:  
fallo unidireccional de nodo B a nodo A**



T1524520-96

 Selector de trayecto

**Figura 23/G.842 – Interfuncionamiento entre anillos de SNCP:  
fallo unidireccional de nodo A a nodo B**

### 6.2.3.2 Modelo funcional

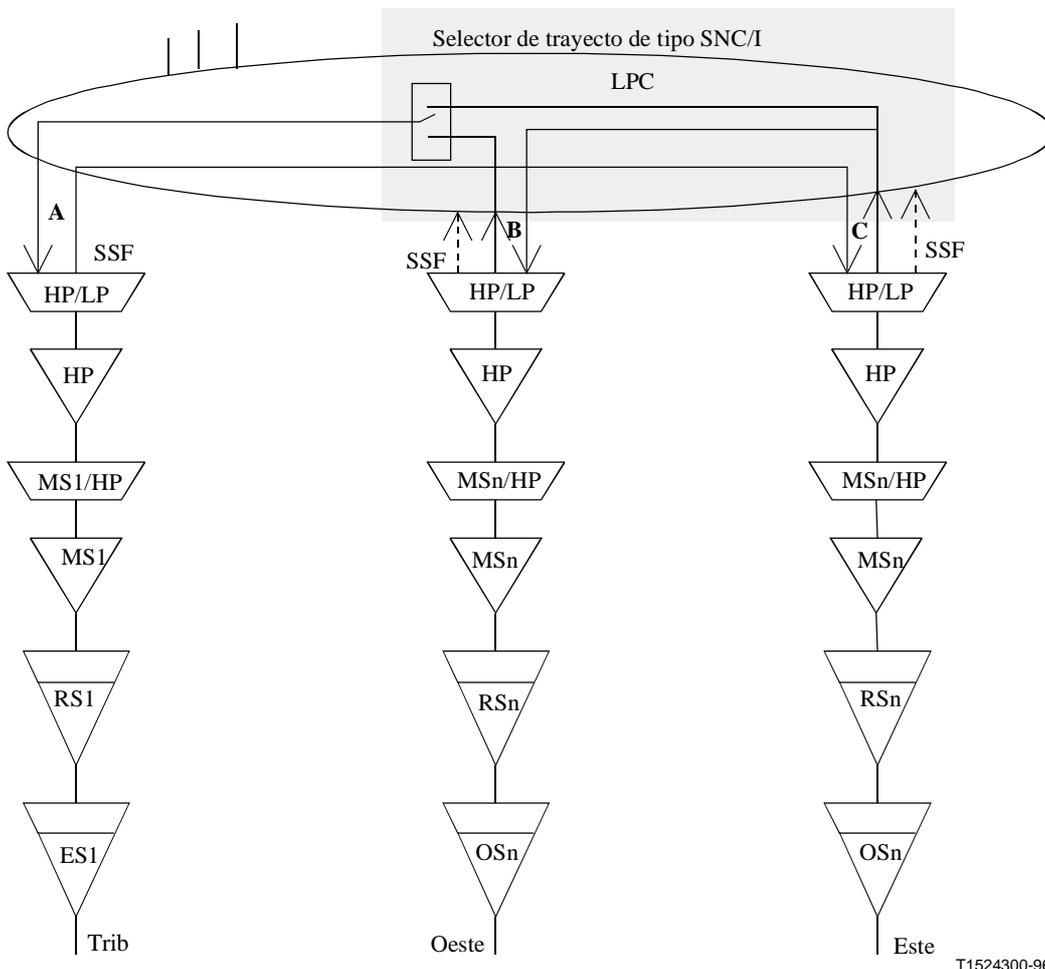
Las figuras 24 y 25 ilustran el modelo funcional asociado a un nodo interconectante de un anillo protegido de SNC de LO. En este ejemplo, se conecta una señal STM-1 eléctrica en el lado afluente del equipo ADM y se conectan dos señales STM-N ópticas a ambos lados, oeste y este, de la línea.

Un LOVC de la señal STM-N este tiene una relación de protección 1+1 SNC con un LOVC de la señal STM-N oeste; la señal LOVC seleccionada se conecta a la señal STM-1. En el otro sentido, el LOVC asociado en la señal STM-1 se conecta a la señal STM-N este. El LOVC recibido en la señal STM-N este se conecta también a la señal STM-N oeste.

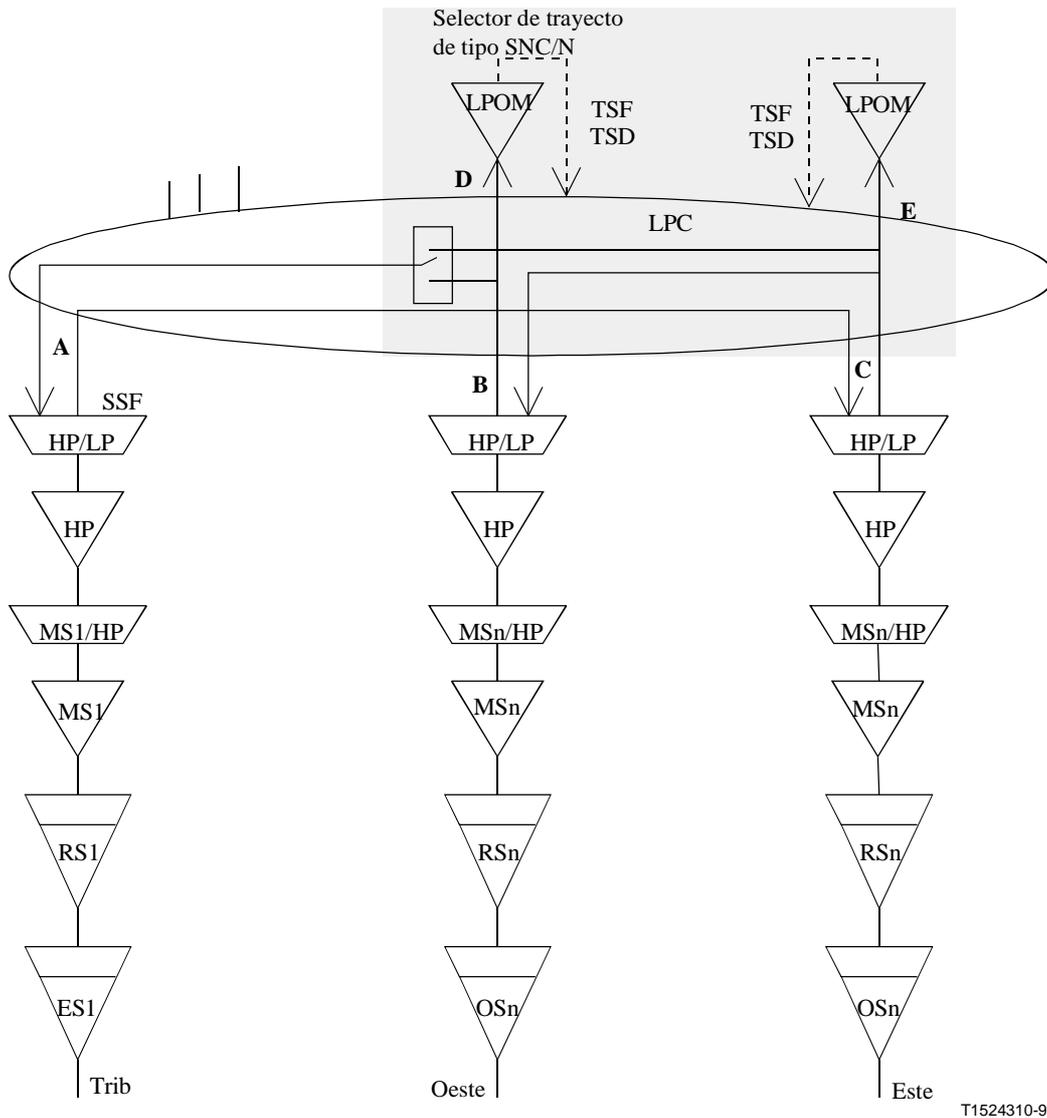
En el caso de protección SNC/N (figura 25), las señales LOVC de las señales STM-N este y oeste se conectan también a las interfaces con una función LPOM.

La figura 26 ilustra las conexiones matriciales en la LPC que constituyen el "selector de trayecto". En el caso de SNC/I se necesitan tres conexiones matriciales: (1) .. (3). En el caso de SNC/N se necesitan cinco conexiones matriciales: (1) .. (5).

NOTA – Las interfaces A, B, C, D y E de la LPC de la figura 26 representan las mismas interfaces que en las figuras 16 y 24.

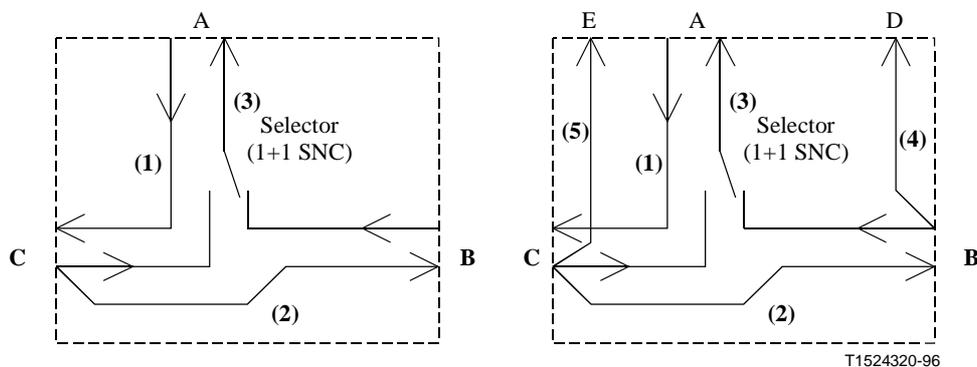


**Figura 24/G.842 – Ejemplo de modelo funcional para elemento de red con selector de trayecto de tipo SNC/I**



T1524310-96

**Figura 25/G.842 – Ejemplo de modelo funcional para elemento de red con selector de trayecto de tipo SNC/N**



T1524320-96

**Figura 26/G.842 – Conectividad de LPC de selector de trayecto**

### **6.2.3.3 Criterios de conmutación y funcionamiento**

Los criterios de conmutación para el selector de trayecto en interfuncionamiento de protección SNCP es el mismo que para el selector de servicio en el interfuncionamiento de anillos de protección compartida de MS. Véase 6.2.2.3.

### **6.2.4 Anillos múltiples**

(Un asunto que se puede describir aquí es la mezcla de tráfico que es acoplado de nodo doble con un tráfico que es acoplado de un solo nodo. Otro asunto es el interfuncionamiento de anillos que transfieren tráfico de VC de LO a anillos que incorporan ese tráfico en arquitecturas de SNC de HO o anillos de protección compartida de MS.)

## **7 Interfuncionamiento entre capas de red**

[Esta cláusula describe el interfuncionamiento entre aplicaciones de protección en capas diferentes de la red (por ejemplo, entre anillos de protección compartida de MS y protección de camino del VC).]

## **8 Conflictos entre conmutadores**

Se admite que pueden surgir problemas debido a conflictos entre conmutadores de protección de las arquitecturas de protección en interfuncionamiento. Los conflictos pueden producirse entre capas o dentro de una capa y pueden dar lugar a que se introduzcan múltiples perturbaciones en los conmutadores y a que se queden en un estado indeterminado. El resultado de las acciones de conmutación que entran en conflicto depende de la velocidad relativa del funcionamiento de los conmutadores de protección y del retardo de transmisión relativo por rutas alternativas. Estos problemas pueden solucionarse utilizando tiempos de obtención o definiendo posiciones por defecto para los conmutadores (que requerirían funcionamiento reversivo) en ausencia de fallos.

La definición detallada de estos problemas y la exploración de posibles soluciones quedan en estudio.



## **SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T**

- Serie A Organización del trabajo del UIT-T
- Serie B Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
- Serie C Estadísticas generales de telecomunicaciones
- Serie D Principios generales de tarificación
- Serie E Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
- Serie F Servicios de telecomunicación no telefónicos
- Serie G Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales**
- Serie H Sistemas audiovisuales y multimedios
- Serie I Red digital de servicios integrados
- Serie J Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
- Serie K Protección contra las interferencias
- Serie L Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
- Serie M RGT y mantenimiento de redes: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
- Serie N Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
- Serie O Especificaciones de los aparatos de medida
- Serie P Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
- Serie Q Conmutación y señalización
- Serie R Transmisión telegráfica
- Serie S Equipos terminales para servicios de telegrafía
- Serie T Terminales para servicios de telemática
- Serie U Conmutación telegráfica
- Serie V Comunicación de datos por la red telefónica
- Serie X Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
- Serie Z Lenguajes de programación