الاتحـــــاد الدولـــــي للاتصـــــالات

ITU-T G.808.1

(2006/03)

قطـــاع تقييس الاتصـــالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

الشبكات الرقمية – جوانب عامة

تبديل الحماية التنوعي – الحماية الخطية للمسارات والشبكات الفرعية

التوصيـــة ITU-T G.808.1

توصيات السلسلة G الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

التوصيلات والدارات الهاتفية الدولية	G.199–G.100
الخصائص العامة المشتركة لكل الأنظمة التماثلية بموجات حاملة	G.299–G.200
الخصائص الفردية للأنظمة الهاتفية الدولية بموجات حاملة على خطوط معدنية	G.399–G.300
الخصائص العامة للأنظمة الهاتفية الدولية اللاسلكية، أو الساتلية والتوصيل البيني مع الأنظمة على خطوط معدنية	G.449–G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة على الخطوط	G.499–G.450
خصائص وسائط الإرسال	G.699–G.600
تجهيزات مطرافية رقمية	G.799–G.700
الشبكات الرقمية	G.899–G.800
جوانب عامة	**G.809–G.800**
أهداف تصميم الشبكات الرقمية	G.819–G.810
أهداف النوعية والتيسر	G.829–G.820
مقدرات الشبكة ووظائفها	G.839–G.830
خصائص الشبكات ذات التراتب الرقمي المتزامن	G.849–G.840
إدارة شبكة النقل	G.859–G.850
تكامل الأنظمة الساتلية والراديوية ذات التراتب الرقمي المتزامن	G.869–G.860
شبكات النقل البصرية	G.879–G.870
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999–G.900
نوعية الخدمة والأداء – جوانب تنوعية وجوانب خاصة بالمستعمل	G.1999–G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999–G.6000
المعطيات على طبقة النقل – جوانب عامة	G.7999–G.7000
جوانب بروتوكول الإثرنت على طبقة النقل	G.8999–G.8000
شبكات النفاذ	G.9999–G.9000

لمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع إلى قائمة التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات.

التوصيـــة ITU-T G.808.1

تبديل الحماية التنوعي – الحماية الخطية للمسارات والشبكات الفرعية

ملخَّص

تحدد هذه التوصية النماذج الوظيفية والخصائص والعمليات التنوعية التي ترتبط بمختلف مخططات الحماية الخطية لطبقات شبكات أسلوب التوصيل؛ مثل شبكات النقل البصري (OTN)، وشبكات التراتب الرقمي المتزامن (SDH) وشبكات أسلوب النقل اللاتزامني (ATM).

وتحدد أيضاً أهداف هذه المخططات وتطبيقاتها. ومخططات الحماية الموصوفة في هذه التوصية هي حماية المسار وحماية توصيل الشبكة الفرعية بالإضافة إلى عدة خيارات للمراقبة تتعلق بالإشارات الفردية. وتصف هذه التوصية أيضاً القدرة على الاستمرار التي يوفرها مخطط ضبط قدرة الوصلة (LCAS).

ويرد في توصيات أخرى تعريف النماذج الوظيفية والخصائص والعمليات التنوعية لمخططات حماية الحلقة وحماية الشبكة الفرعية ذات الوصلة البينية (مثل الحلقة).

المصدر

وافقت لجنة الدراسات 15 (2005-2008) لقطاع تقييس الاتصالات بتاريخ 29 مارس 2006 على التوصية ITU-T G.808.1 بموجب الإجراء المحدد في التوصية ITU-T A.8.

تمهيـــد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات. وقطاع تقييس الاتصالات (ITU-T) هو هيئة دائمة في الاتحاد الدولي للاتصالات. وهو مسؤول عن دراسة المسائل التقنية والمسائل المتعلقة بالتشغيل والتعريفة، وإصدار التوصيات بشأنها بغرض تقييس الاتصالات على الصعيد العالمي.

وتحدد الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات (WTSA)، التي تجتمع مرة كل أربع سنوات، المواضيع التي يجب أن تدرسها لجان الدراسات التابعة لقطاع تقييس الاتصالات وأن تُصدر توصيات بشأنها.

وتتم الموافقة على هذه التوصيات وفقاً للإجراء الموضح في القرار رقم 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

وفي بعض مجالات تكنولوجيا المعلومات التي تقع ضمن اختصاص قطاع تقييس الاتصالات، تعد المعايير اللازمة على أساس التعاون مع المنظمة الدولية للتوحيد القياسي (ISO) واللجنة الكهرتقنية الدولية (IEC).

ملاحظـــة

تستخدم كلمة "الإدارة" في هذه التوصية لتدل بصورة موجزة سواء على إدارة اتصالات أو على وكالة تشغيل معترف بها.

والتقيد بهذه التوصية اختياري. غير أنها قد تضم بعض الأحكام الإلزامية (بهدف تأمين قابلية التشغيل البيني والتطبيق مثلاً). ويعتبر التقيّد بهذه التوصية حاصلاً عندما يتم التقيّد بجميع هذه الأحكام الإلزامية. ويستخدم فعل "يجب" وصيغ ملزمة أخرى مثل فعل "ينبغي" وصيغها النافية للتعبير عن متطلبات معينة، ولا يعني استعمال هذه الصيغ أن التقيّد بهذه التوصية إلزامي.

حقوق الملكية الفكرية

يسترعي الاتحاد الانتباه إلى أن تطبيق هذه التوصية أو تنفيذها قد يستلزم استعمال حق من حقوق الملكية الفكرية. ولا يتخذ الاتحاد أي موقف من القرائن المتعلقة بحقوق الملكية الفكرية أو صلاحيتها أو نطاق تطبيقها سواء طالب بها عضو من أعضاء الاتحاد أو طرف آخر لا تشمله عملية إعداد التوصيات.

وعند الموافقة على هذه التوصية، لم يكن الاتحاد قد تلقى إخطاراً بملكية فكرية تحميها براءات الاختراع يمكن المطالبة بها لتنفيذ هذه التوصية. ومع ذلك، ونظراً إلى أن هذه المعلومات قد لا تكون هي الأحدث، يوصى المسؤولون عن تنفيذ هذه التوصية بالاطلاع على قاعدة المعطيات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2006

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز استنساخ أي جزء من هذه المنشورة بأي وسيلة كانت إلا بإذن خطي مسبق من الاتحاد الدولي للاتصالات.

جـــدول المحتـــويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 المصطلحات والتعاريف 1
4 المختصرات 6
5 الاصطلاحات 8
6 مفاهيم الحماية الفردية والحماية الجماعية 9
7 أنماط المعمارية 9
1.7 معمارية الحماية (1+1) 10
2.7 معمارية الحماية 1:n 10
3.7 معمارية الحماية m:m 12
4.7 معمارية الحماية $(1:1)^n$ 13
8 أنماط التبديل 15
9 أنماط التشغيل 16
10 أنماط البروتوكولات 16
11 أصناف الحماية وأصنافها الفرعية 18
1.11 حماية المسار 18
2.11 حماية توصيل الشبكة الفرعية 22
12 القدرة توصيلات الوصلة متعددة الإرسال العكسي على الاستمرار 34
1.12 نموذج وظيفي للمخطط SIM 36
13 أداء تبديل الحماية 36
14 مؤقت انتظار الحماية 37
15 مؤقت انتظار الاستعادة 38
16 إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي 39
17 الحركة التي لا تخضع لأسبقية وغير المحمية 39
18 كيان نقل (حماية) الحركة الإضافية التي تستعمل الرأسية/OAM 40
19 الأوامر الخارجية 40
20 حالات عملية تبديل الحماية 41
21 الأولوية 41
22 حالات إطلاق الإشارات SF وSD 41
1.22 عرض عام لحالات إطلاق الإشارة SF 42
2.22 عرض عام لحالات إطلاق الإشارة SD 43
23 توزيع دارات الخدمة والحماية 43

الصفحة

24 بروتوكول تبديل الحماية الأوتوماتي 44
1.24 بروتوكول بطور واحد 45
2.24 بروتوكول بطورين 45
3.24 بروتوكول بثلاثة أطوار 46
التذييل I – تنفيذ مؤقت انتظار الحماية 46
التذييل II – الحالات الأوتوماتية (SF, SD) المحمية لزمرة التوصيلات SNC 47
التذييل III – ملاحظات تتعلق بالتنفيذ 48
1.III التحليل 49
التذييل IV – مثال على الحماية n(1:1) 52
التذييل V – أمثلة على القدرة على البقاء لمسارات تعدد الإرسال العكسية 52
1.V القدرة على الاستمرار التي يتيحها الإجراء LCAS 52

تبديل الحماية التنوعي – الحماية الخطية للمسارات والشبكات الفرعية

1 مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية نظرة شاملة عن الجوانب التنوعية لتبديل الحماية الخطي. وتشمل مخططات الحماية في الشبكات من نمط شبكة النقل البصري (OTN) والتراتب الرقمي المتزامن (SDH) وأسلوب النقل اللاتزامني (ATM). وستحتوي توصيات أخرى على نظرة شاملة عن مخططات حماية الحلقة والتوصيل البيني للشبكات الفرعية ثنائية العقدة (مثل الحلقة).

2 المراجع

تحتوي التوصيات التالية وغيرها مما صدر عن القطاع ITU-T بعض الأحكام التي تشكل أحكاما في هذه التوصية، بموجب الإحالة إليها في النص. ففي تاريخ نشر هذه التوصية كانت الطبعات المذكورة لا تزال صالحة. وبما أن جميع التوصيات والمراجع الأخرى خاضعة لإعادة النظر، فمن ثم نشجع مستعملي هذه التوصية على السعي إلى تطبيق أحدث صيغ التوصيات والمراجع الأخرى الواردة في القائمة أدناه. ويجري بانتظام نشر قائمة التوصيات السارية الصلاحية التي تصدر عن القطاع ITU-T. ولذا فإن الإحالة داخل هذه التوصية إلى وثيقة ما لا تضفي على هذه الوثيقة صفة توصية.

- التوصية ITU-T G.783 (2006)، *خصائص الفدرات الوظيفية لتجهيزات التراتب الرقمي المتزامن.*
- التوصية ITU-T G.798 (2004)، *خصائص الفدرات الوظيفية لتجهيزات التراتب الرقمي لشبكة النقل البصري.*
- التوصية ITU-T G.805 (2000)، *معمارية الوظيفية التنوعية لشبكات النقل.*
- التوصية ITU-T G.841 (1998)، *أنماط وخصائص معماريات حماية الشبكات ذات التراتب الرقمي المتزامن.*
- التوصية ITU-T G.842 (1997)، *التشغيل البيني لمعماريات حماية الشبكات ذات التراتب الرقمي المتزامن.*
- التوصية ITU-T G.873.1 (2006)، *شبكة النقل البصري – حماية خطية.*
- التوصية ITU-T I.630 (1999)، *تبديل حماية أسلوب النقل اللاتزامني.*
- التوصية ITU-T I.732 (2000)، *الخصائص الوظيفية للتجهيزات بأسلوب النقل اللاتزامني (ATM).*
- التوصية ITU-T M.495 (1998)، *استعادة الإرسال وتنوع تسيير الإرسال: المصطلحات والمبادئ العامة.*

3 المصطلحات والتعاريف

1.3 تستعمل هذه التوصية المصطلحات التالية.

- **A**: تُعين النقطة الطرفية التي تستعمل لوصف مجال محمي؛ A هي طرفية مصدر لإشارات المحمية التي يبدأ تشوير طلب التبديل بالنسبة إليها من الطرفية الأخرى Z.
- **Z**: تُعين النقطة الطرفية التي تُستعمل لوصف مجال محمي؛ Z هي الطرفية التي يبدأ عندها تشوير طلب التبديل.

2.3 تستعمل هذه التوصية المصطلحات التالية التي ورد تعريفها في التوصية ITU-T G.805:

أ) معلومة مكيفة (AI) (*Adapted Information*).

ب) معلومة مميزة (CI) (*Characteristic Information*).

ج) توصيل الوصلة (*Link connection*).

د) شبكة (*Network*).

هـ) توصيل الوصلة المركبة المسلسلة (*Serial compound link connection*).

و) شبكة فرعية (*Subnetwork*).

ز) مسار (*Trail*).

3.3 تستعمل هذه التوصية المصطلحات التي وردت في التوصية ITU-T G.870/Y.1352:

1.3.3 الإجراء

1.1.3.3 تبديل: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.3.3 بروتوكول تبديل الحماية الأوتوماتي (APS)

1.2.3.3 بطور واحد: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.2.3.3 بطورين: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.2.3.3 بثلاثة أطوار: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.3.3 فئة الحماية

1.3.3.3 حماية المسار: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.3.3.3 حماية توصيل الشبكة الفرعية: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

يمكن تحديد حالة العطب في توصيل الوصلة المركبة المسلسلة في المجال المحمي كما يلي:

1.2.3.3.3 مراقبة الطبقة الفرعية (S/): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.2.3.3.3 مراقبة غير اقتحامية (N/): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.2.3.3.3 مراقبة ملازمة (I/): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

4.2.3.3.3 مراقبة اختبارية (T/): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.3.3.3 حماية توصيل الشبكة: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

4.3.3.3 حماية فردية: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

5.3.3.3 حماية جماعية: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

4.3.3 فئة الحماية الفرعية

1.4.3.3 رأسية/تدفق OAM (e) من طرف إلى طرف: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.4.3.3 رأسية/تدفق OAM (s) الطبقة الفرعية: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.3.5 المكونات

1.5.3.3 المجال المحمي: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.5.3.3 الجسر: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

1.2.5.3.3 الجسر الدائم: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

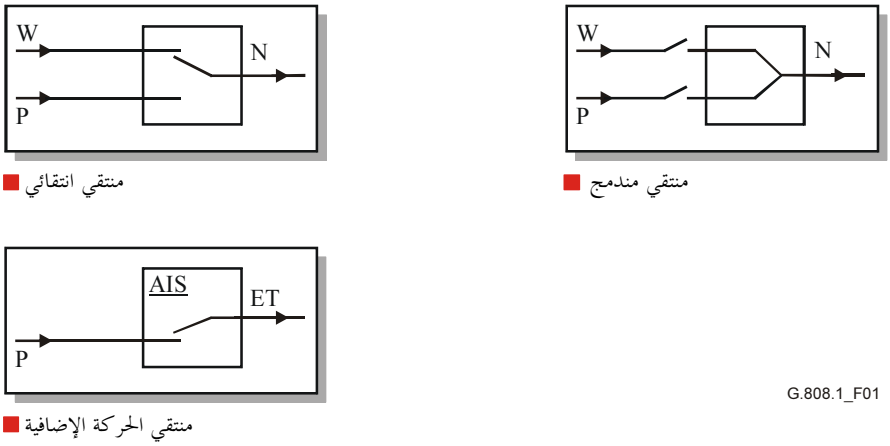
2.2.5.3.3 الجسر الإذاعي: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.2.5.3.3 الجسر المنتقي: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.5.3.3 المنتقي: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

1.3.5.3.3 المنتقي الانتقائي: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.3.5.3.3 المنتقي المندمج: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.



الشكل G.808.1/1 – وحدات انتقاء الحماية

4.5.3.3 طرف رأسية: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

5.5.3.3 طرف ذيلي: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

6.5.3.3 عقدة البؤرة: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

7.5.3.3 عقدة المصدر: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

8.5.3.3 عقدة وسيطة: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

6.3.3 حالة العطب

1.6.6.3 انحطاط الإشارة (SD): راجع التوصية ITU-T G.805.

2.6.6.3 عطب الإشارة: راجع التوصية ITU-T G.805.

3.6.3.3 زمرة انحطاط الإشارة (SDG): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

4.6.3.3 زمرة إخفاق الإشارة: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

5.6.3.3 انحطاط إشارة وحدة الخدمة: راجع التوصية ITU-T G.806.

6.6.3.3 عطب إشارة وحدة الخدمة: راجع التوصية ITU-T G.806.

7.6.3.3 انحطاط إشارة المسار: راجع التوصية ITU-T G.806.

8.6.3.3 إخفاق إشارة المسار: راجع التوصية ITU-T G.806.

7.3.3 المعمارية

1.7.3.3 معمارية (حماية) 1+1: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.7.3.3 معمارية (حماية) 1:n (n ≥ 1): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.7.3.3 معمارية (حماية) m:n: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

4.7.3.3 معمارية حماية "(1:1): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

8.3.3 الأوامر الخارجية

1.8.3.3 إغلاق كيان نقل الحماية (LO #i) #i: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.8.3.3 إغلاق إشارة الحركة العادية #i: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.8.3.3 إزالة إغلاق إشارة الحركة العادية #i: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

4.8.3.3 تجميد: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

5.8.3.3 تبديل قسري لإشارة الحركة العادية (FS #i) #i: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

6.8.3.3 تبديل قسري لإشارة فارغة (FS #0): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

7.8.3.3 تبديل قسري لإشارة الحركة الإضافية (FS #ExtraTrafficSignalNumber): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

8.8.3.3 تبديل يدوي لإشارة الحركة العادية (MS #i) #i: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

9.8.3.3 تبديل يدوي لإشارة فارغة (MS #0): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

10.8.3.3 تبديل يدوي لإشارة الحركة الإضافية (MS #ExtraTrafficSignalNumber): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

11.8.3.3 إشارة تطبيق (EX) #i: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

12.8.3.3 حذف (CLR): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

9.3.3 الحالات

1.9.3.3 عدم عكس إشارة الحركة العادية (DNR #i) #i: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.9.3.3 عدم وجود الطلب: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.9.3.3 انتظار استعادة إشارة الحركة العادية #i (WtR): راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

10.3.3 التشغيل

1.10.3.3 تشغيل (الحماية) عكسي: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.10.3.3 تشغيل (الحماية) غير عكسي: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

11.3.3 الإشارات

1.11.3.3 إشارة الحركة: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.11.3.3 إشارة الحركة العادية: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

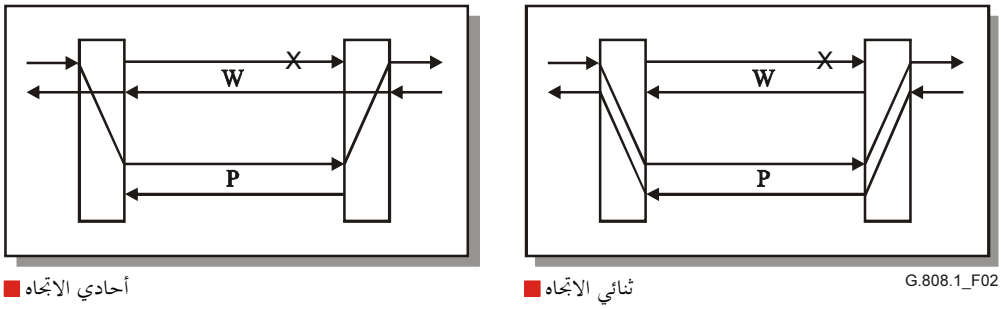
3.11.3.3 إشارة الحركة الإضافية: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

4.11.3.3 إشارة فارغة: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

12.3.3 التبديل

1.12.3.3 تبديل (الحماية) ثنائي الاتجاه: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1351.

2.12.3.3 تبديل (الحماية) أحادي الاتجاه: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1351.



الشكل G.808.1/2 – أنماط التبديل

13.3.3 التوقيتات

1.13.3.3 وقت الكشف: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.13.3.3 وقت انتظار الحماية: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.13.3.3 وقت انتظار الاستعادة: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

4.13.3.3 وقت التبديل: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

14.3.3 كيانات النقل

1.14.3.3 كيان النقل: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

2.14.3.3 حماية كيان النقل: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

3.14.3.3 كيان النقل المحمي: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

4.14.3.3 كيان النقل في الخدمة: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

5.14.3.3 كيان النقل النشط: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

6.14.3.3 كيان النقل الاحتياطي: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

7.14.3.3 زمرة: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

15.3.3 حماية: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

16.3.3 استعادة: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

17.3.3 تصعيد: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

18.3.3 تبديل الحماية دون اضطراب: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

19.3.3 انحطاط: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

20.3.3 قابلية الشبكة للاستمرار: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

21.3.3 نسبة الحماية: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

22.3.3 تشغيل بيني للشبكات: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1352.

23.3.3 شبكة قابلة للاستمرار: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1351.

24.3.3 حدث التبديل: راجع التوصية ITU-T G.870/Y.1351.

4 المختصرات

تستعمل هذه التوصية المختصرات التالية:

ABR معدل البتات المتيسر (*Available Bit Rate*)

AI معلومة مكيفة (*Adapted Information*)

AIS إشارة دلالة الإنذار (*Alarm Indication Signal*)

AP نقطة نفاذ (*Access Point*)

APS تبديل أوتوماتي للحماية (*Automatic Protection Switching*)

ATM أسلوب النقل اللاتزامني (*Asynchronous Transfer Mode*)

AU وحدة إدارية (*Administrative Unit*)

B عرض النطاق (*Bandwidth*)

BER معدل خطأ البتات (*Bit Error Rate*)

BR جسر (*Bridge*)

CC التحقق من الاستمرارية (*Continuity Check*)

CI معلومة مميزة (*Characteristic Information*)

CP نقطة التوصيل (*Connection Point*)

DEG انحطاط (*DEGraded*)

ET حركة إضافية (إشارة) (*Extra Traffic (signal)*)

F4 تدفق رقم 4 (أسلوب النقل اللاتزامني (ATM)) (*Flow #4 (ATM)*)

FDI إشارة العطب الأمامي (*Forward Defect Indication*)

HO وقت الانتظار (*Hold Off*)

IMG زمرة تعدد إرسال معكوسة (*Inverse Multiplexed Group*)

LCAS مخطط ضبط قدرة الوصلة (*Link Capacity Adjustment Scheme*)

MPLS تبديل واسم متعدد البروتوكولات (*Multi-Protocol Label Switching*)

MS جزء تعدد الإرسال (*Multiplex Section*)

N عادية (إشارة) (*Normal (signal)*)

NE عنصر الشبكة (*Network Element*)

NIM مراقبة غير اقتحامية (*Non-Intrusive Monitoring*)

NR عدم وجود طلب (*No Request*)

NUT حركة غير محمية وغير مستبقة (*Non-pre-emptible Unprotected Traffic*)

OAM التشغيل والإدارة والصيانة (*Operations, Administration and Maintenance*)

OCh قناة بصرية (*Optical Channel*)

OH رأسية (*Overhead*)

OTN شبكة النقل البصري (*Optical Transport Network*)

P حماية (*Protection*)

PDH تراتب رقمي متقارب التزامن (*Plesiochronous Digital Hierarchy*)

POH رأسية المسير (*Path OverHead*)

PP معالجة المؤشر (*Pointer Processing*)

PU وحدة المنفذ (*Port Unit*)

RDI دلالة العيب عن بعد (*Remote Defect Indication*)

REI دلالة الخطأ عن بعد (*Remote Error Indication*)

RI معلومات عن بعد (*Remote Information*)

RS جزء معيد التوليد (*Regenerator Section*)

SD انحطاط الإشارة (*Signal Degrade*)

SDG زمرة انحطاط الإشارة (*Signal Degrade Group*)

SDH تراتب رقمي متزامن (*Synchronous Digital Hierarchy*)

SEL منتقي (*Selector*)

SES ثانية فادحة الخطأ (*Severely Errored Second*)

SF فشل الإشارة (*Signal Fail*)

SFG زمرة فشل الإشارة (*Signal Fail Group*)

SIM القدرة على استمرار توصيلات الوصلة المتعددة الإرسال العكسية (*Survivability of Inverse Multiplexed link connections*)

Sm طبقة الحاويات VC-m (n = 11, 12, 2) منخفضة الترتيب (*lower order VC-m layer (n = 11, 12, 2)*)

Sn طبقة الحاويات VC-m (n = 3, 4, 4-Xc) عالية الترتيب أو طبقة الحاويات VC-3 منخفضة الترتيب (*higher order VC-n layer (n = 3, 4, 4-Xc) or lower order VC-3 layer*)

SNC توصيل الشبكة الفرعية (*SubNetwork Connection*)

SNC/I حماية توصيل الشبكة الفرعية بمراقبة ملازمة (*Inherently monitored SubNetwork Connection protection*)

SNC/N حماية توصيل الشبكة الفرعية بمراقبة غير مقتحمة (*Non-intrusively monitored SubNetwork Connection protection*)

SNC/Ne توصيل الشبكة الفرعية، مراقبة رأسية من طرف لطرف (*SNC/N, monitoring of end-to-end OH*)

SNC/Ns توصيل الشبكة الفرعية، مراقبة رأسية للطبقة الفرعية (*SNC/N, monitoring of sub-layer OH*)

SNC/S حماية توصيل الشبكة الفرعية المتحكمة في الطبقة الفرعية (*SNCP with Sublayer monitoring*)

SNC/Ss SNC/S، مراقبة رأسية الطبقة الفرعية (*SNC/S, monitoring of sublayer OH*)

SNC/T حماية توصيل الشبكة الفرعية بمراقبة مسار الاختبار (*SNCP with Test trail monitoring*)

SNC/Ts SNC/T، مراقبة رأسية الطبقة الفرعية (*SNC/T, monitoring of end-to-end OH*)

SNCP حماية توصيل الشبكة الفرعية (*SNC/T, monitoring of sublayer OH*)

Sn-Xv طبقة الحاويات VC-n-Xv (*SubNetwork Connection Protection*)

SOH رأسية الجزء (*VC-n-Xv layer*) (*Section OverHead*)

SSD انحطاط إشارة وحدة الخدمة (*Server Signal Degrade*)

SSF فشل إشارة وحدة الخدمة (*Server Signal Fail*)

STM-N وحدة النقل المتزامن، السوية N (*Synchronous Transport Module, level N*)

TCP نقطة توصيل الإنتهائية (*Termination Connection Point*)

TSD انحطاط إشارة المسار (*Trail Signal Degrade*)

TSF فشل إشارة المسار (*Trail Signal Fail*)

TSI تبادل فاصل زمني (*TimeSlot Interchange*)

TT انتهائية المسار (*Trail Termination*)

TU وحدة الروافد (*Tributary Unit*)

UBR معدل بتات غير محدد (*Unspecified Bit Rate*)

UPSR حلقة تبديل مسير أحادي الاتجاه (*Unidirectional Path Switch Ring*)

VC قناة تقديرية (أسلوب النقل اللاتزامني) (*Virtual Channel (ATM)*)

VCG زمرة تسلسل تقديري (*Virtual Concatenation Group*)

VC-n حاوية تقديرية -n (*Virtual Container-n*)

VC-n-Xv حاويات تقديرية من الرتبة n تسلسلية مع الحاويات التقديرية (من السوية X)
(*Virtual concatenation of X virtual containers (of level n)*)

VP مسير تقديري (أسلوب النقل اللاتزامني) (*Virtual Path (ATM)*)

VPI معرف هوية المسير التقديري (أسلوب النقل اللاتزامني) (*Virtual Path Identifier*)

W الحركة (*Working*)

WTR فترة انتظار الاستعادة (*Wait-to-Restore*)

X, Y, Z تعيينات الطبقة (بالنسبة إلى الطبقات غير المحددة) أو حجم الزمرة
(*Layer (for non-specified layers) or group size designations*)

5 الاصطلاحات

لا شيء.

6 مفاهيم الحماية الفردية والحماية الجماعية

يسري مفهوم الحماية الفردية على الحالات التي من المفيد فيها حماية جزء فقط من إشارات الحركة التي تتطلب موثوقية عالية. وتظل البقية من إشارات الحركة في طبقة الشبكة غير محمية. مما يساعد على التقليل من عرض النطاق الضروري للحماية.

ويسري مفهوم الحماية الجماعية على الحالات التالية، حيث:

أ) من المفيد حماية عدد كبير من إشارات الحركة (وليس كلها) المنقولة بواسطة مسارات طبقة الخدمة ذاتها، مع أوقات حماية في نفس ترتيب الحماية الفردية (لمجموعة صغيرة من إشارات الحركة). ويتم الحصول على تبديل سريع للحماية بواسطة معالجة حزمة منطقية لكيانات النقل ككيان واحد بعد البدء في إجراءات الحماية.

ب) حماية زمرة من إشارات الحركة التي تحقق إشارة حركة واحدة، عن طريق التسلسل التقديري أو تعدد الإرسال العكسي.

يمكن التقليل من تعقيد عملية الحماية بواسطة معالجة زمرة الإشارات ككيان واحد داخل عملية حماية واحدة. وتوصف حالة زمر الحركة والحماية بواسطة إشارات الزمرة SF والزمرة SD.

كما يمكن التقليل من التعقيد بإدخال إشارة اختبار إضافية (تُنقل على نفس مسارات طبقة وحدة الخدمة)، وتُستعمل الإشارات SF وSD التابعة لها لتمثيل حالة الزمرة. غير أن مساوئ هذه التقنية الأخيرة في التقليل من التعقيد تكمن في العجز عن مراقبة الإشارات الفردية في كل زمرة، من جهة توصيليتها واستمراريتها وأدائها. ولن يُكشف عن أي عطب من هذه الأعطاب التي تحدث في إحدى إشارات الزمرة، وبالتالي لن يمكن حمايتها.

7 أنماط المعمارية

يمكن أن تكون معمارية الحماية من نمط 1+1 أو 1:n أو m:n أو $(1:1)^n$.

تشمل الفوائد المحتملة للمعمارية 1+1 ما يلي:

1) انخفاض التعقيد؛

2) إمكانية دعم التشغيل البيني مزدوج العقدة للشبكات الفرعية المحمية، في حالة التبديل أحادي الاتجاه.

تشمل المساوئ المحتملة للمعمارية 1+1 ما يلي:

3) 100% سعة إضافية.

تشمل الفوائد المحتملة للمعماريات 1:n وm:n و$(1:1)^n$ ما يلي:

1) إمكانية توفير نفاذ حماية؛ يمكن لكيان/عرض نطاق الحماية نقل إشارة حركة إضافية خلال الفترات التي لا يعد فيها من الضروري نقل إشارة حركة عادية؛

2) سعة إضافية محددة عند 100/n % أو 100/n % × m؛

3) بالنسبة إلى المعمارية m:n، الحماية ممكنة إلى حد عطب m.

تشمل المساوئ المحتملة للمعماريات 1:n، m:n و$(1:1)^n$ ما يلي:

4) التعقيد؛

5) بالنسبة إلى فئة حماية التوصيل SNC، لا بد من إضافة وظائف انتهائية الطبقة الفرعية عند نقاط الدخول والخروج للمجال المحمي لكل كيانات نقل الحركة العادية والحركة المحمية؛

6) لا تدعم هذه المعمارية التشغيل البيني لأزواج عقد الشبكات الفرعية المحمية؛

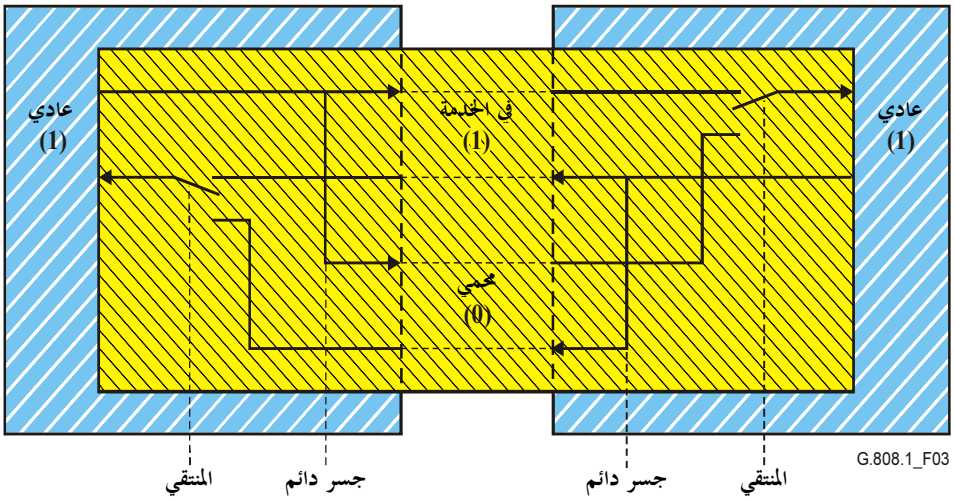
7) $n \geq 2$: ينبغي أن تسير كل n من كيانات النقل في الخدمة عبر مختلف المرافق والتجهيزات لتفادي وجود نقاط فشل مشتركة لا يمكن حمايتها بواسطة الكيان الوحيد للنقل المحمي في معمارية 1:n أو $(1:1)^n$.

الملاحظة 1 – لا تتاح في العادة المسيرات البديلة n+1 بين عقدتين في الشبكة. ولا توفر المعماريات 1:n و$(1:1)^n$ *بذاتها حماية ملائمة* بالنسبة إلى n من إشارات الحركة العادية المنقولة في العادة عبر n من كيانات النقل في الخدمة. يبدو أن n = 1 هي الخيار المنطقي الوحيد.

الملاحظة 2 – في أسلوب النقل اللاتزامني، لا يلزم في نفاذ الحماية، صراحة، السماح باستعمال عرض نطاق الحماية غير المستعمل عادة؛ ويمكن لحركة معدل البتات المتيسر (ABR) ومعدل البتات غير المحدد (UBR) استعمال عرض نطاق الحماية هذا بواسطة زيادة الاشتراك في عرض نطاق إشارة وحدة الخدمة التي تحتوي كيان النقل المحمي. ويفترض في آلية التحكم بالطبقة العليا للمعدلين ABR/UBR أن تخفض من الحركة عند استعمالها الفعلي. ولا يلزم في عقد الدخول والخروج لمجال الحماية التراصف مع عقد المعدلات ABR/UBR. وهو ما يزيد من مرونة الشبكة ويخفض من التعقيد.

1.7 معمارية الحماية (1+1)

يُستعمل كيان النقل المحمي في المعمارية من النمط 1+1 كمرفق احتياطي لكيان النقل في الخدمة مع توصيل إشارة الحركة العادية صوب كيان نقل الحماية عند النقطة الطرفية لمصدر المجال المحمي. وتُنقل الحركة العادية لكيانات النقل في الخدمة والحماية في آن واحد عند طرفية البؤرة للمجال المحمي، حيث أجري انتقاء بين كيانات النقل في الخدمة والحماية على أساس بعض المعايير المحددة سلفاً، مثل دلالات فشل الإشارة وانحطاط الإشارة. انظر الشكل 3.



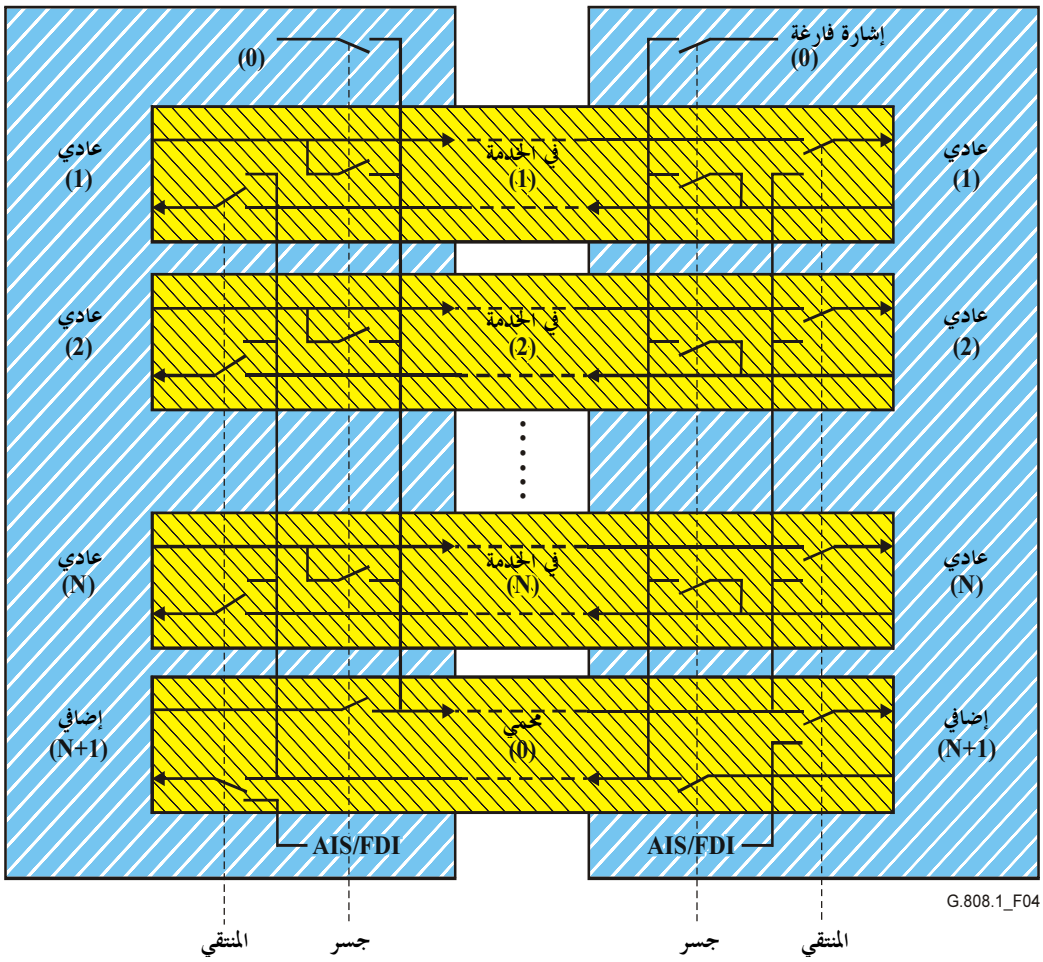
الشكل G.808.1/3 – معمارية الحماية 1+1

2.7 معمارية الحماية 1:n

كيان النقل المحمي المخصص، في المعمارية من النمط 1:n، هو مرفق احتياطي متقاسم بين n من كيانات النقل في الخدمة. وينبغي توزيع عرض نطاق كيان نقل الحماية على نحو يسمح بحماية جميع كيانات النقل في الخدمة n في حالة توفر كيان نقل الحماية.

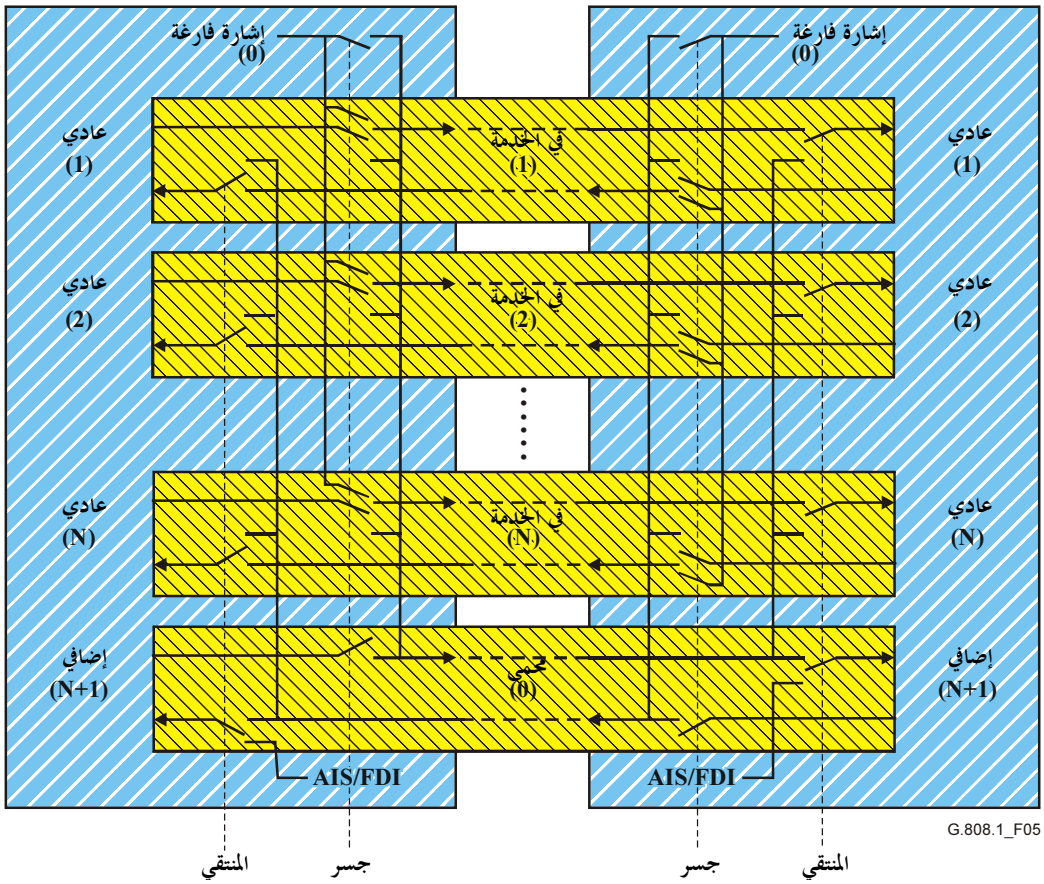
وفي حال الكشف عن انحطاط كيان النقل في الخدمة، يتعين نقل إشارة حركته العادية من كيان النقل في الخدمة إلى كيان نقل الحماية عند النقطتين الطرفيتين – المصدر والبؤرة – للمجال المحمي. وتجدر الملاحظة بأنه لا يمكن حماية سوى إشارة حركة عادية واحدة في حالة انحطاط أكثر من كيان من كيانات النقل في الخدمة.

ويمكن تحقيق التوصيل بطريقتين: جسر انتقائي أو جسر إذاعي. وتُوصل إشارة الحركة العادية، في حالة التوصيلية بالجسر الانتقائي (انظر الشكل 5) إما بكيان النقل في الخدمة أو بكيان نقل الحماية. وتُوصل إشارة الحركة العادية، في حالة التوصيل بالجسر الإذاعي، بصفة دائمة بكيان النقل في الخدمة وأحياناً بكيان نقل الحماية. ويُضمن التشغيل البيني بين الخيارين.



خيار الجسر الإذاعي: إشارة الحركة العادية الموصلة بصفة دائمة بالحركة وأحياناً بالحماية.

الشكل G.808.1/4 – معمارية الحماية 1:n

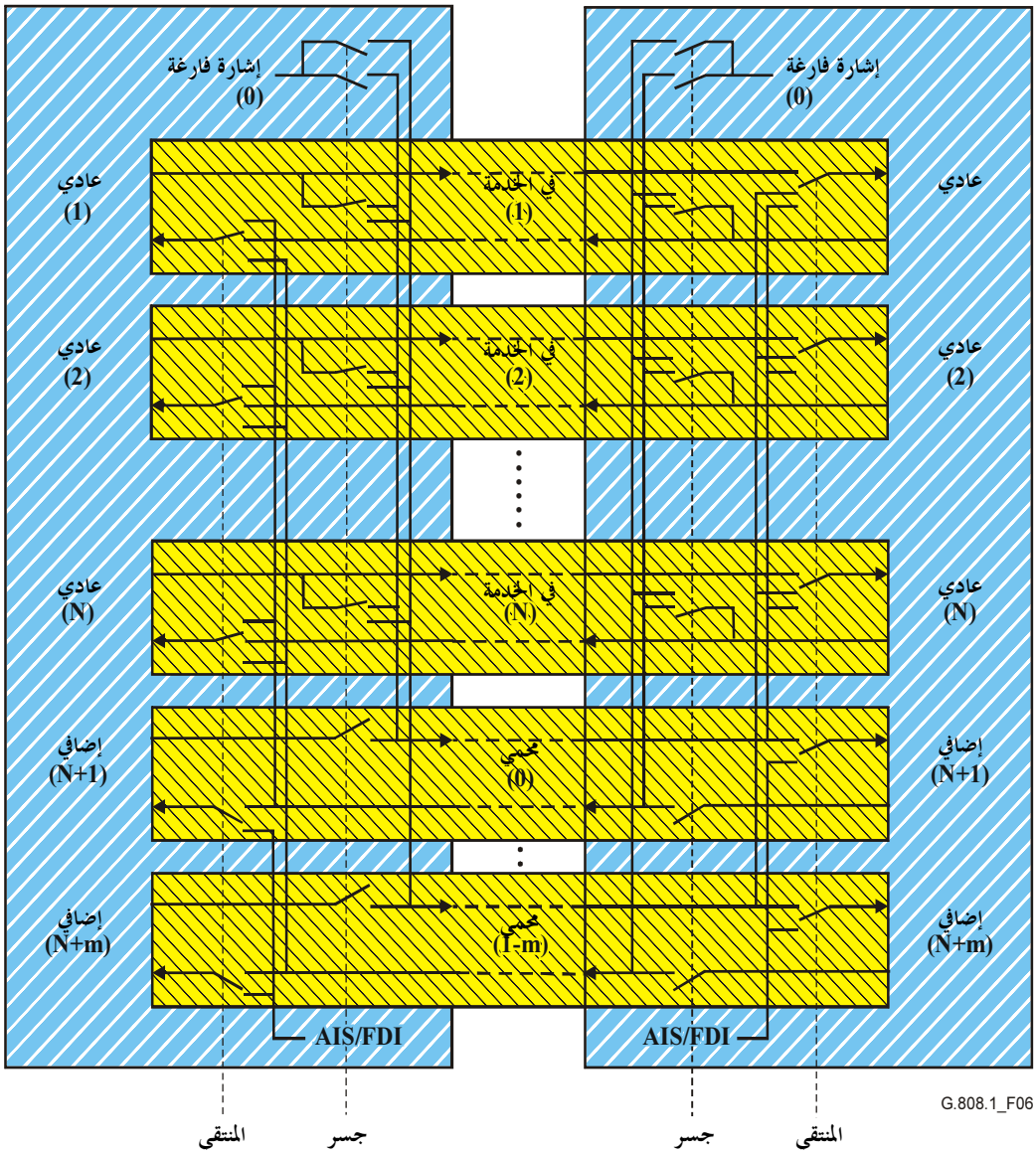


خيار الجسر الانتقائي: إشارة الحركة العادية المُوصلة بكيان الخدمة أو بكيان حماية.

الشكل G.808.1/5 – معمارية الحماية 1:n

3.7 معمارية الحماية m:m

في المعمارية من النمط m:n، تتقاسم كيانات نقل الحماية المخصصة مرافق الاحتياط بالنسبة إلى n من كيانات النقل في الخدمة، حيث تكون $m \leq n$ عادة. وينبغي توزيع عرض النطاق لكل كيانات نقل الحماية على نحو يسمح بحماية كل كيانات النقل في الخدمة n في حال توافر كيان واحد على الأقل من m من كيانات نقل الحماية. وفي حال الكشف عن انحطاط كيان النقل في الخدمة، ينبغي تخصيص إشارة الحركة العادية التابعة له في البداية إلى أحد كيانات نقل الحماية المتيسرة، ثم الانتقال من كيان النقل في الخدمة إلى كيان نقل الحماية عند النقطتين الطرفيتين – المصدر والبؤرة – للمجال المحمي. وتجدر الملاحظة بأنه في حال انحطاط أكثر من m من كيانات النقل في الخدمة، لا يمكن حماية سوى كيانات النقل في الخدمة m. انظر الشكل 6.

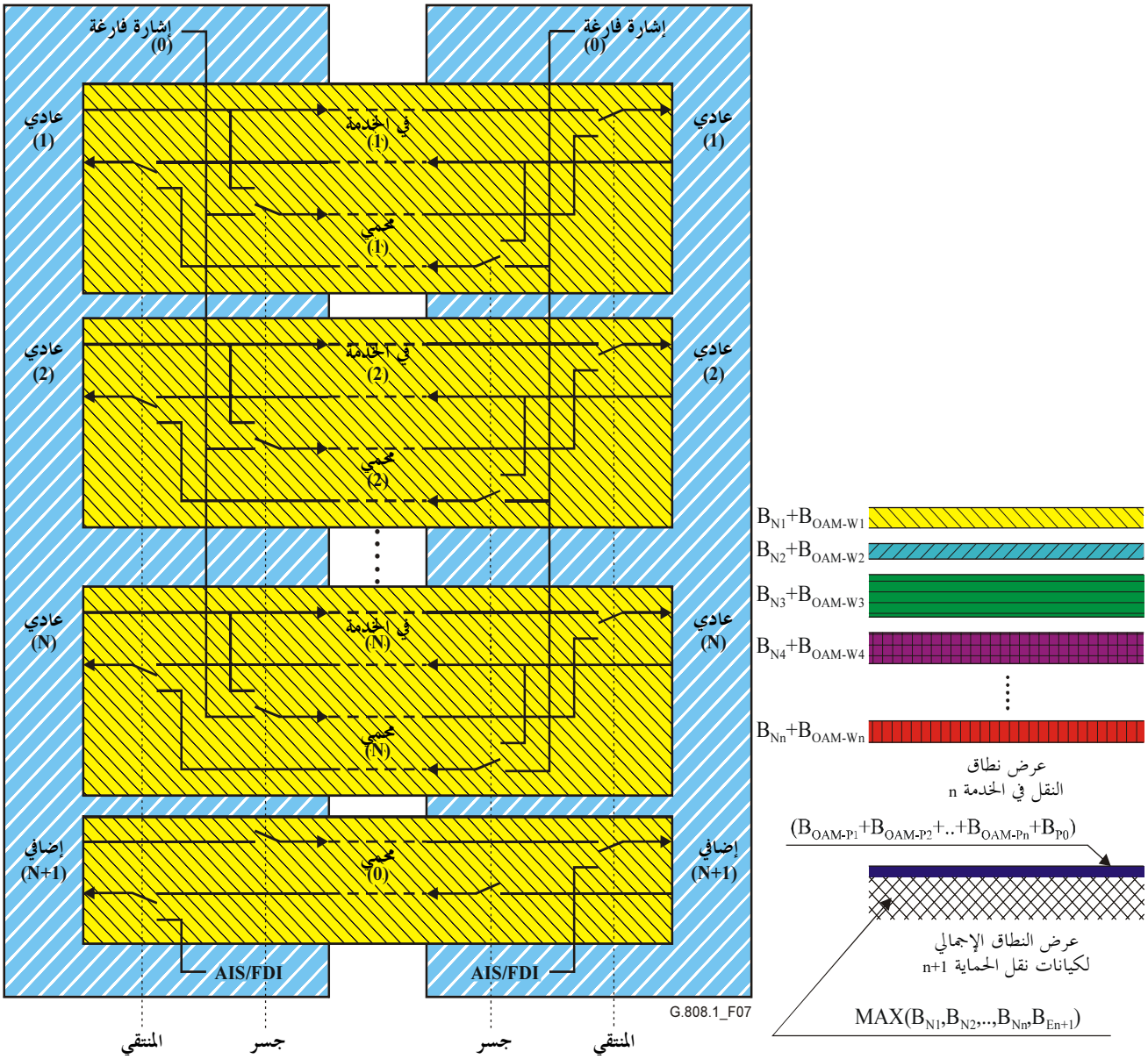


خيار الجسر الإذاعي: إشارة الحركة العادية موصلة بصفة دائمة بالحركة وأحياناً بالحماية.

الشكل G.808.1/6 – معمارية الحماية m:n

4.7 معمارية الحماية $(1:1)^n$

في معمارية الحماية من النمط $(1:1)^n$، تمثل كيانات نقل الحماية المخصصة n، التي تتقاسم نفس عرض النطاق مرافق الاحتياط بالنسبة إلى كيانات النقل في الخدمة n. وينبغي توزيع عرض نطاق الحماية على نحو يسمح بحماية جميع كيانات النقل في الخدمة n في حال توافر عرض نطاق نقل الحماية وكيان نقل الحماية الذي يرتبط بكيان النقل في الخدمة المقرر تبديله. وفي حال الكشف عن انحطاط كيان النقل في الخدمة، لا بد أن تخصص إشارة حركتها العادية أولاً لكيان نقل الحماية يليه انتقال من كيان النقل في الخدمة إلى كيان نقل الحماية المخصص عند النقطتين الطرفيتين للمصدر والبؤرة للمجال المحمي. وتجدر الإشارة إلى أنه في حال انحطاط أكثر من كيان من كيانات النقل في الخدمة، لا يمكن حماية إلا كيان واحد من كيانات النقل في الخدمة. انظر الشكل 7.



خيار الجسر الإذاعي: إشارة حركة عادية موصلة بصفة دائمة بالحركة وأحياناً بالحماية.

الشكل G.808.1/7 – معمارية الحماية $(1:1)^n$ بتقاسم عرض النطاق

تُسير كل كيانات النقل في الخدمة "n" بواسطة مرافق وتجهيزات مختلفة (لتفادي عدم إمكان حماية نقطة إخفاق مشتركة). وتسير كل كيانات نقل الحماية "n+1" بواسطة المرافق والتجهيزات ذاتها، المحولة من المرافق والتجهيزات في الخدمة. انظر المثال الوارد في التذييل 4.

وعرض النطاق الذي تشغله كل كيانات النقل في الخدمة هو $B_{Wi} = B_{Ni}+B_{OAM-Wi}$، أي عرض نطاق إشارة الحركة العادية #i، زائداً عرض نطاق التوصيل /قطاع OAM المستعمل في مراقبة كيان النقل في الخدمة #i. وعرض النطاق الذي تشغله كيانات نقل الحماية هو: $Bp = MAX(B_{N1},B_{N2},..,B_{Nn},B_{En+1}) + (B_{OAM-P1}+B_{OAM-P2}+..+B_{OAM-Pn}+B_{OAM-P0})$. ومن منظور عرض النطاق، تعمل معمارية الحماية هذه $(1:1)^n$ كمعمارية 1:n.

ولا يمكن حدوث خطأ في توصيل إشارة الحركة العادية #i في مدخل المجال المحمي بخرج إشارة الحركة العادية #j ($j \neq i$) عند خرج المجال المحمي. وليس من الضروري توفير بروتوكول تبديل حماية أوتوماتي (APS) بثلاثة أطوار.

وتجدر الملاحظة بأن هذه المعمارية موجهة إلى الحركة بأسلوب الرزمة/الخلية ولا تستهدف الحركة من نمط معدل البتات الثابت.

8 أنماط التبديل

يمكن أن تكون أنماط الحماية أحادي الاتجاه أو ثنائي الاتجاه.

في حالة التبديل **أحادي الاتجاه**، يكون التبديل كاملا عند انتقاء إشارة الحركة (الخدمة) من كيان النقل الاحتياطي عند الطرفية التي تكشِف العطب. وبالنسبة إلى المعمارية 1+1، لا يُشغَّل إلا المنتقي الذي يوجد في طرفية البؤرة (دون الاتصال مع طرفية المصدر). وفي حالة المعماريات 1:n وm:n وn(1:1)، يتم تشغيل المنتقي عند طرفية البؤرة، والجسر عند طرفية المصدر.

وفي حالة التبديل **الثنائي الاتجاه**، تُبدل إشارة الحركة (الخدمة) من كيان النقل النشط إلى كيان النقل الاحتياطي للطرفيتين لامتداد الحماية. وبالنسبة إلى المعماريات 1:n وm:n وn(1:1)، تُشغل وحدات الانتقاء التي توجد عند الطرفيتين البؤرة والمصدر.

الملاحظة 1 – تتطلب جميع أنماط التبديل باستثناء التبديل 1+1 أحادي الاتجاه، قناة اتصال بين طرفي المجال المحمي؛ وتُدعى هذه القناة قناة التبديل الأوتوماتي للحماية (APS). وتنتهي قناة التبديل APS في وظائف التوصيل الواقعة في طرفي المجال المحمي.

وفي إطار بروتوكولات التبديل ثنائية الاتجاه (تشغيل المنتقي والجسر)، لا يُسمح بالتبديل عند طرفية واحدة. وتكون الطرفيتان على اتصال للبدء في نقل إشارة الحركة العادية. فإذا كانت أولوية طلب طرفية المصدر أقل من طلب طرفية البؤرة أو لا توجد، تبدأ طرفية البؤرة في نقل إشارة الحركة العادية، وتتبع طرفية المصدر هذا النقل.

وتشمل الفوائد المحتملة للتبديل من النمط أحادي الاتجاه، ما يلي:

1) تبديل الحماية أحادي الاتجاه هو مخطط يسهل تنفيذه، ولا يتطلب بروتوكولاً في المعمارية 1+1.

الملاحظة 2 – يقتضي التبديل أحادي الاتجاه في المعمارية 1:n (تطبق عادة في الوصلات الراديوية/الساتلية) تشغيل بروتوكول بين النقطتين الطرفيتين للمجال المحمي.

2) بإمكان التبديل أحادي الاتجاه، في المعمارية 1+1، التسريع من تبديل الحماية ثنائي الاتجاه لأنه لا يستدعي بروتوكولاً.

3) في إطار حالات العطب المتعددة، هناك فرصاً أوفر لاستعادة الحركة بواسطة تبديل الحماية في حال استعمال تبديل الحماية أحادي الاتجاه بدلاً من استعمال تبديل الحماية ثنائي الاتجاه.

4) يسمح التبديل أحادي الاتجاه بتنفيذ بسيط لشبكة موثوقة بواسطة شبكات فرعية محمية متعاقبة. ويتم توصيل شبكتين فرعيتين في وصلة بينية للتوصيل البيني لعقدة مزدوجة/معمارية التشغيل البيني لشبكة فرعية مزدوجة.

وتشمل الفوائد المحتملة في حال التبديل الثنائي الاتجاه ما يلي:

1) تُستعمل، في حال تبديل الحماية الثنائي الاتجاه، نفس التجهيزات في اتجاهي الإرسال بعد حدوث عطب. وهو ما يعني حدوث انقطاعات أقل في الخدمة بغرض الإصلاح والعودة إلى مسير الخدمة الأصلي. وتحدث عمليات التبديل التالية في حال التبديل أحادي الاتجاه:

   i) تبديل الحماية؛

   ii) تبديل قسري في الاتجاه الذي لم يتعرض لعطب؛

   iii) تبديل قابل للانعكاس.

   وتحدث اثنتان من عمليات التبديل في حال التبديل الثنائي الاتجاه:

   i) تبديل الحماية؛

ii) تبديل قابل للانعكاس؛

ويؤدي كل تبديل إلى ثانية أو اثنتين من الثواني فادحة الخطأ. ويؤدي التبديل الثنائي الاتجاه إلى عدد أقل من الثواني فادحة الخطأ.

2) في حال تبديل الحماية الثنائي الاتجاه، وفي حال حدوث عطب في أحد كيانات النقل في شبكة، يُبدل إرسال كلا كياني النقل بين العقد المتضررة إلى الاتجاه الآخر للشبكة. وبالتالي لا ترسل أي حركة على الجزء المعطوب من الشبكة، ومن ثم يمكن إصلاحه دون إجراء أي تبديل آخر للحماية.

3) تبديل الحماية الثنائي الاتجاه أسهل في الإدارة لأن اتجاهي الإرسال يستعملان نفس التجهيزات على كامل طول كيان النقل.

4) يُبقي تبديل الحماية الثنائي الاتجاه على أوقات انتشار متساوية بالنسبة لاتجاهي الإرسال، وقد يكتسي هذا الأمر أهمية في حال وجود عدم توازن كبير في طول كيانات النقل، مثلما هو الحال بالنسبة إلى الوصلات عبر المحيطات حيث يستعمل أحد كيانات النقل وصلة ساتلية والآخر وصلة كبلية.

5) يسمح التبديل الثنائي الاتجاه أيضاً بنقل الحركة الإضافية على كيان النقل المحمي.

9 أنماط التشغيل

قد يكون التشغيل في الحماية غير قابل للانعكاس أو قابلاً للانعكاس.

في التشغيل **القابل للانعكاس**، ترجع إشارة الحركة (الخدمة) دوماً إلى كيان النقل في الخدمة (أو تظل دائماً هناك) إذا انتهت طلبات التبديل، أي إذا استعاد كيان الخدمة حالته بعد حدوث العطب أو إلغاء الطلب الخارجي.

وفي التشغيل **غير القابل للانعكاس**، لا ترجع إشارة الحركة (الخدمة) إلى كيان النقل في الخدمة إذا انتهت طلبات التبديل.

وبعض مخططات الحماية قابلة للانعكاس بصفة ملازمة. وهناك إمكانية للتشغيل القابل للانعكاس أو غير القابل للانعكاس بالنسبة لبعض المخططات الأخرى. ومن مزايا التشغيل غير القابل للانعكاس، بصفة عامة، تأثيره الأقل على أداء الحركة. لكن من المفضل في بعض الحالات استعمال التشغيل القابل للانعكاس. وفيما يلي بعض الحالات التي يكون فيها التشغيل القابل للانعكاس ملائماً:

1) في حال أخذ أجزاء من كيان نقل الحماية لتوفير القدرة على الاستجابة لاحتياجات أكثر إلحاحاً. على سبيل المثال، عندما يؤخذ كيان نقل الحماية من الخدمة لتحرير القدرة على استعمال حركة أخرى واستعادتها.

2) في حال خضوع كيان نقل الحماية لإعادة ترتيب بصفة متكررة. على سبيل المثال، عندما تكون قدرة الشبكة محدودة وتخضع طرق الحماية إلى إعادة ترتيب بصفة متكررة لتنظيم كفاءة الشبكة عند حدوث تغييرات في الشبكة؛

3) عندما يكون أداء كيان نقل الحماية أقل بكثير من كيان النقل في الخدمة. على سبيل المثال، إذا كان أداء كيان نقل الحماية أقل من كيان النقل في الخدمة، من حيث الأخطاء أو كان له وقت انتشار أكثر طولاً؛

4) عندما يحتاج المشغل إلى معرفة ما هي كيانات النقل التي تنقل الحركة العادية لتسهيل إدارة الشبكة.

10 أنماط البروتوكولات

باستثناء حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه، تتطلب جميع أنواع الحماية أن تنسق الطرفيتان، A وZ للمجال المحمي إجراءاتها للتفريع والانتقاء. ولا بد من بروتوكولات مختلفة، وفقاً لنمط الحماية وأنماط المنتقي والجسر. ويتم توصيل العقدتان A وZ مع بعضها الآخر عن طريق قناة التبديل الأوتوماتي للحماية (APS).

وهناك مطلبان أساسيان بالنسبة إلى بروتوكول الحماية:

1) الحماية من أخطاء التوصيل؛

2) التقليل من عدد دورات الاتصال بين الطرفيتين A وZ للمجال المحمي بهدف التقليل من وقت التبديل للحماية. ويمكن أن يحدث الاتصال مرة واحدة (Z → A)، أو مرتين (A → Z وZ → A) أو ثلاث مرات (A → Z، Z → A وA → Z)، ويُشار إلى ذلك باسم بروتوكول بطور واحد، أو بطورين أو بثلاثة أطوار.

ويحتوي الجدول 1 على الحالات التي يمكن فيها استعمال مختلف أنماط البروتوكولات.

الجدول G.808.1/1 – أنماط البروتوكولات المتعلقة بأنماط معماريات الحماية والانتقاء والجسر

نمط البروتوكول	أنماط الحماية التي تستعمل البروتوكول	نمط الجسر	نمط المنتقي
لا وجود لبروتوكول	1+1 أحادي الاتجاه فقط	دائم	انتقائي
طور واحد	$(1:1)^n$ أحادي الاتجاه فقط	بواسطة المنتقي	انتقائي أو مدمج
	1+1 أحادي الاتجاه فقط	دائم	انتقائي
طوران	$(1:1)^n$ أحادي الاتجاه فقط	منتقي	انتقائي أو مدمج
	1+1 أحادي الاتجاه فقط	دائم	انتقائي
ثلاثة أطوار	جميع أنواع المعماريات	كل الأنماط	انتقائي
		بواسطة المنتقي	مدمج (تقنيات بأسلوب الخلية/الرزمة)

يتيح نمط البروتوكول بثلاثة أطوار الفوائد المحتملة التالية:

1) يعمل في كل أنماط المعماريات؛

2) يحول دون حدوث خطأ في التوصيل في جميع الحالات؛

3) لا يُشغل المنتقي أو الجسر إلا بعد التأكد من أولوية الطرفية الأخرى للمجال المحمي.

وتشمل المساوئ المحتملة لنمط البروتوكول بثلاثة أطوار ما يلي:

4) تبادل ثلاثي للرسائل بين طرفي المجال المحمي، وهو ما يزيد من وقت التبديل.

ويتيح نمط البروتوكول بطورين الفوائد المحتملة التالية:

1) انخفاض وقت تبديل عن البروتوكول بثلاثة أطوار؛

2) يعمل في المعماريات 1+1 و$(1:1)^n$.

يتيح نمط البروتوكول بطور واحد الفوائد المحتملة التالية:

1) وقت تبديل قصير، بسبب الحاجة إلى تبادل وحيد للرسائل بين طرفي المجال المحمي؛

2) يعمل في المعماريات 1+1 و$(1:1)^n$؛

وتشمل المساوئ المحتملة لنمط البروتوكول بطور واحد ما يلي:

3) يقتضي إنشاء كيانات نقل إضافية n (مقارنة بالمعمارية 1:n) في عرض نطاق الحماية، لتفادي حدوث خطأ في التوصيل؛

4) يُشغل جسراً/منتقي قبل تأكيد الأولوية من جانب الطرف الآخر للمجال المحمي. ويمكن لإجراء التبديل بهذا الشكل أن يعكس ويعوض بإجراء آخر للجسر/المنتقي الذي يستهله الطرف الآخر.

5) بروتوكول أكثر تعقيداً، نظراً لوجود "n" من أنماط الحماية 1:1 المتوازية.

11 أصناف الحماية وأصنافها الفرعية

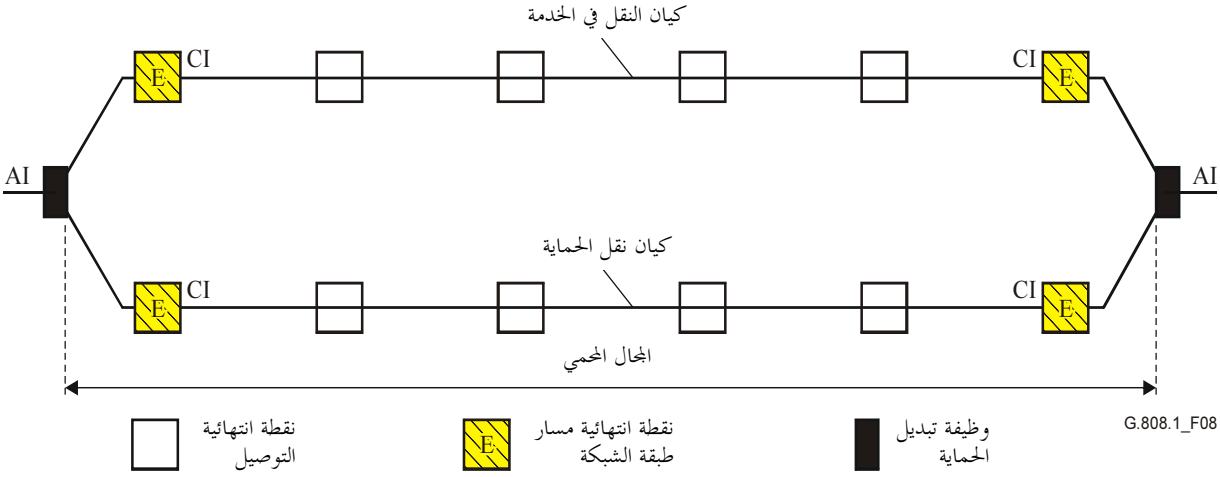
1.11 حماية المسار

حماية المسار هي صنف الحماية الذي يُستعمل لحماية المسار عبر شبكة المشغل بكاملها أو في العديد من شبكات المشغل. وهي معمارية حماية مخصصة من طرف لطرف يمكن استعمالها في مختلف بنيات الشبكة: شبكات متشابكة، حلقات، وغير ذلك. وبما أن حماية المسار هي آلية حماية مخصصة، فإنه لا يوجد أي تقييد أساسي لعدد عناصر الشبكة في المسارات.

وتعمل حماية المسار في جميع تركيبات معمارية الحماية والتبديل والأداء.

وتوفر حماية المسار بصفة عامة الحماية من حدوث عطب في طبقة وحدة الخدمة، وحدوث عطب الموصلية وانحطاط الأداء في طبقة العميل.

وتكون المعلومة المكيفة (أي الحمولة النافعة للمعلومة المميزة CI لطبقة الشبكة)، بالنسبة إلى حماية المسار، محمية. انظر الشكل 9.



الشكل G.808.1/9 – فكرة عامة عن حماية المسار

الملاحظة 1 – نظراً إلى أن حماية المسارات 1:1 و1:n و m:n هي آليات حماية خطية، فإن وظائف انتهائية مسارات الحركة العادية والزائدة تقع في نفس عنصر الشبكة. ويستتبع ذلك على مستوى تطبيق الشبكة ضرورة تطابق بنيات الحركة العادية والحركة الزائدة في طبقة الشبكة.

ولا تدعم حماية المسار معماريات الشبكة التي تستعمل الشبكات الفرعية المحمية المتعاقبة في نفس الطبقة. ولا يمكن بالتالي استعادة الحركة إلا في حالات العطب الوحيد. وحتى يتسنى استعادة الحركة في حالات العطب المتعددة، لا بد من استعمال توصيل الشبكة الفرعية (SNC)، أو استكمال حماية المسار بحماية عند طبقات وحدة الخدمة.

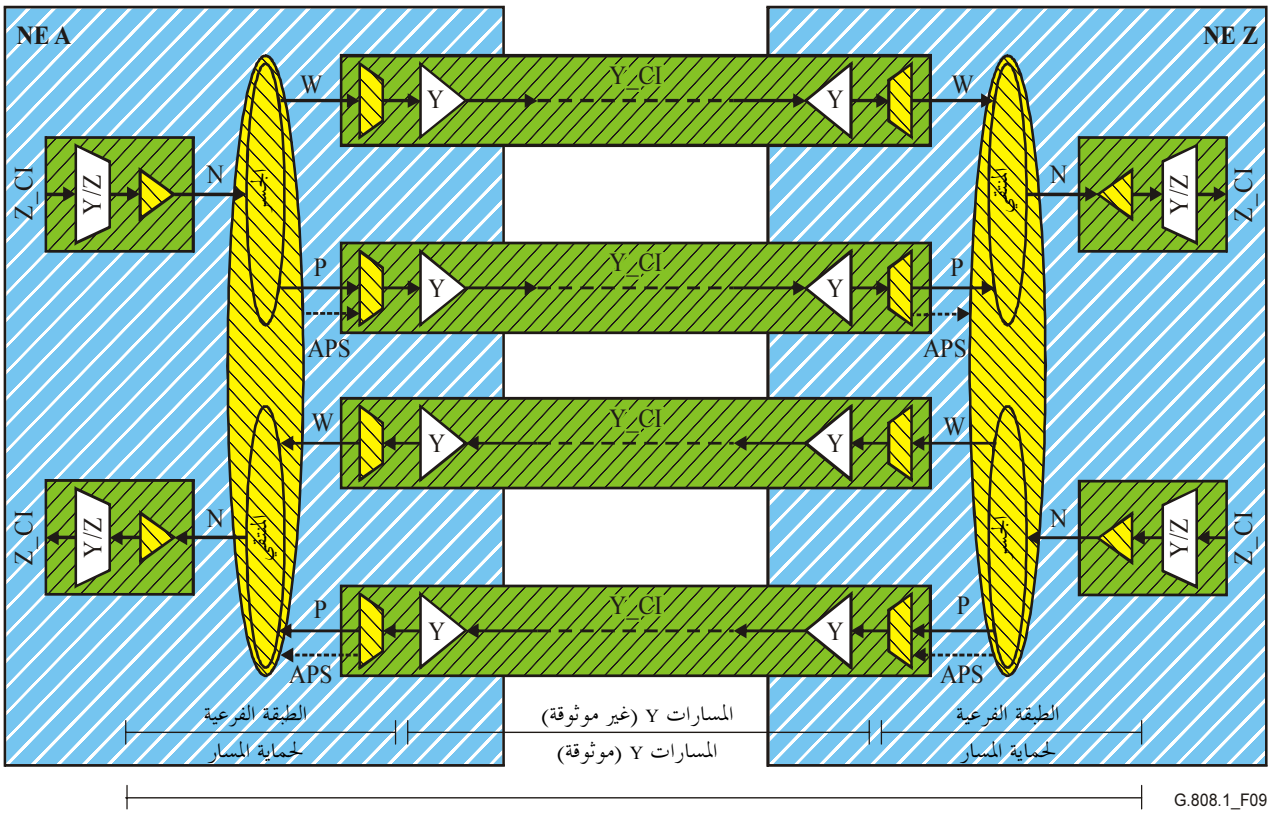
الملاحظة 2 – في حالة المعمارية 1:1 أو m:n أو $(1:1)^n$ في شبكة بأسلوب ATM، ينبغي أن يحتوي المسار (أو المسارات) على إشارة تسمح بمراقبة دقيقة لوضعيتها. وفي حالة الحركة العادية التي تُنقل فيها إشارة الحركة العادية بواسطة مسار الخدمة، لا توجد أية إشارة يمكن نقلها بواسطة كيانات الحماية. وإذا كان التحقق من الاستمرارية غير نشط، لا يمكن لمسار الحماية هذا نقل أية معلومة في الحالات العادية الخالية من العطب. وعند حدوث عطب، تدرج خلايا الإشارة AIS. وفي حالة وجود عطب لفترة قصيرة من الوقت (بسبب "إجراء حماية في الطبقة المادية"، مثلا)، يتولى كاشف العطب AIS الذي يوجد في النقطة الطرفية لمسار الحماية الكشف عن حالة العطب AIS في غضون 2 و3 ثانية وفقاً لتعريف الحالة AIS الوارد في التوصية ITU-T I.610. وإذا كان التحقق من الاستمرارية نشطاً، تُرفع حالة العطب AIS عند استلام خلية التحقق من الاستمرارية، أي خلال فترة تستغرق ثانية واحدة بعد إزالة انقطاع الحركة.

الملاحظة 3 – يمكن أن يؤدي استعمال حماية المسار عند سوية المسير إلى اتخاذ منفذ إضافي في مصفوفة تبديل مقارنة بحماية توصيلة حماية الشبكة الفرعية. وهي الحالة التي يكون فيها منتقي الحماية في منفذ خرج التجهيزات.

1.1.11 حماية المسار الفردي

يوضح الشكل 9 حالة حماية المسار 1+1 وحماية المسار 1:1 دون حركة زائدة بين الدخول والخروج للمجال المحمي بين عنصري الشبكة A وZ. ويوجد مساران مستقلان (في طبقة الشبكة Y) يؤديان دور كيانات النقل في الخدمة وكيانات نقل الحماية بالنسبة إلى إشارة حركة (الحمولة النافعة) العادية (المحمية). وتتولى وظائف انتهائية المسار إنتاج وإدراج ومراقبة واستخراج معلومات الرأسية/التدفق OAM من طرف لطرف لتحديد حالة كيانات النقل في الخدمة والحماية. وتنقل معلومات تبديل الحماية الأوتوماتي (APS) على مسار الحماية، باستثناء في حالة التبديل أحادي الاتجاه 1+1.

وحالات المعماريات 1:n وm:n و$(1:1)^n$ مع أو دون الحركة الزائدة هي تمديدات للمعماريات 1+1/1:1، طبقاً لأوصاف أنماط المعمارية الواردة في الفقرة 7.



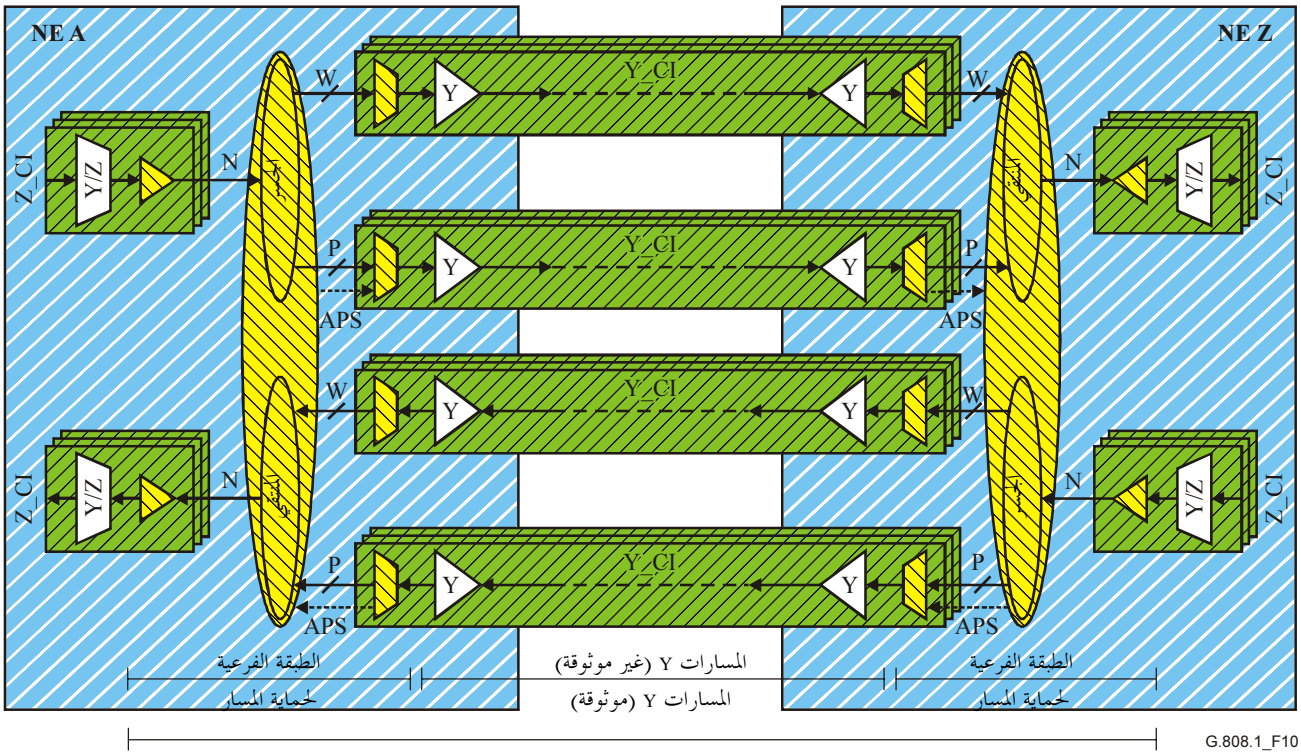
ملاحظة – لا تنطبق إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي على حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

الشكل G.808.1/9 – نموذج وظيفي لحماية المسار 1+1/1:1

2.1.11 حماية زمرة المسارات

يوضح الشكل 10 حالة الحماية 1+1/1:1 لزمرة المسارات بين عنصري الشبكة A وZ. وتوجد في هذا المثال ثلاثة مسارات مستقلة متوازية مرتين (في طبقة الشبكة Y) وتؤدي دور زمر كيانات النقل في الخدمة والحماية بالنسبة إلى إشارات حركة (الحمولة النافعة) العادية (المحمية) الثلاث. وإشارات الحركة العادية المتوازية الثلاث في الزمرة المحمية بصفة مشتركة بواسطة وظيفة توصيل الطبقة الفرعية لحماية المسار. وتتولى وظائف انتهائية المسار إنتاج وإدراج ومراقبة واستخراج معلومات الرأسية/التدفق OAM من طرف لطرف لتحديد حالة كيانات النقل في الخدمة والحماية. وتنقل معلومات تبديل الحماية الأوتوماتي على أحد مسارات الحماية، باستثناء في حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

وحالات المعماريات 1:n وm:n و$(1:1)^n$ مع أو من دون الحركة الزائدة هي تمديدات للمعماريات 1+1/1:1، وفقاً لأوصاف أنماط المعمارية الواردة في الفقرة 7.



الشكل G.808.1/10 – نموذج وظيفي لحماية زمرة المسارات 1+1/1:1

يحتوي الشكل 11 على تفاصيل إضافية تتعلق بعمليات وظيفة توصيل الحماية هذه. وتعتبر العملية المنطقية SFG/SDG من خصائص حماية الزمرة. وتتولى هذه العملية "دمج" إشارات فشل إشارة المسار الفردية الثلاث في زمرة واحدة لعطب الإشارة، والإشارات الفردية لإشارة انحطاط المسار في إشارة واحدة لانحطاط الزمرة.

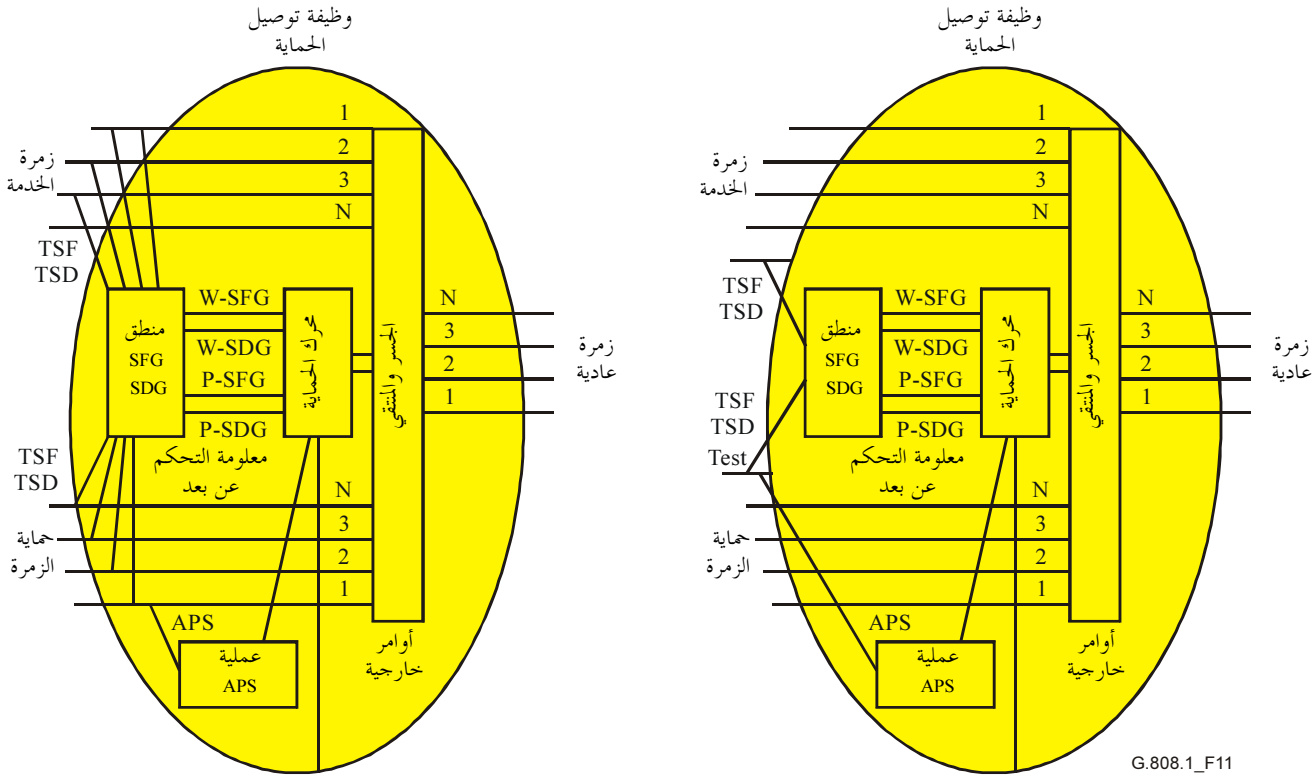
وبإمكان منطق الزمرة SFG/SDG أن يعمل بأساليب مختلفة:

- W1-TSF = W-SFG أو W2-TSF أو W3-TSF

  P1-TSF = P-SFG أو P2-TSF أو P3-TSF
- W1-TSF = W-SFG

  W1-TSF = W-SFG
- P1-TSF = W1-TSF
- X% = W-SFG من إشارات Wi-TSF نشطة

  X% = P-SFG من إشارات Pi-TSF نشطة
- نفس الشيء بالنسبة إلى SDG

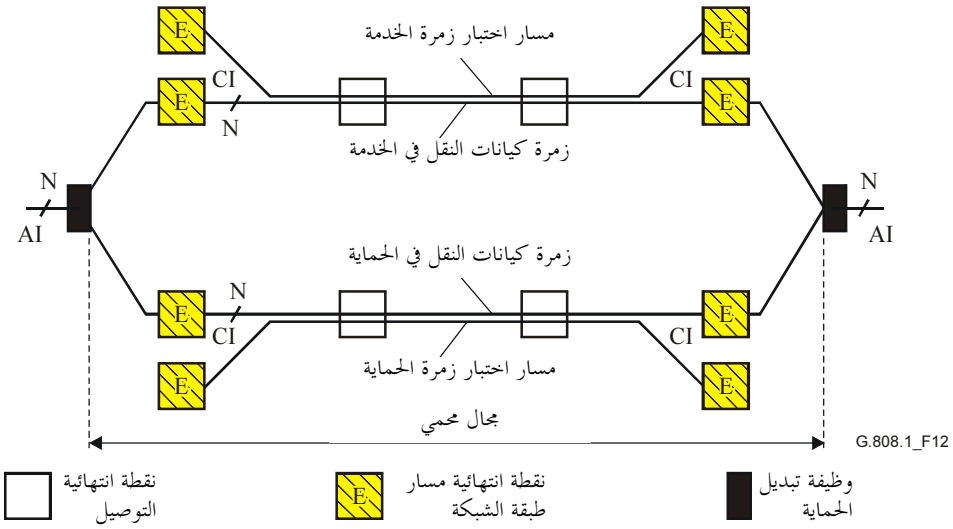


الشكل G.808.1/12 – منطق الزمرة SFG/SDG في عملية حماية الزمرة

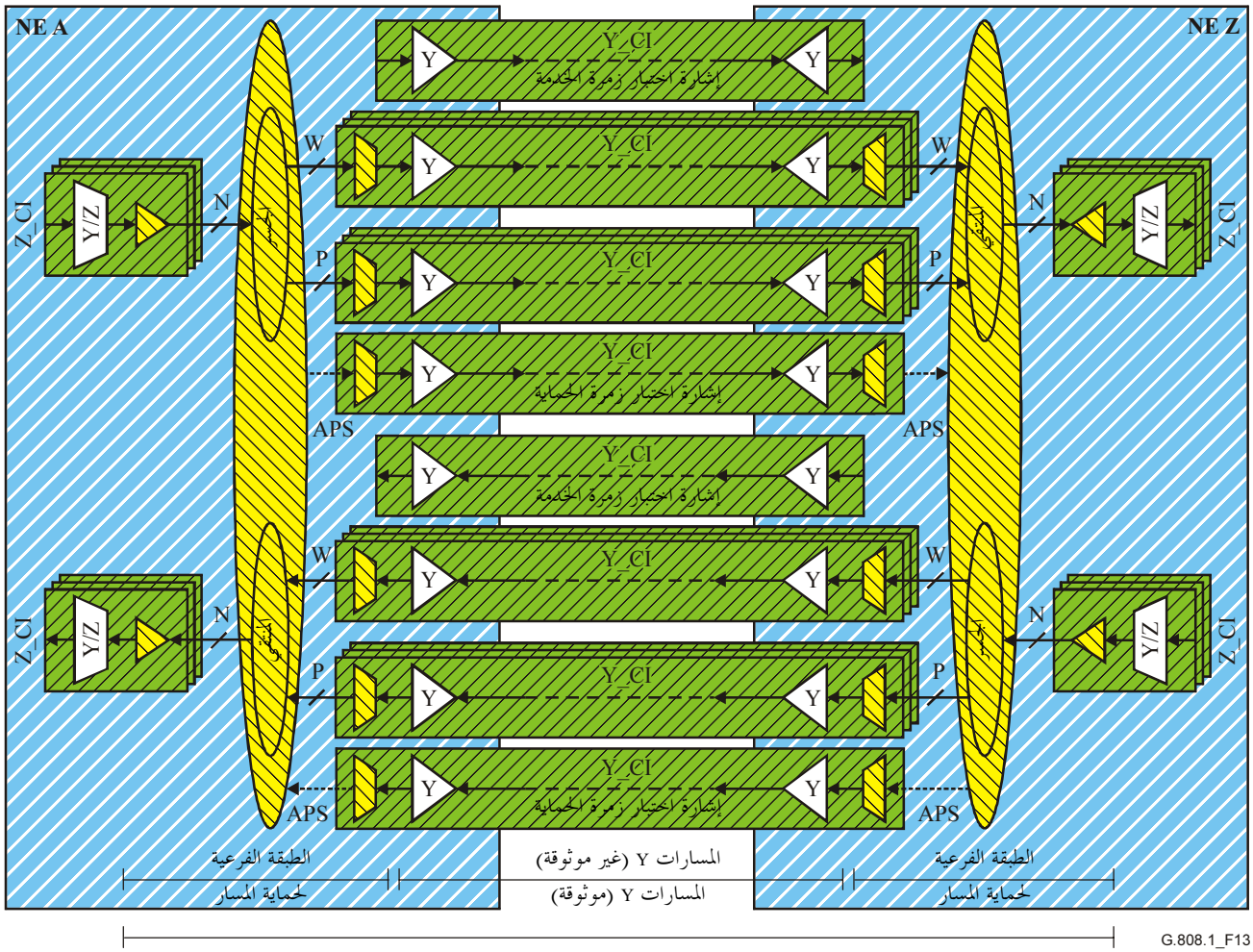
ونظراً إلى كثرة الروافد الأساسية في بعض تقنيات الإرسال (أسلوب النقل اللاتزامني، مثلاً)، يمكن توزيع روافد أساسية إضافية على إشارات طبقة وحدة الخدمة في الخدمة والحماية لنقل الإشارات الاختبارية بواسطة كيانات النقل الاختبارية (الشكلان 12 و13). ويمكن استعمال هذه الإشارات الاختبارية (واحدة لكل كيان في الخدمة، وواحدة لكل كيان حماية) محل معلومات SFD وSDG على النحو الموصوف أعلاه. وتنقل إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي بواسطة كيان نقل الحماية الاختباري.

ويعمل منطق الزمرة SFG/SDG كما يلي:

- W-SFG = Wt-TSF
  P-SFG = Pt-TSF
- W-SDG = Wt-TSD
  P-SDG = Pt-TSD



الشكل G.808.1/12 – مفهوم تنوعي لحماية زمرة المسار /T



الشكل G.808.1/13 – نموذج وظيفي للحماية 1+1/1:1 للمسار T/

2.11 حماية توصيل الشبكة الفرعية

حماية توصيل الشبكة الفرعية (SNC) هي صنف الحماية الذي يُستعمل في حماية جزء من أحد المسارات (جزء تتوفر فيه طريقان منفصلان) في شبكة المشغل أو في العديد من شبكات المشغل.

وقد يكون توصيل الشبكة الفرعية المحمية بين نقطتي توصيل (الشكل 14)، أو بين نقطة توصيل ونقطة توصيل انتهائية (الشكل 15)، أو توصيلة كاملة لشبكة من طرف لطرف لشبكة بين نقطتي توصيل انتهائيتين (الشكل 16).

ونظراً لأن حماية توصيل الشبكة الفرعية هي آلية مخصصة، يمكن استعمال هذه الآلية في كل بنية مادية (أي في شبكة متشابكة، حلقية أو مختلطة). ولا يوجد أي قيد أساسي على عدد عناصر الشبكة داخل توصيلة الشبكة الفرعية. ويمكن تطبيق هذه الآلية أي طبقة في الشبكة المكونة من طبقات.

وتعمل حماية التوصيلة SNC في جميع تركيبات معماريات الحماية، والتبديل والتشغيل.

ويمكن تقسيم حماية توصيل الشبكة الفرعية (SNCP) أيضاً إلى عدة أصناف فرعية تمثل حالات العطب التي تساهم في SF/SD:

1) ملازمة – تُستعمل وظائف انتهائية وتكييف مسار طبقة وحدة الخدمة في تحديد حالة الإشارة SF/SD. ولا تدعم سوى كشف حالات العطب في طبقة وحدة الخدمة.

2) غير مقتحمة: تستعمل وظائف مراقبة غير مقتحمة لتحديد حالة الإشارة SF/SD؛

أ) من طرف لطرف: كشف حالات العطب في طبقة وحدة الخدمة، وحالات العطب في استمرارية/موصلية طبقة الشبكة، وحالات انحطاط الأخطاء في طبقة الشبكة. وتستعمل رأسية/OAM من طرف لطرف.

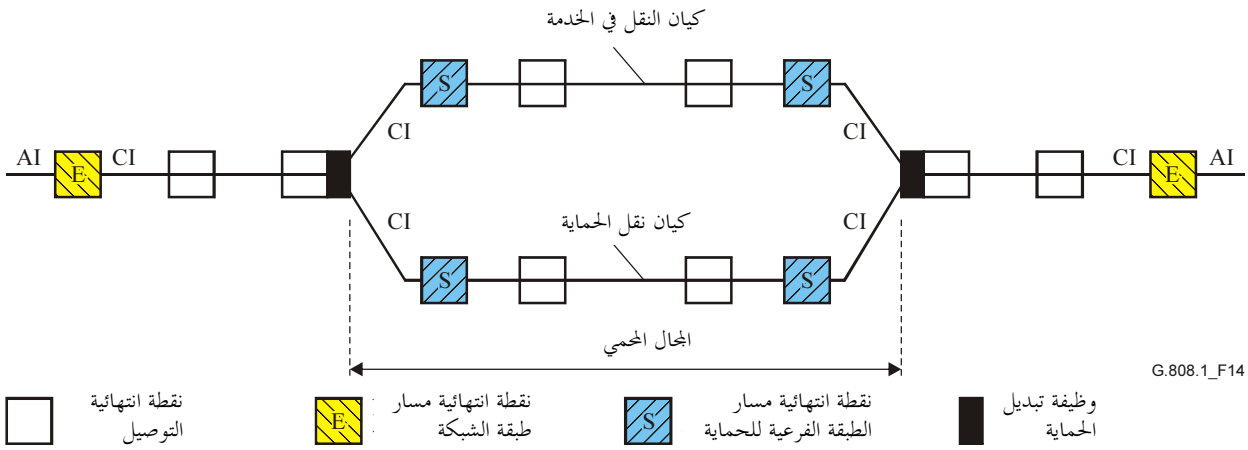
ب) الطبقة الفرعية: كشف حالات عطب طبقة وحدة الخدمة، وحالات العطب في استمرارية/موصلية طبقة الشبكة، وحالات انحطاط الأخطاء في طبقة الشبكة. وتستعمل رأسية/OAM من طرف لطرف.

3) الطبقة الفرعية: تستعمل وظائف الطبقة الفرعية للتوصيلات المتعاقبة/القطع لتحديد حالة الإشارة SF/SD. وهي تدعم كشف حالات العيوب في طبقة وحدة الخدمة، وحالات العيوب في الاستمرارية/الموصلية في شبكة الطبقة، وحالات انحطاط الأخطاء في شبكة الطبقة. وتستعمل رأسية/OAM من طرف لطرف.

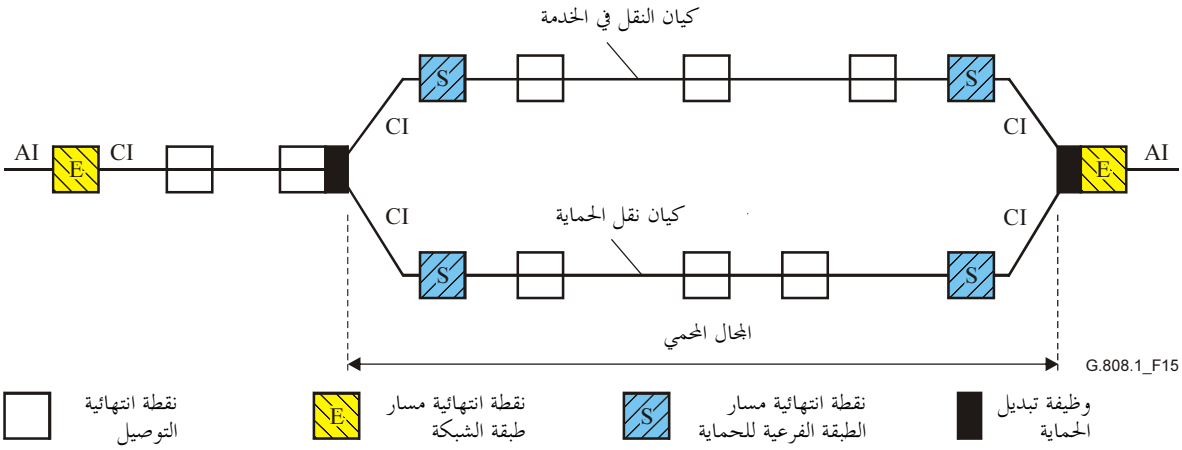
وبصفة عامة، تقتضي حماية توصيل الشبكة الفرعية إقامة مسارات طبقة فرعية (توصيلات قطاعات متعاقبة) في كيانات النقل في الخدمة والحماية للتمييز بين حدوث عيب أو انحطاط "أمام" المجال المحمي أو من داخله. وعندما لا يحتوي مسار الطبقة الفرعية إلا على مسار واحد لطبقة وحدة الخدمة، يمكن استعمال هذا المسار (الذي يوفر مراقبة ملازمة) كمسار للطبقة الفرعية. وإذا لم يتسن إنشاء أو إتاحة مسار واحد لطبقة وحدة الخدمة بين نقطتي الدخول والخروج للمجال المحمي، يمكن تحقيق حماية التوصيل SNC بتغذية مزدوجة لإشارة الحركة العادية في كياني النقل للخدمة والحماية بمراقبة غير مقتحمة لنسختي الإشارة عند نقطة الخروج، ومقارنة حالة SF/SD التي تم الحصول عليها انطلاقاً من نظامي المراقبة. وإذا حدث العيب أو الانحطاط أمام المجال المحمي، يتولى كل من نظام مراقبة الخدمة ومراقبة الحماية الكشف عن الانحطاط ولا يؤدي إلى إجراء التبديل. وفي الحالات الأخرى، يتولى نظام مراقبة من بين نظامي المراقبة الكشف عن الحالة SF/SD ويمكن استعادة تدفق الحركة من خلال إجراء التبديل.

الملاحظة 1 – بالنسبة إلى التراتب SDH، يمكن، بسبب معالجة مؤشرات الوحدة AU/TU أثناء الحالات TSF في طبقة وحدة الخدمة، استعمال SNC/I 1+1 بدلاً من SNC/N 1+1 إذا كان يتعين حماية عيوب طبقة وحدة الخدمة فقط.

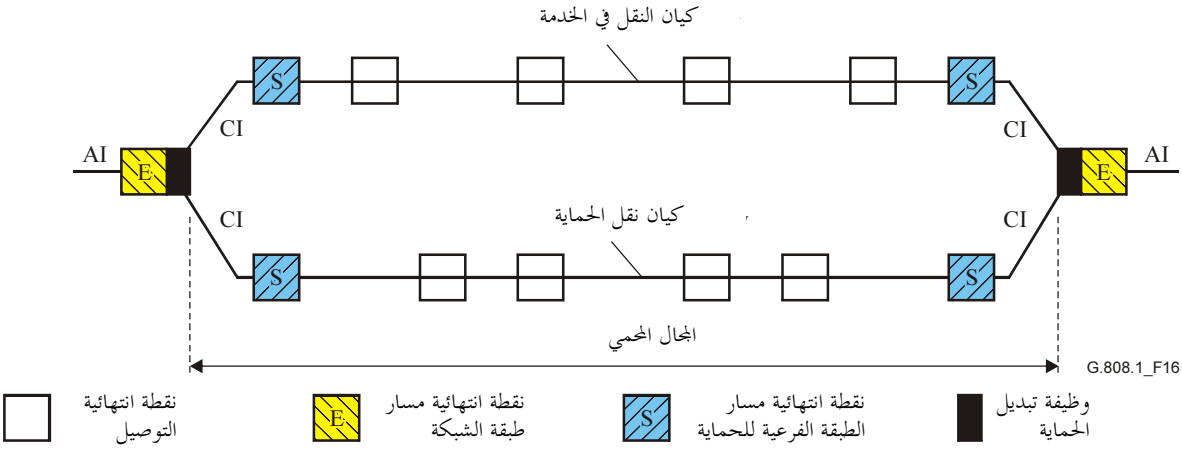
وبالنسبة إلى حالة حماية توصيل الشبكة الفرعية، تكون المعلومة المميزة (CI) (أي الحمولة النافعة ورأسية طبقتها) محمية. انظر الأشكال من 14 إلى 17.



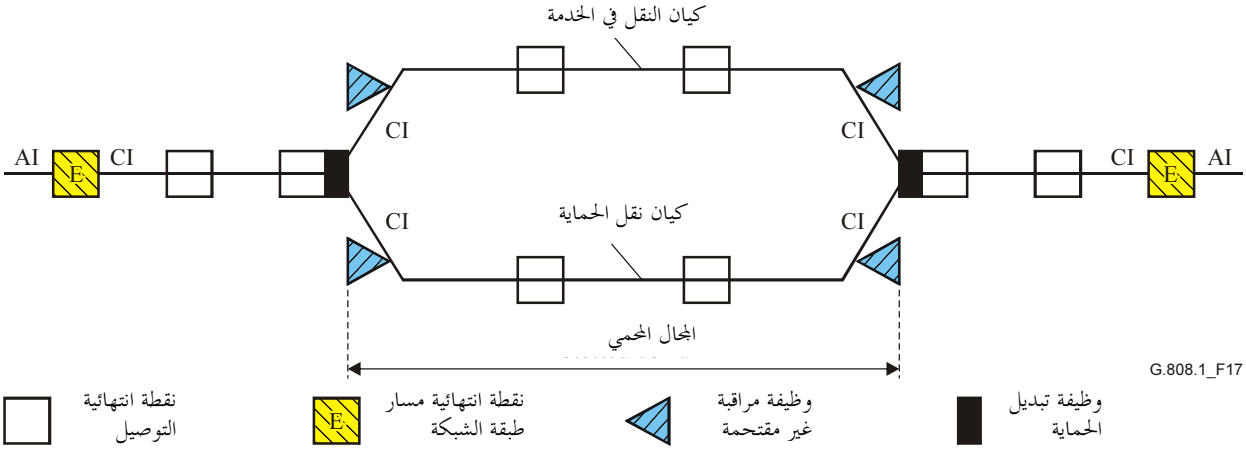
الشكل G.808.1/14 – حماية SNC/S – المثال 1



الشكل G.808.1/15 – حماية SNC/S – المثال 2

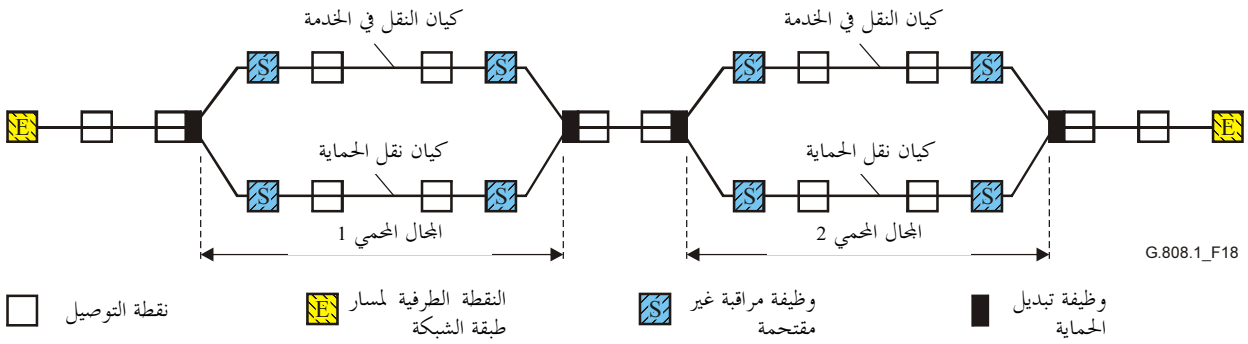


الشكل G.808.1/16 – حماية SNC/S – المثال 3



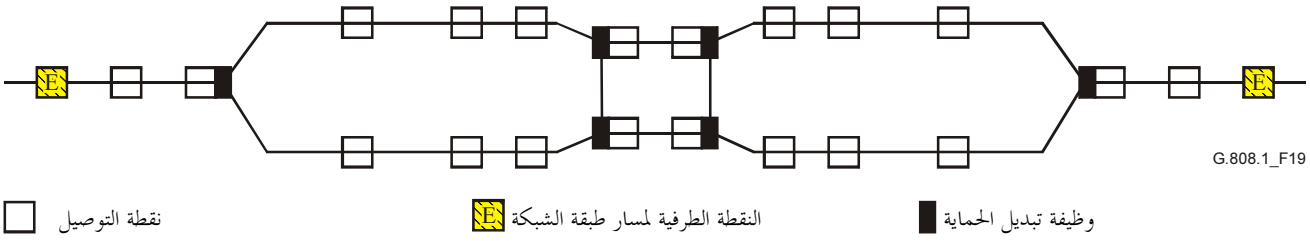
الشكل G.808.1/17 – حماية SNC/S من النمط 1+1

تدعم حماية توصيل الشبكة الفرعية معماريات الشبكة التي تستعمل الشبكات الفرعية المحمية المتعاقبة. وبوسع معماريات الشبكة هذه استعادة الحركة في حالات تعدد العيوب (عيب واحد لكل شبكة فرعية)؛ انظر الشكل 18.



الشكل G.808.1/18 – حماية SNC/S المتعاقبة

ويزداد التفاوت (والموثوقية) في عيوب الشبكات الفرعية المحمية SNC المتعاقبة عند ازدواج التوصيل البيني للشبكات الفرعية (انظر الشكل 19)، مما يؤدي إلى إزالة نقطة العطب الوحيدة. وتقتضي هذه الحماية استعمال أنماط الحماية 1+1، SNC/N مُبدلة في اتجاه واحد أو SNC/I. وليس بالإمكان استعمال التبديل 1:n، m:n و$(1:1)^n$ و/أو التبديل الثنائي الاتجاه.



الشكل G.808.1/19 – حماية متعاقبة للتوصيل SNC من النمط 1+1 مع توصيل بيني لشبكة فرعية تتحمل العيب

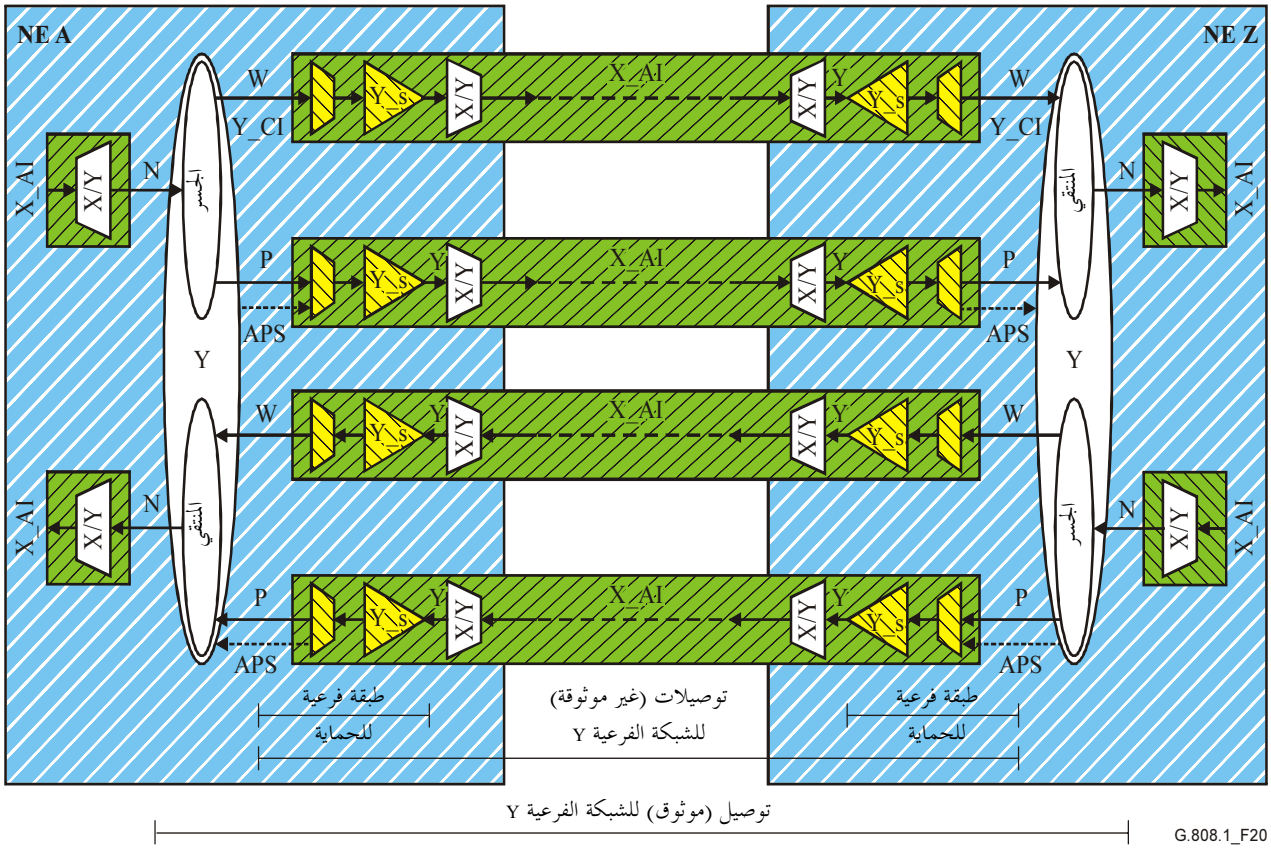
الملاحظة 2 – ينبغي لتوصيل (أو لتوصيلات) الشبكة الفرعية للحماية، في حالة المعمارية 1:1، m:n أو $(1:1)^n$، معمارية في شبكة بأسلوب ATM، أن يحتوي على إشارة تسمح بمراقبة دقيقة لحالته. وفي الحالات العادية التي تُنقل فيها إشارة الحركة العادية بواسطة توصيل SNC في الخدمة، لا توجد أية إشارة ينبغي نقلها من خلال الحماية. وإذا كان التحقق من الاستمرارية غير نشط، لا يمكن لهذه الحماية SNC نقل أية معلومة في ظل الظروف الخالية من العيوب. وعند حدوث عيب، تُدرج خلايا إشارة AIS. وإذا وجد العيب لفترة قصيرة من الوقت (بسبب "إجراء الحماية في الطبقة المادية")، يتولى كشاف العيوب AIS عند النقطة الطرفية AIS لقطاع الحماية الكشف عن حالة العيب AIS لفترة من الوقت تتراوح بين ثانيتين وثلاث ثوان وفقاً لتعريف حالة AIS الواردة في التوصية ITU.T I.610. وإذا كان التحقق من الاستمرارية نشطاً، تتم إزالة حالة العيب AIS فور استقبال خلية التحقق من الاستمرارية، أي خلال فترة من الوقت تبلغ ثانية بعد إزالة انقطاع الحركة.

1.2.11 حماية فردية لتوصيل الشبكة الفرعية

1.1.2.11 SNC/S $(1:1)^n$ ،m:n ،1:n ،1+1

يوضح الشكل 20 حالة الحماية SNC/S من النمط 1+1 و1:1 دون حركة إضافية بين الدخول والخروج للمجال المحمي بين عنصري الشبكة A وZ. ويوجد مساران مستقلان للطبقة الفرعية ويؤديان دور كيانات نقل الخدمة والحماية بالنسبة إلى إشارة الحركة العادية (المحمية). وتتولى وظائف انتهائية المسار للشبكة الفرعية إنتاج وإدراج ومراقبة واستخراج معلومات رأسية/ OAM للطبقة الفرعية لتحديد حالة كيانات النقل في الخدمة والحماية. وتنقل معلومات تبديل الحماية الأوتوماتي على حماية توصيل الشبكة الفرعية، ما عدا في حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

وحالات المعماريات 1:n، m:n و$(1:1)^n$ مع/دون حركة إضافية عبارة عن تمديدات للمعمارية 1+1/1:1، وفقاً لأوصاف أنماط المعمارية الواردة في البند 7.



ملاحظة – لا تنطبق إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي على حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

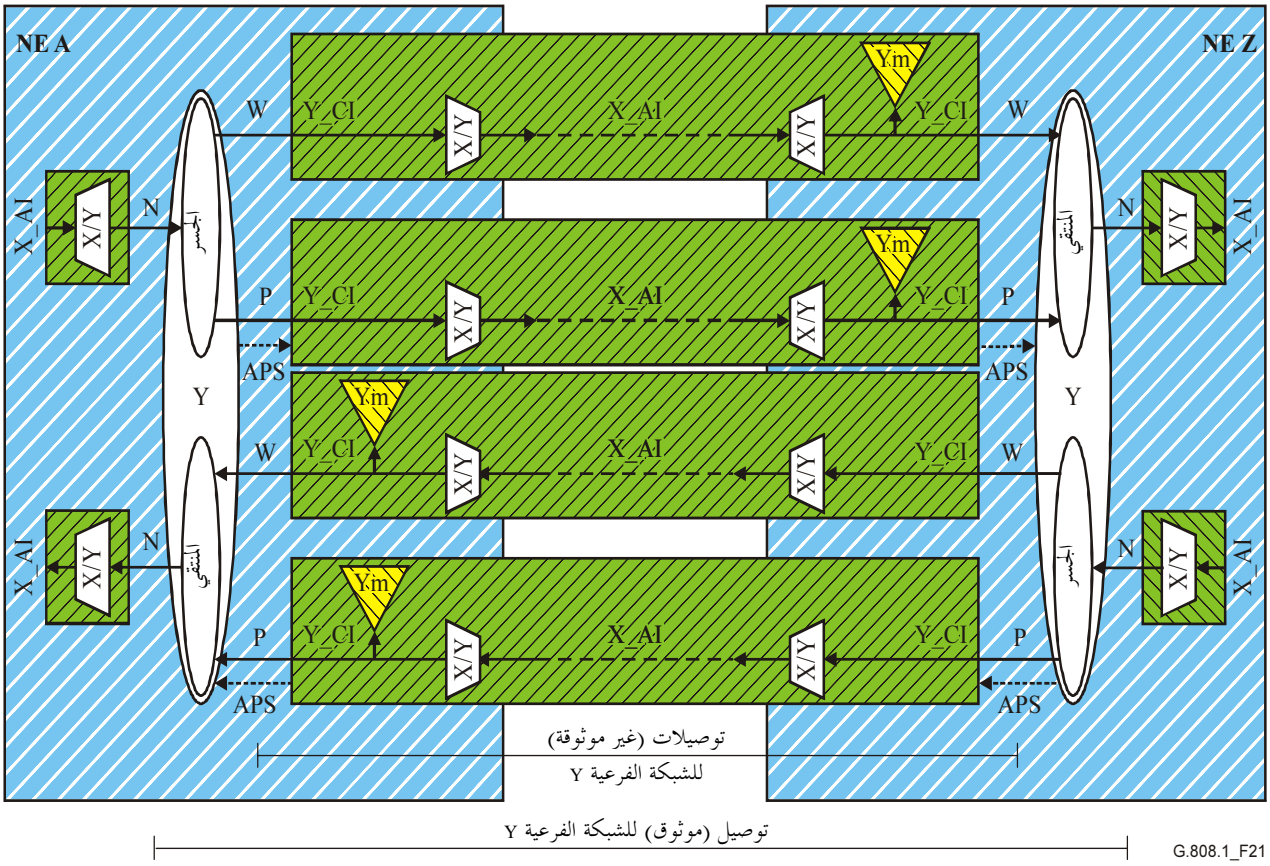
الشكل G.808.1/20 – نموذج وظيفي للحماية SNC/S 1+1/1:1

ملاحظة – تُستعمل وظائف انتهائية مسار الطبقة الفرعية (مثل وظائف انتهائية التوصيل المتعاقب/القطاعات) لأغراض إدارية (مراقبة نوعية خدمة النقل عبر مجال الشبكة الإداري) ولأغراض الحماية. ولأغراض الحماية، يتوافق موقع انتهائيات مسار الطبقة الفرعية مع ما هو مبين في الأشكال SNC/S. أما فيما يتعلق بالأغراض الإدارية، فإن الموقع الأفضل يوجد في الناحية الأخرى من دالة التوصيل.

2.1.2.11 الحماية SNC/N 1+1

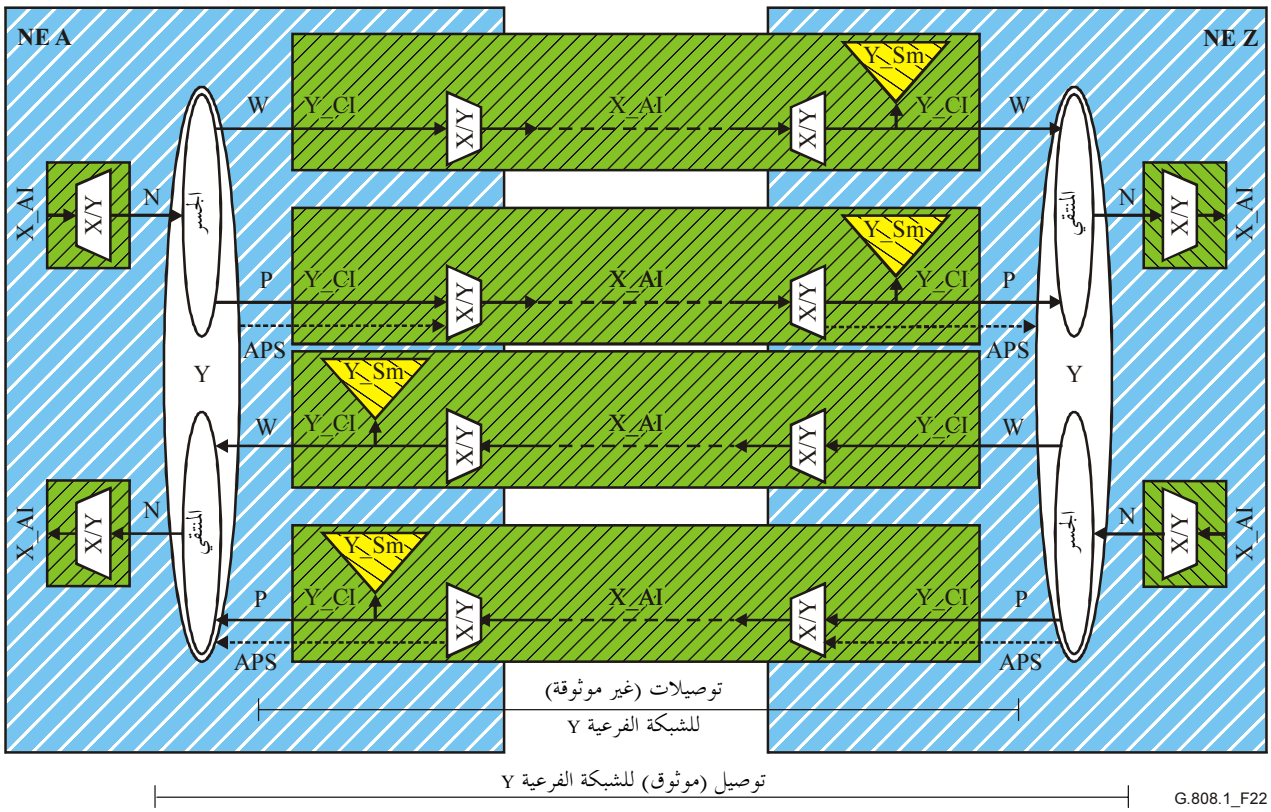
في حالة الحماية SNC 1+1، يعرّف مخطط التعقيد المنخفض بوصفه: SNC/N.

ويوضح الشكلان 21 و22 حالة حماية SNC/N 1+1 بين الدخول والخروج للمجال المحمي بين عنصري الشبكة A وZ. وتوجد توصيلتان مستقلتان للشبكة الفرعية يؤديان دور كيانات النقل في الخدمة والحماية بالنسبة إلى إشارة الحركة العادية (المحمية). وتتولى وظائف المراقبة غير المقتحمة (Ym_TT_Sk, Y_Sm_TT_Sk) مراقبة معلومات رأسية/OAM الطبقة الفرعية (SNC/Ns) لتحديد حالة كيانات النقل في الخدمة والحماية. وتُنقل معلومات تبديل الحماية الأوتوماتي على الحماية SNC، إلا في حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.



ملاحظة – لا تنطبق إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي على حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

الشكل G.808.1/21 – نموذج وظيفي للحماية 1+1 SNC/Ne



ملاحظة – لا تنطبق إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي على حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

الشكل G.808.1/22 – نموذج وظيفي للحماية 1+1 SNC/Ns

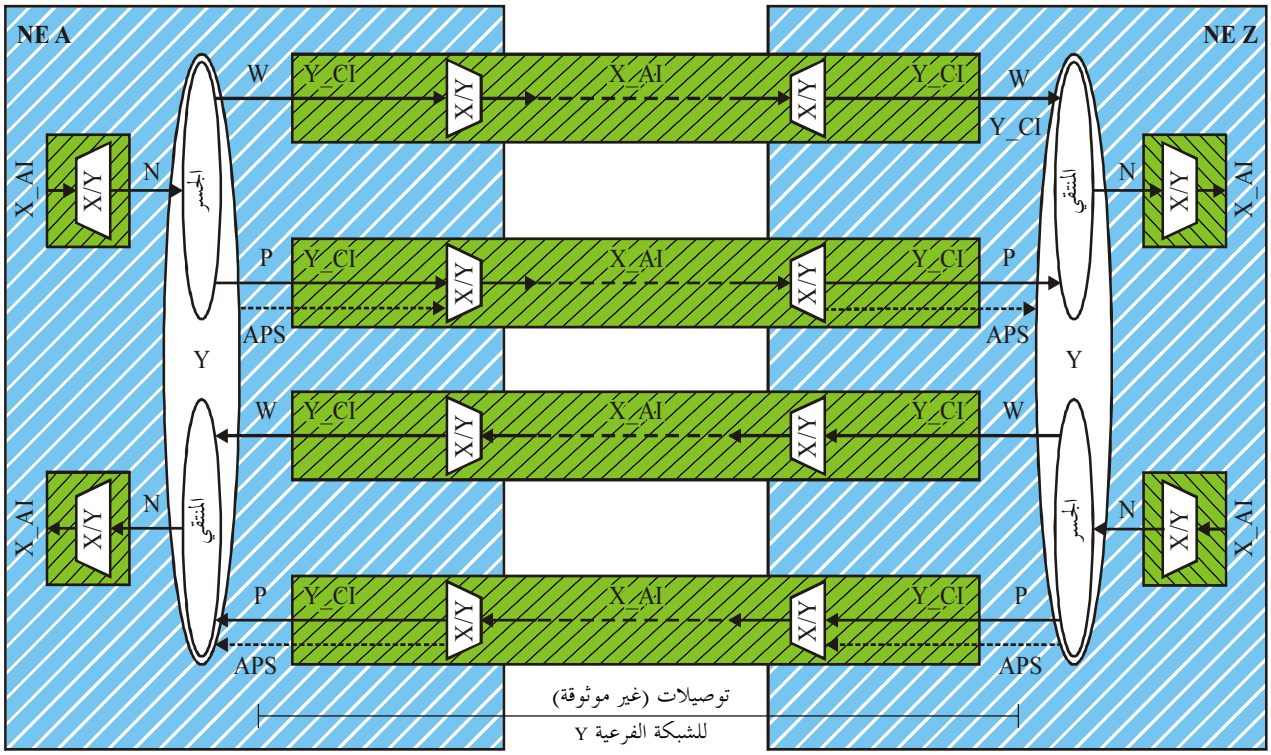
3.1.2.11 الحماية SNC/I 1+1/1:n

في حالة الحماية SNC 1+1/1:n، يحدد مخطط *التعقيد المنخفض* بوصفه: SNC/I.

يوضح الشكل 23 حالة الحماية SNC/I من النمط 1+1/1:1 بين مدخل ومخرج المجال المحمي بين عنصري الشبكة A وZ. وتوجد توصيلتان مستقلتان للشبكة الفرعية يؤديان دور كيانات النقل في الخدمة والحماية بالنسبة إلى إشارة الحركة العادية (المحمية). وتتولى وظائف التكييف X/Y مراقبة المعلومات المكيفة لطبقة وحدة الخدمة في حالة فشل الإشارة لتحديد حالة كيانات النقل في الخدمة والحماية. وتُنقل معلومات حماية تبديل الحماية الأوتوماتي على الحماية SNC ما عدا في حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

وحماية SNC/I، بصفة عامة، هي مخطط حماية لتوصيل وصلة وحيدة (لا تغطي إلا مساراً واحداً لطبقة وحدة الخدمة) لأن وظائف التكييف تستخرج حالاتها SSF وSSD انطلاقا من الإشارة TSF/TSD لمسار طبقة وحدة الخدمة. ويُعاد إرسال حالة العطب TSF كإشارة صيانة AIS/FDI لطبقة العميل، ولا تكون مرئية بهذا الشكل عند وظائف التكييف في الاتجاه الهابط. ولا يُعاد إرسال معلومات الانحطاط TSD.

وتُستثنى من ذلك حماية SNC/I للحاويات VC-n في التراتب SDH: إذ بإمكان SNC/I حماية توصيل وصلة مركبة متسلسلة لأنه يتم الكشف عن إشارة الصيانة AIS في كل وظيفة تكييف تقع في الاتجاه الهابط لنقطة الإدراج.



ملاحظة – لا تنطبق إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي على حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

الشكل G.808.1/23 – نموذج وظيفي للحماية SNC/I 1+1/1:1

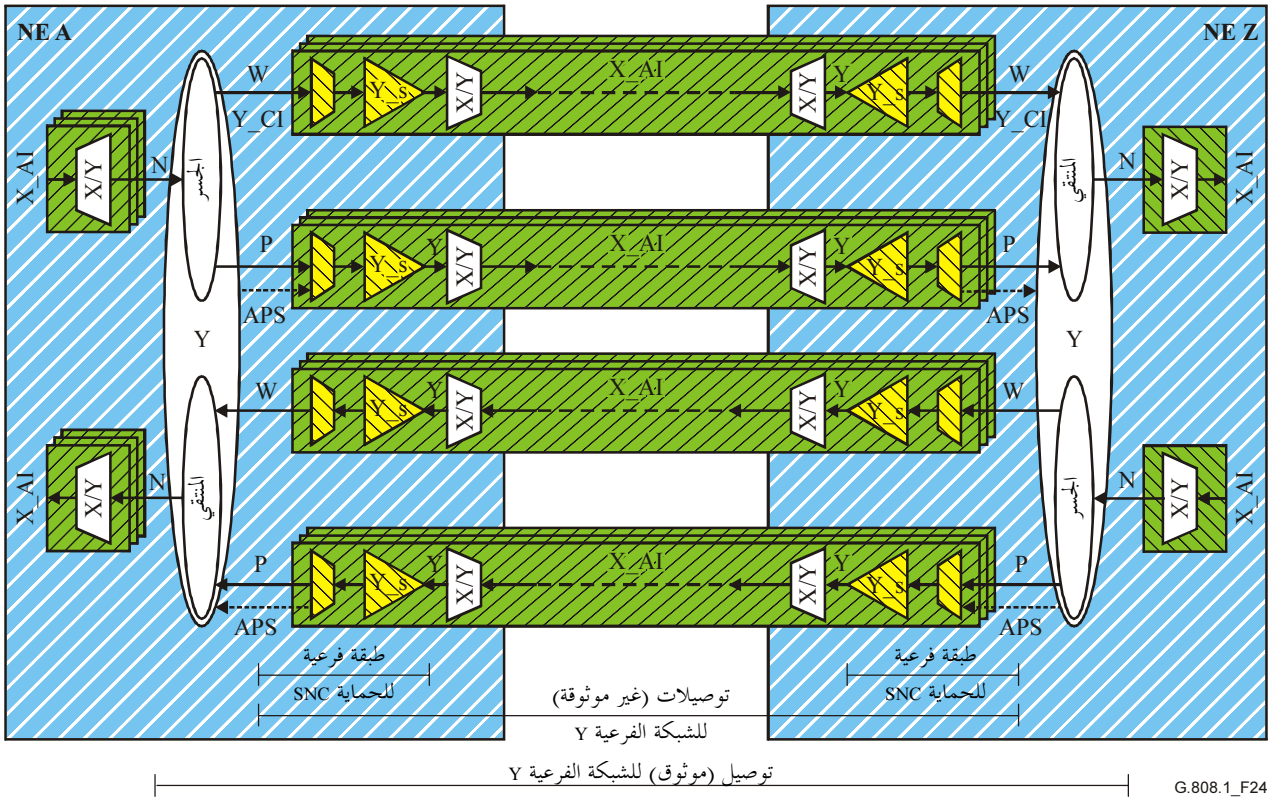
2.2.12 حماية زمرة التوصيلات SNC

1.2.2.11 الحماية SNC/S

يوضح الشكل 24 حالة حماية زمرة SNC/S من النمط 1+1/1:1 بين عنصري الشبكة A وZ. وتوجد في هذا المثال ثلاثة توصيلات للشبكة الفرعية متوازية ومستقلة (مرتين)، تخضع إلى المراقبة في مسار الطبقة الفرعية، وتؤدي دور زمر كيانات

النقل في الخدمة والحماية بالنسبة إلى إشارات الحركة العادية (المحمية) الثلاث. وإشارات الحركة العادية المتوازية الثلاث في الزمرة محمية بصفة مشتركة بواسطة وظيفة توصيل الطبقة. وتتولى وظائف انتهائية مسار الطبقة الفرعية إنتاج وإدراج ومراقبة واستخراج معلومات رأسية/تدفق OAM للطبقة الفرعية لتحديد حالة كيانات النقل في الخدمة والحماية. وتُنقل معلومات تبديل الحماية الأوتوماتي على إحدى الوصلات SNC للحماية، ما عدا في حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

وحالات المعماريات 1:n وm:n و$(1:1)^n$ مع/دون حركة إضافية عبارة عن تمديدات للمعمارية 1+1/1:1، وفقاً لأوصاف أنماط المعمارية الواردة في الفقرة 7.



ملاحظة – لا تنطبق إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي على حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

الشكل G.808.1/24 – نموذج وظيفي لحماية زمرة SNC/S من النمط 1+1/1:1

يحتوي الشكل 11 على تفاصيل إضافية لعمليات وظيفة توصيل الحماية. وتختص حماية الزمرة بالعملية المنطقية SFG/SFD. وتتولى هذه العملية "دمج" إشارات فشل إشارة المسار (TSF) الفردية في زمرة فشل إشارة وحيدة (SFG)، ودمج الإشارة الفردية لإشارة انحطاط إشارة المسار (TSD) في إشارة واحدة لانحطاطات الزمرة (SDG).

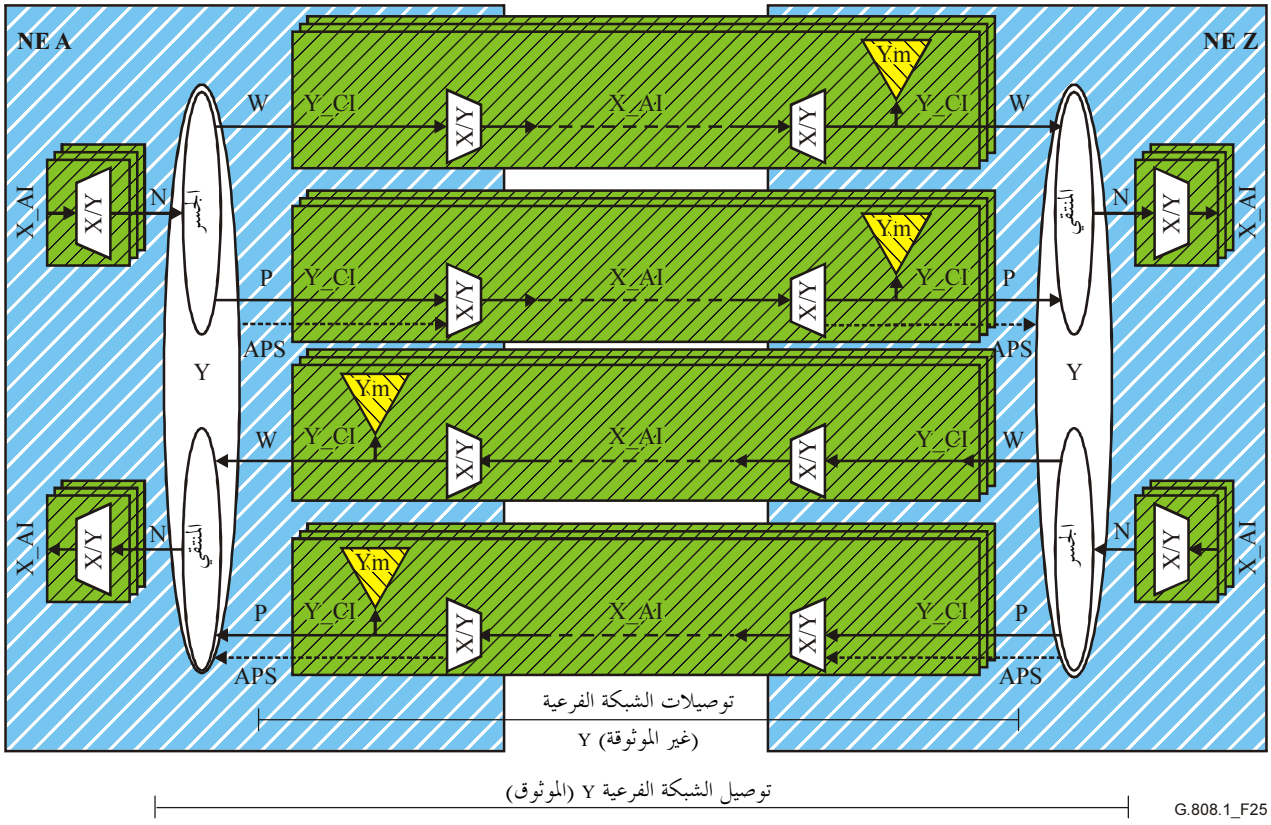
ويمكن أن يعمل منطق الزمرة SNC/S SFG/SDG بأساليب مختلفة:

- W1-TSF = W-SFG أو W2-TSF أو W3-TSF؛ P1-TSF = P-SFG أو P2-TSF أو P3-TSF؛
- W1-TSF = W-SFG؛ P1-TSF = P-SFG؛
- X% = W-SFG من الإشارات Wi-TSF نشطة؛ X% = P-SFG من الإشارات Pi-TSF نشطة؛
- نفس الشيء بالنسبة إلى SDG.

2.2.2.11 الحماية SNC/N 1+1

يوضح الشكل 25 حالة حماية الزمرة SNC/N من النمط 1+1 بين عنصري الشبكة A وZ. ويحتوي هذا المثال على ثلاث توصيلات متوازية ومستقلة للشبكة الفرعية، وتؤدي دور زمر كيانات النقل في الخدمة والحماية بالنسبة إلى إشارات الحركة العادية الثلاث (المحمية). وتتولى وظيفة توصيل الطبقة حماية إشارات الحركة العادية المتوازية الثلاث في الزمرة بصفة مشتركة. وتتولى وظائف المراقبة NIM مراقبة معلومات رأسية/تدفق OAM من طرف لطرف (SNC/Ne) أو في الطبقة الفرعية

(SNC/Ns) لتحديد حالة كيانات النقل في الخدمة أو الحماية. وتنقل معلومات تبديل الحماية الأوتوماتي على إحدى التوصيلات SNC للحماية، ما عدا في حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.



ملاحظة – لا تنطبق إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي على حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

الشكل G.808.1/25 – نموذج وظيفي لحماية زمرة SNC/Ne من النمط 1+1

يحتوي الشكل 11 على تفاصيل إضافية لعمليات وظيفة توصيل الحماية. وتختص حماية 1+1 لزمرة التوصيلات SNC/N بالعملية المنطقية SFG/SDG. وتتولى هذه العملية "دمج" إشارات فشل إشارة المسار الفردية الثلاث في في زمرة SF الوحيدة، ودمج إشارات انحطاط إشارة المسار (TSD) الفردية في زمرة (SDG) وحيدة.

ويمكن أن يعمل منطق الزمرة SFG/SDG للحماية SNC/N بأساليب مختلفة:

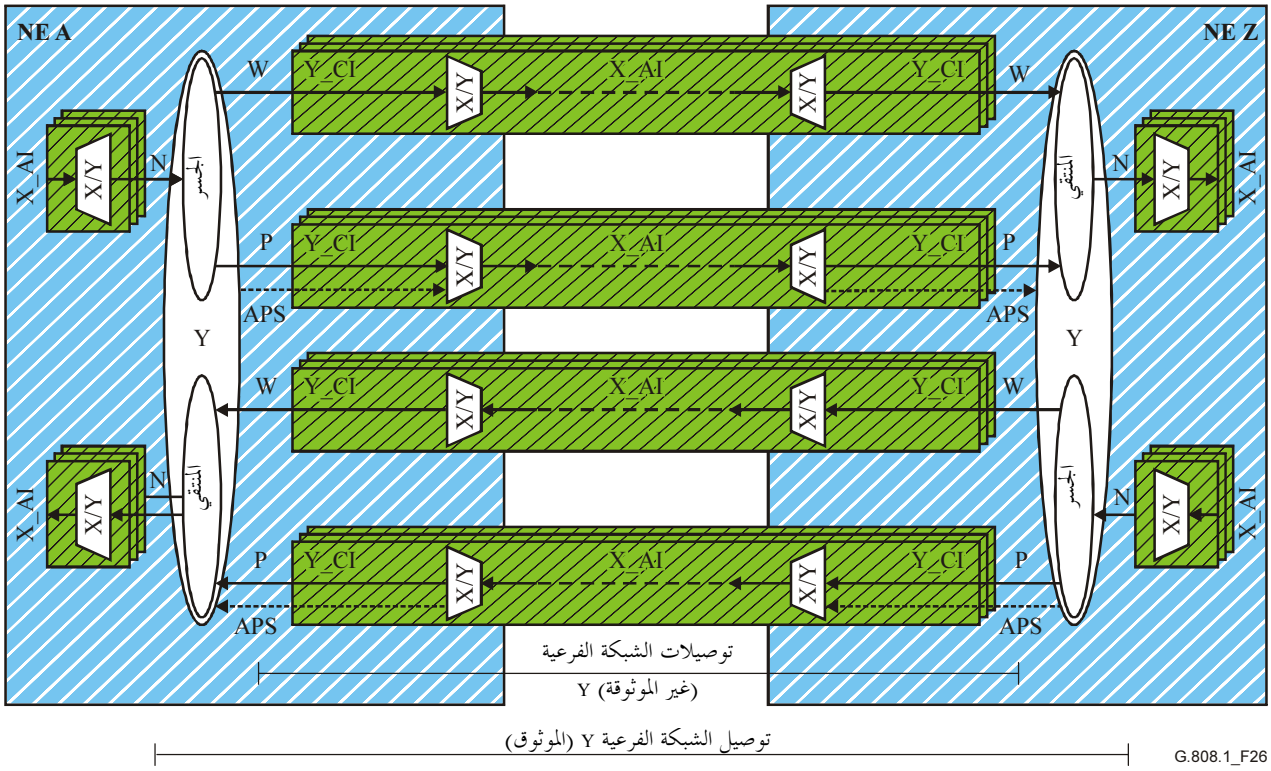
- W-SFG = (W1-TSF وليس P1-TSF) أو (W2-TSF وليس P2-TSF) أو (W3-TSF وليس P3-TSF)؛
  P-SFG = (P1-TSF وليس W1-TSF) أو (P2-TSF وليس W2-TSF) أو (P3-TSF وليس W3-TSF)؛
- W-SFG = (W1-TSF وليس P1-TSF)؛ P-SFG = (P1-TSF وليس W1-TSF)؛
- W-SFG = X% من الإشارات (Wi-TSF وليس Pi-TSF) النشطة؛
  P-SFG = X% من الإشارات (Wi-TSF = Pi-TSF)؛
- نفس الشيء بالنسبة إلى SDG.

وبالنسبة إلى إشارات الحاويات الافتراضية VC-n التسلسلية في التراتب SDH (VC-n-Xv)، ينبغي الإعلان عن حالات الزمرة SF وSD حالما تكون الإشارة X التي تحتوي عليها الزمرة في حالة عطب أو انحطاط.

- W-SFG = W1-TSF أو W2-TSF أو W3-TSF؛ P-SFG = P1-TSF أو P2-TSF أو P3-TSF؛
- نفس الشيء بالنسبة إلى SDG.

3.2.2.11 الحماية 1+1 SNC/I

يوضح الشكل 26 حالة حماية الزمرة SNC/I من النمط 1+1 بين عنصري الشبكة A وZ. ويحتوي هذا المثال على ثلاثة توصيلات مستقلة ومتوازية للشبكة الفرعية، وتؤدي دور زمر كيانات النقل في الخدمة والحماية بالنسبة إلى إشارات الحركة العادية (المحمية) الثلاث. وتتولى وظيفة توصيل الطبقة حماية إشارات الحركة العادية المتوازية الثلاث التي تحتوي عليها الزمرة. وتتولى وظائف التكييف X/Y مراقبة المعلومات المكيفة لطبقة وحدة الخدمة عند حدوث عطب في الإشارة لتحديد حالة كيانات النقل في الخدمة والحماية. وتنقل معلومات تبديل الحماية الأوتوماتي على إحدى توصيلات SNC للحماية، ما عدا في حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.



ملاحظة – لا تنطبق إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي على حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

الشكل G.808.1/26 – نموذج وظيفي لحماية زمرة SNC/I من النمط 1+1

يحتوي الشكل 11 على تفاصيل إضافية عن عمليات وظيفة توصيل الحماية. وتختص العملية المنطقية للزمرة SFG بحماية الزمرة SNC/I من النمط 1+1. و"تدمج" هذه العملية الإشارات الفردية الثلاث لإشارة عطب وحدة الخدمة (SSF) في إشارة واحدة لعطب الزمرة (SFG).

ويمكن أن يعمل منطق الزمرة SFG للحماية SNC/I في أساليب مختلفة:

- W-SFG = (W1-SSF وليس P1-SSF) أو (W2-SSF وليس P2-SSF) أو (W3-SSF وليس P3-SSF)؛
  P-SFG = (P1-SSF وليس W1-SSF) أو (P2-SSF وليس W2-SSF) أو (P3-SSF وليس W3-SSF)؛
- W-SFG = (W1-SSF وليس P1-SSF)؛
  P-SFG = (P1-SSF وليس W1-SSF)؛
- W-SFG = X% من الإشارات (Wi-SSF وليس Pi-SSF) النشطة؛ P-SFG = X% من الإشارات (Pi-SSF وليس Wi-SSF) النشطة.

وبالنسبة إلى إشارات الحاويات الافتراضية VC-n التسلسلية في التراتب SDH (VC-n-Xv)، ينبغي الإعلان عن حالات زمرة SF وSD في حالة عطب أو انحطاط إحدى الإشارات X التي تحتوي عليها الزمرة.

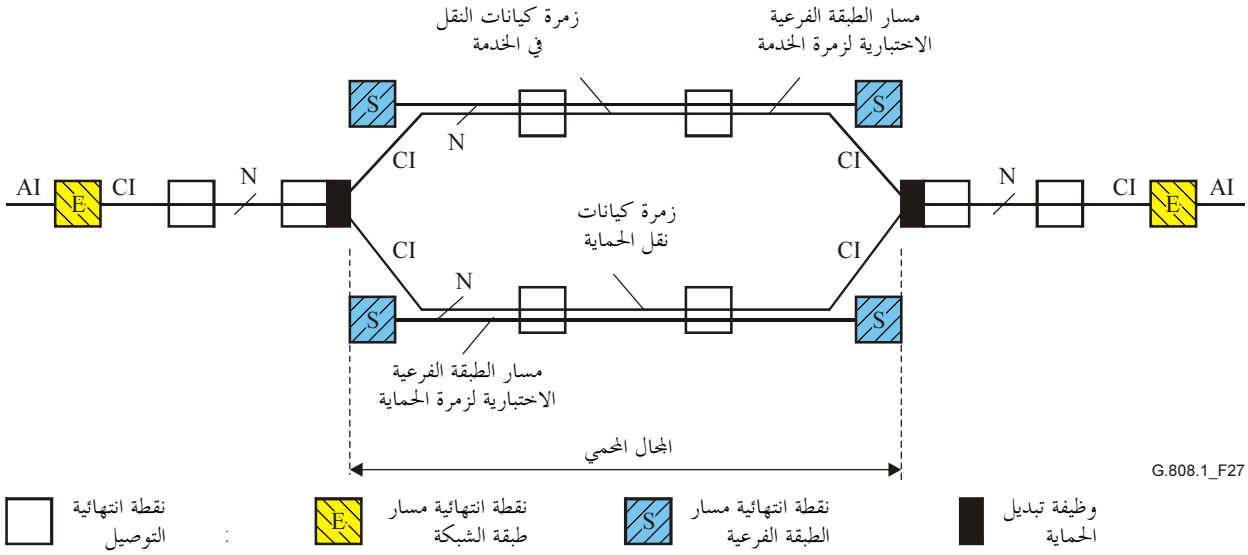
- W1-SSF = W-SFG أو W2-SSF أو W3-SSF؛ P1-SSF = P-SFG أو P2-SSF أو P3-SSF؛
- نفس الشيء بالنسبة إلى SDG.

4.2.2.11 الحماية SNC/T

نظراً للعدد الكبير للروافد الأساسية في بعض تقنيات الإرسال (أسلوب النقل اللاتزامني، مثلاً)، يمكن توزيع الروافد الأساسية الإضافية في إشارات طبقة وحدة الخدمة في الخدمة والحماية لنقل إشارات الاختبار بواسطة كيانات النقل التجريبية (الشكلان 27 و29). ويمكن استعمال إشارات الاختبار هذه (إشارة لكل كيان في الخدمة، إشارة لكل كيان حماية) محل معلومات الزمرة SFG/SDG على النحو الموصوف أعلاه. وتنقل إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي بواسطة كيان النقل للحماية التجريبية.

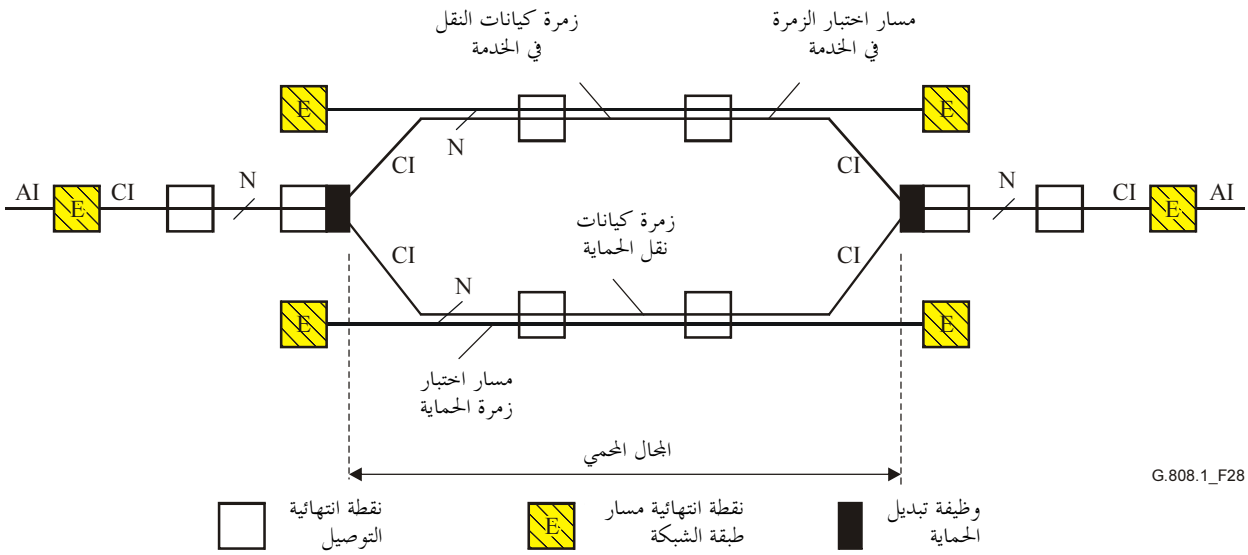
ويعمل منطق الزمرة SFG/SDG كما يلي:

- Wt-TSF = W-SFG
  Pt-TSF = P-SFG
- Wt-TSD = W-SDG
  Pt-TSD = P-SDG

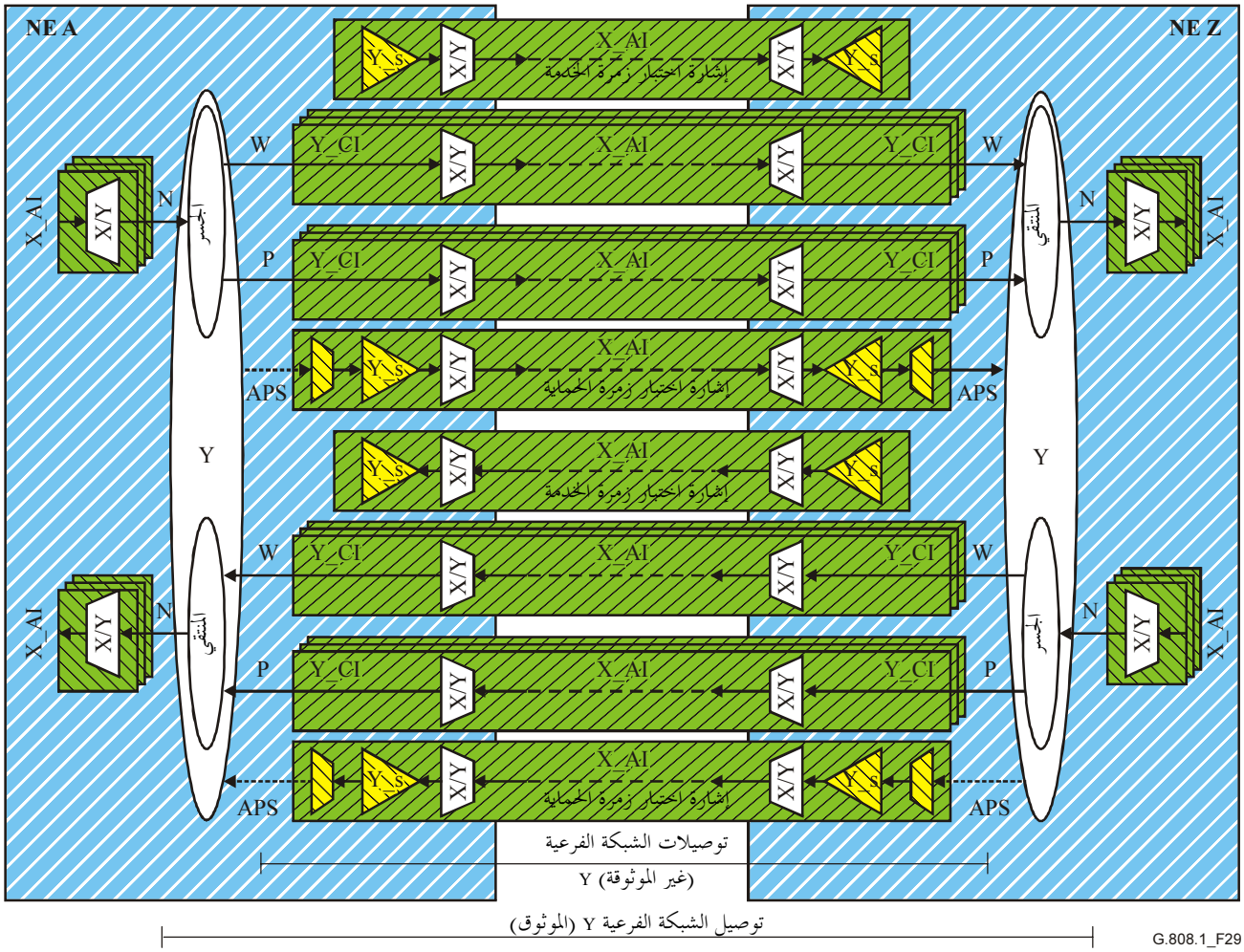


الشكل G.808.1/27 – حماية زمرة SNC/Ts 1:1 أو 1+1 باستعمال انتهائيات مسار الطبقة الفرعية

يمكن لحماية زمرة SNC/T أن تستعمل أيضاً رأسية /تدفق OAM من طرف لطرف لإنشاء مسار طبقة الشبكة من طرف لطرف كمسار اختباري (الشكل 28). وعادة ما تحدد نماذج التجهيزات موقع هذه الوظائف لانتهائية الطبقة عند وحدات نفاذ "الناحية الأخرى" لوظيفة التوصيل، أي أنها لا تكون متاحة بسهولة لأغراض مسار اختبار حماية الزمرة.



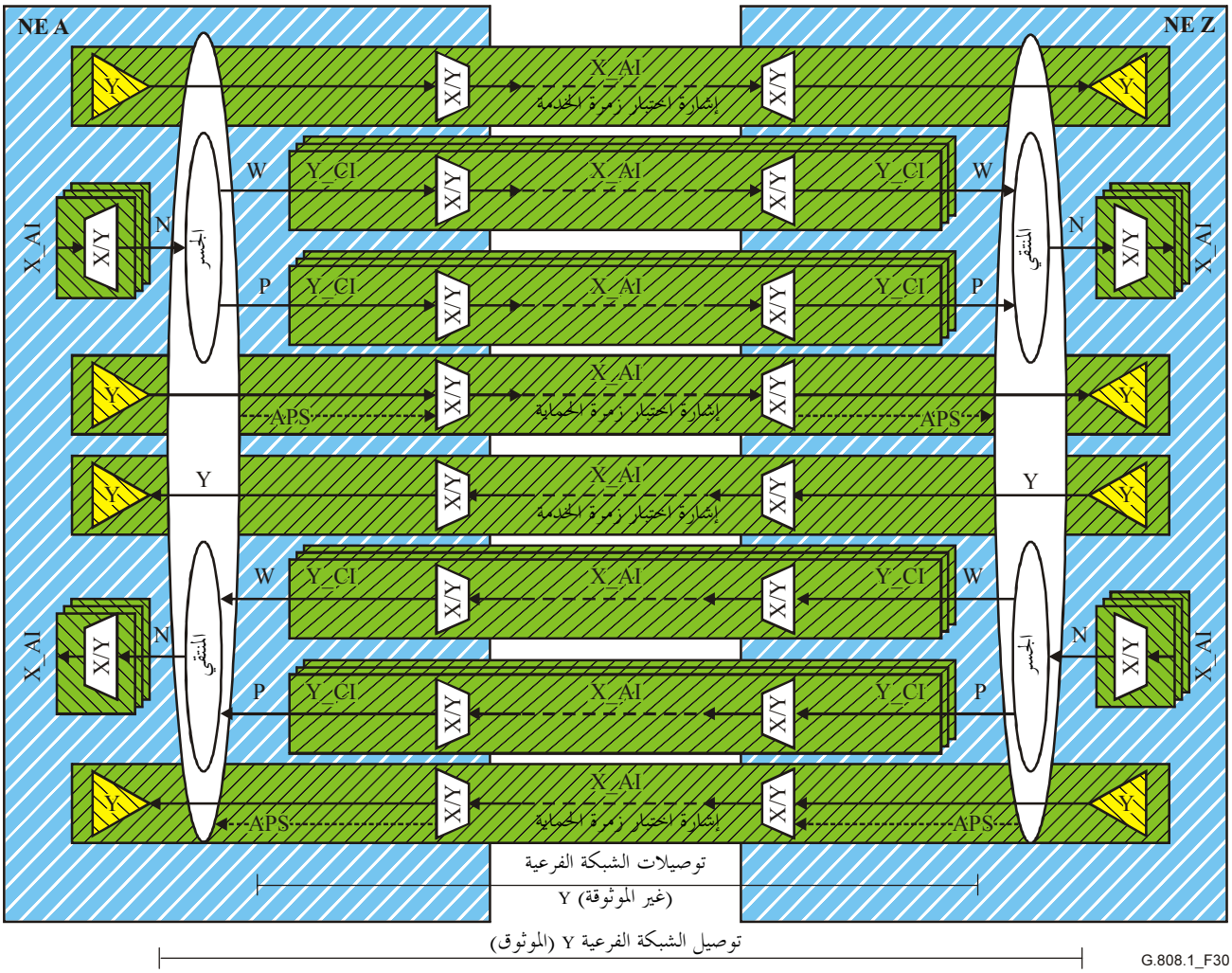
الشكل G.808.1/28 – حماية زمرة SNC/Te من النمط 1:1 أو 1+1 تستعمل انتهائيات مسار طبقة الشبكة



ملاحظة – لا تنطبق إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي على حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

الشكل G.808.1/29 – نموذج وظيفي لحماية زمرة SNC/Ts من النمط 1+1/1:1 باستعمال انتهائيات مسار الطبقة الفرعية

ملاحظة – ينبغي لمسار الاختبار (الطبقة الفرعية) أن يحتوي، في حالة أسلوب النقل اللاتزامني، على إشارة اختبار يكون فيها التحقق من الاستمرارية نشطاً. وإذا كان التحقق من الاستمرارية غير نشط، لا ينقل مسار الاختبار هذا (الطبقة الفرعية) أي معلومة في الحالات العادية الخالية من العيوب. وفي حالة حدوث عيب، تُدرج خلايا الإشارة AIS. وعندما لا يوجد العيب إلا لفترة وجيزة من الوقت (بسبب "إجراء حماية في الطبقة المادية"، مثلاً)، يتولى كشاف العيوب AIS الذي يوجد في طرف مسار الاختبار (في الطبقة الفرعية) الكشف عن حالة العيب AIS لفترة تتراوح بين ثانيتين وثلاث ثوان وفقاً لتعريف حالة AIS الواردة في التوصية ITU-T I.610. وعندما تكون مراقبة التحقق من الاستمرارية نشطة، تزال حالة العيب AIS فور استقبال خلية التحقق من الاستمرارية، أي في غضون ثانية بعد إزالة انقطاع الحركة.



ملاحظة – لا تنطبق إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي على حالة التبديل 1+1 أحادي الاتجاه.

الشكل G.808.1/30 – نموذج وظيفي لحماية زمرة SNC/Te من النمط 1+1/1:1 باستعمال انتهائيات مسار شبكة الطبقة

12 القدرة على توصيلات الوصلة متعددة الإرسال العكسي على الاستمرار

يوجد العديد من منهجيات النقل التي تدعم تعدد الإرسال العكسي. ويمكن استعمال تعدد الإرسال العكسي لنقل إشارة عميل بتوزيع الحمولة النافعة ونقل الأجزاء على عدد من المسارات الفردية عبر الشبكة. ويمكن اعتبار مختلف المسارات التي تنقل الأجزاء أعضاء في زمرة تعدد الإرسال العكسي.

ويمكن استخدام مخططات تعدد الإرسال العكسي التي توفر وسيلة مواءمة لعيب الشبكة (مثل التسلسل الافتراضي مع المخطط LCAS) لتوفير القدرة على استمرار مسار الإشارة P-X عبر شبكة المشغل بأكملها أو عبر عدة شبكات المشغل. ويمكن أن تستعمل معمارية القدرة على الاستمرار من طرف لطرف في مختلف طوبولوجيات الشبكة (مثل الشبكات المتشابكة،

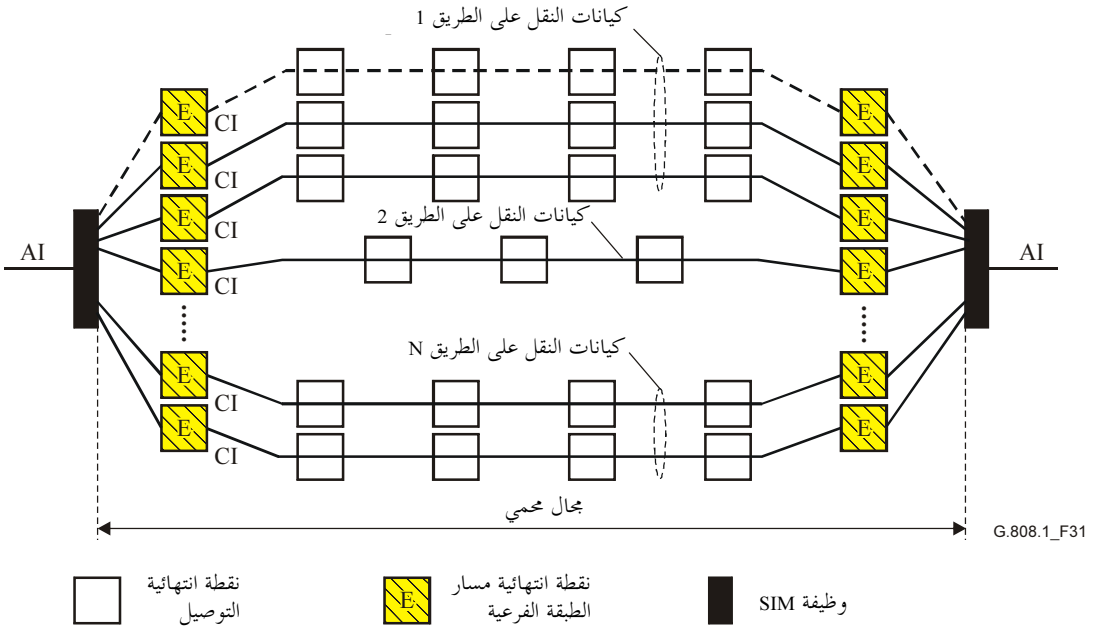
والحلقية، وغيرها). وبما أن الأمر يتعلق بآلية متخصصة للقدرة على الاستمرار، لا يوجد أي قيد أساسي على عدد عناصر الشبكة داخل المسارات.

ويعمل المخطط SIM في كل تركيبات معماريات الحماية والتبديل والتشغيل.

ويتيح المخطط SIM الحماية عموماً من العيوب في طبقة وحدة الخدمة ومن حدوث عيوب في التوصيل وانحطاط الأداء في طبقة العميل.

ويسمح المخطط SIM بحماية المعلومة المكيفة (أي إجمالي الحمولة النافعة للمعلومة المميزة الفردية لطبقة الشبكة). انظر الشكل 31.

وتتمثل وسيلة المواءمة في إلغاء جزء من الحمولة النافعة التي تُنقل بواسطة أي عضو في زمرة تعدد الإرسال العكسي يتعرض لحالة عيب في كيان النقل. ويؤدي ذلك إلى انخفاض حجم الحمولة النافعة للمعلومة المكيفة.



الشكل G.808.1/31 – مفهوم تنوعي للقدرة على استمرارية مسار تعدد الإرسال العكسي

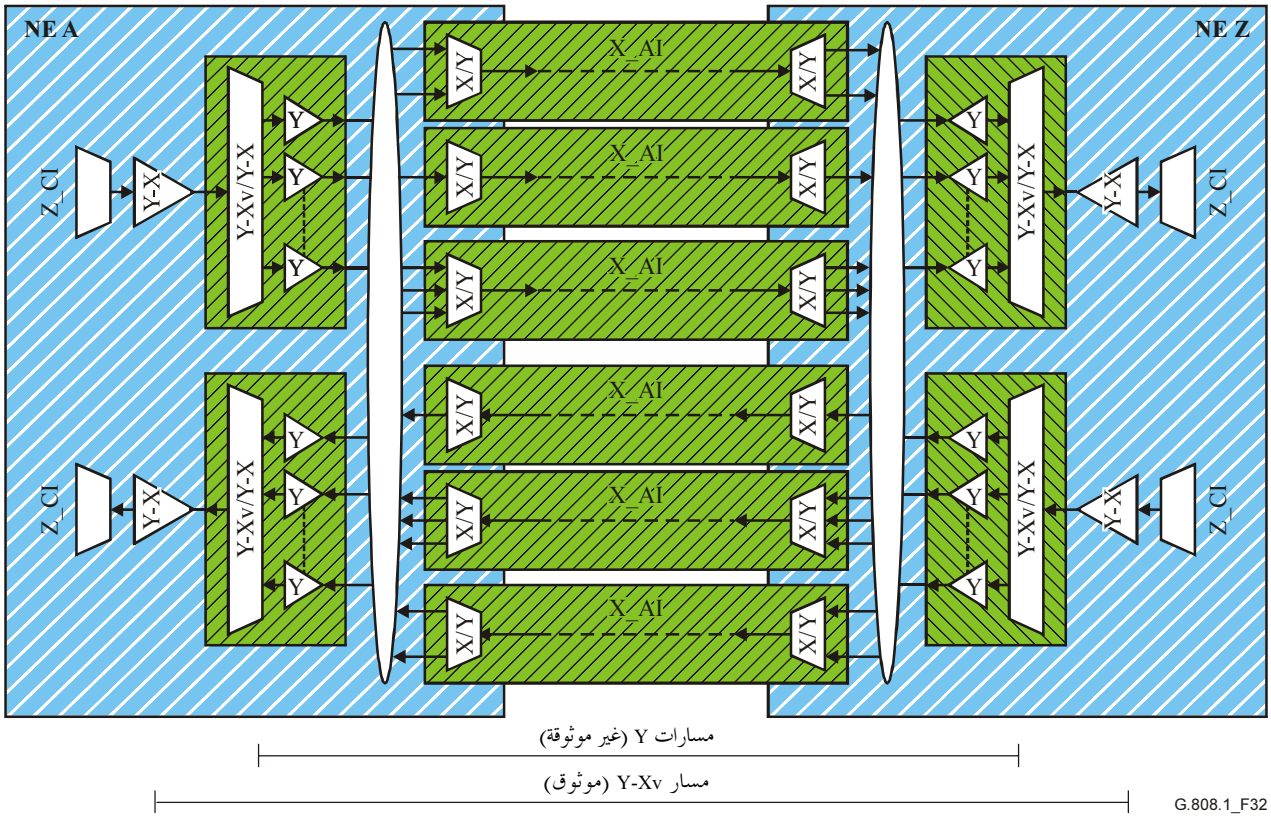
تُنقل المعلومة المكيفة بواسطة زمرة تعدد الإرسال العكسي، ولها X من الأعضاء، موزعة على المسارات N، حيث:

- N = عدد الطرق ($1 \le N \le X$) التي تحتوي كل واحدة منها على توصيل واحد أو أكثر من توصيلات الشبكة داخل المجموعة IMG.
- X = عدد الأعضاء في IMG الذين يُطلب منهم نقل المعلومة المكيفة على عرض نطاق طبقة العميل + سعة الحركة الإضافية/الحماية Z ($X \ge 1, Z \ge 0$) Z.
- B = عرض النطاق الكلي للأعضاء X+Z في المجموعة. $B = \sum_{i}^{X+Z} B_i$
- B_{ACT} = الحمولة النافعة المنقولة بالفعل ($0 \le B_{ACT} \le B$)؛ بسبب فشل مسار أو أكثر من مسارات الأعضاء، ولن يُستعمل عرض نطاق مسار عضو أو أكثر في IMG لنقل المعلومة المكيفة.

ويوجد المخطط SIM مستقلاً عن الحماية في طبقات وحدة الخدمة.

1.12 نموذج وظيفي للمخطط SIM

يوضح الشكل 32 استعمال المخطط SIM للنقل بين عنصري الشبكة A وZ. وتستعمل عدة مسارات مستقلة (في شبكة الطبقة Y) ككيانات نقل لإشارة الحركة العادية (حمولة نافعة) Z_CI. وتتولى الوظائف X/Y_TT للمسار X توليد وإدراج ومراقبة واستخراج معلومات الرأسية من طرف لطرف لتحديد حالة كيانات النقل الفردية. وتتولى وظائف تكييف تعدد الإرسال العكسي Y-Xv/Y-X_A توليد وإدراج ومراقبة واستخراج معلومات رأسية تعدد الإرسال العكسي لتحديد وتراصف حالة الأعضاء X في IMG.



الشكل G.808.1/32 – نموذج وظيفي SIM

تتولى وظائف تكييف تعدد الإرسال العكسي Y-Xv/Y-X_A توزيع وجمع الحمولة النافعة المنقولة باستعمال X_{ACT} مسارات Y شبكة الطبقة المتاحة، المستخرجة من X مسارات Y لشبكة الطبقة المقدمة.

13 أداء تبديل الحماية

يرد توضيح النموذج الزمني لتبديل الحماية المستخرج من التوصية ITU-T M.495 في الشكل 33. وتُحدد معلمات هذا النموذج كالآتي:

1.13 وقت الكشف، T1: فاصل زمني بين حدوث انحطاط الشبكة والكشف عن فشل الإشارة (SF) أو انحطاط الإشارة (SD) الذي يسببه انحطاط الشبكة.

2.13 وقت انتظار الحماية، T2: فاصل زمني بعد الكشف عن الإشارة SF أو SD وإثباتها كحالة تستدعي إجراء تبديل الحماية.

ملاحظة – تعرف التوصية ITU-T M.495 الوقت T2 بأنه "وقت الانتظار".

3.13 وقت تشغيل تبديل الحماية، T3: فاصل زمني بين إثبات إشارة SF أو SD وإنهاء المعالجة وإرسال إشارات التحكم المطلوبة لإجراء تبديل الحماية.

4.13 وقت نقل تبديل الحماية، T4: فاصل زمني بين إنهاء المعالجة وإرسال إشارات التحكم اللازمة لإجراء تبديل الحماية من ناحية، واستكمال عمليات تبديل الحماية من ناحية أخرى.

5.13 وقت الاستعادة، T5: فاصل زمني بين إنهاء عمليات تبديل الحماية والاستعادة الكاملة للحركة المحمية.

ملاحظة – يمكن أن يشمل هذا الفاصل التحقق من عمليات التبديل، وإعادة تزامن الإرسال الرقمي، وغير ذلك.

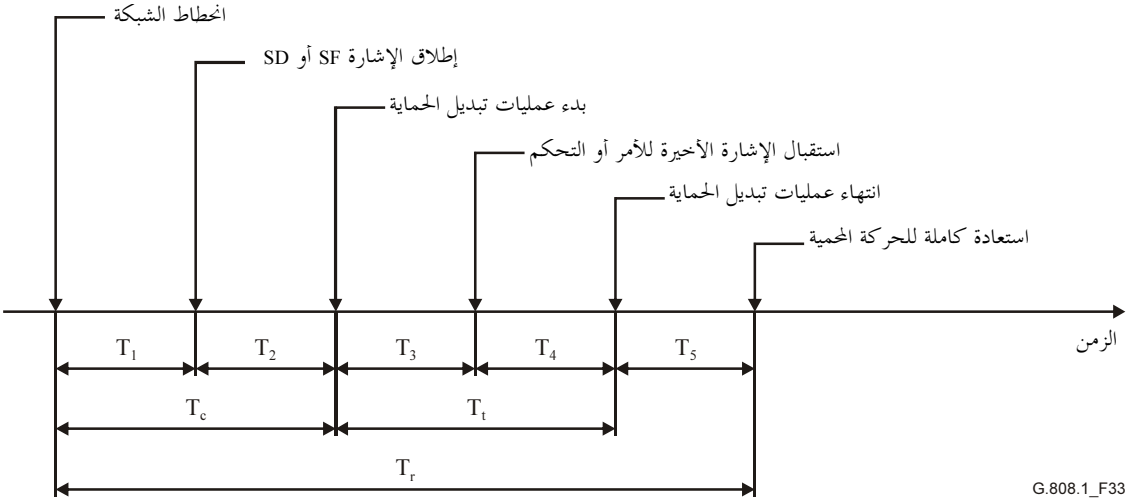
6.13 وقت الإثبات، Tc: فاصل زمني بين حدوث انحطاط الشبكة واللحظة التي يتم فيها إثبات الإشارة SF أو SD على أنها تستدعي عمليات تبديل حماية: $T_c = T_1 + T_2$.

7.13 وقت التحويل، Tt: فاصل زمني بعد إثبات أن الإشارة SF أو SD تستدعي عمليات تبديل حماية حتى إنهاء عمليات تبديل الحماية: $T_c = T_1 + T_2$.

8.13 وقت استعادة الحركة المحمية، Tr: فاصل زمني بين حدوث انحطاط الشبكة واستعادة الحركة المحمية:

$$T_r = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 = T_c + T_t + T_5.$$

ملاحظة – يمكن الكشف عن انحطاط ظاهري في الشبكة بواسطة أحد التجهيزات، ودون إثباته بعد عمليات الإثبات. وفي هذه الحالة، لا يكون سوى كل من الوقت T1 وT2 وثيق الصلة.



الشكل G.808.1/33 – نموذج زمني لتبديل الحماية

14 مؤقت انتظار الحماية

الغرض من وحدات توقيت انتظار الحماية أن تعمل عندما تكون الإشارة محمية بواسطة حماية متداخلة. وينبغي لهذه الوحدات أن تسمح لزمرة الحماية الداخلية باستعادة الحركة قبل أن تحاول زمرة الحماية الخارجية فعل ذلك، بهدف تحديد عدد إجراءات التبديل.

وتطبق وحدات توقيت انتظار الحماية أيضاً في أنماط الحماية SNC/N و1+1 SNC/I لتفادي إجراء تبديل سابق لأوانه بحكم الفارق الزمني التفاضلي بين الطريق القصيرة والطويلة.

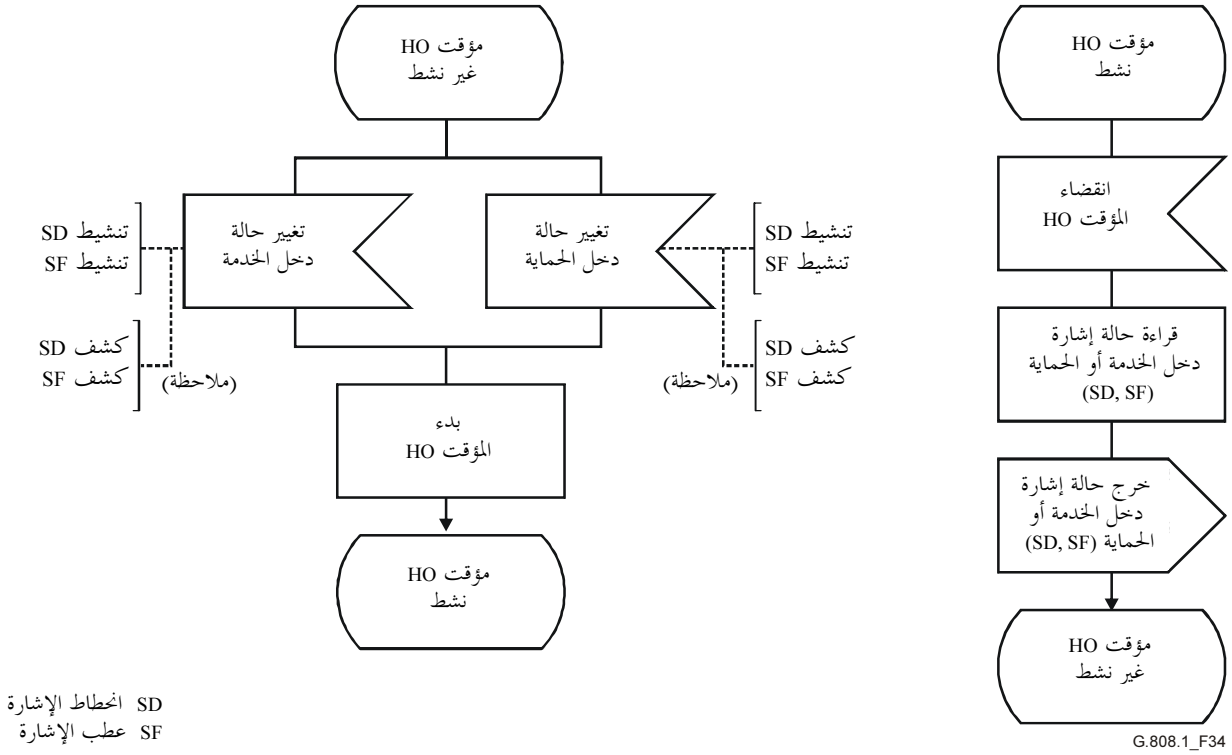
ويجوز لكل منتقي حماية أن يكون له مؤقت انتظار حماية.

ويبدأ مؤقت انتظار الحماية في العمل عندما تصبح حالة أو أكثر من حالات SF أو SD نشطة في زمرة الحماية، وتمتد لفترة غير قابلة لإعادة التدميث، وقابلة للتشكيل من 0 إلى 10 ثوان بسلم X ms. وتبلغ X 100 ms (في SDH، OTN) 500 ms (في أسلوب النقل اللاتزامني).

ولا ترسل الحالات SF/SD المعدلة في هذه الفترة إلى عملية تبديل الحماية.

وعندما تنقضي مدة المؤقت، تقرأ حالة SF/SD لجميع الإشارات وترسل إلى عملية تبديل الحماية. وتتفاعل عملية تبديل الحماية مع الحالة الجديدة SF/SD في هذه النقطة.

ملاحظة – لا يلزم أن توجد حالة الإشارة SF/SD خلال كامل الفترة الزمنية للانتظار لأن حالة انقضاء مدة مؤقت انتظار الحماية فقط هي الوثيقة الصلة. وعلاوة على ذلك، لا تحتاج حالة الإشارة SF/SD التي تطلق مؤقت انتظار الحماية أن تكون نفس الشيء عند انقضاء فترة الانتظار.



ملاحظة – لا يلزم استعمال أحداث حذف SF/SD كوحدات إطلاق بدء مؤقت انتظار الحماية، ولكن يوصى بها لتلافي تبديلات الحماية غير الضرورية، التي يمكن أن تحدث، بطريقة أخرى، في بعض الحالات.

الشكل G.808.1/34 – تشغيل مؤقت انتظار الحماية

15 مؤقت انتظار الاستعادة

لتفادي التشغيل المتكرر لتبديل الحماية، في أسلوب التشغيل العكسي بسب عيب متقطع (مثل تقلب معدل خطأ البتات حول عتبة SD)، يتعين أن يصبح كيان نقل الخدمة المعطوب خالياً من العطب (مثل انخفاض معدل خطأ البتات عن عتبة الاستعادة). وبعد أن يستجيب كيان نقل الخدمة المعطوب لهذا المعيار، ينبغي أن تنقضي فترة زمنية ثابتة قبل أن تستعملها من جديد إشارة حركة عادية. وتُعرف هذه الفترة بفترة انتظار الاستعادة، وتتراوح مدتها بين 5 و12 دقيقة وينبغي أن تكون قابلة للتدميث. وتُلغي حالة الإشارة SF أو SD فترة استعادة الانتظار.

وفي حالة أسلوب التشغيل العكسي، حيث لا تكون الحماية مطلوبة، أي عندما لا يكون كيان نقل الخدمة المعطوب في حالة إشارة SD أو SF (ومع افتراض عدم وجود كيانات نقل أخرى تقوم بالطلب)، يجري تنشيط حالة محلية لانتظار الاستعادة.

وبما أن هذه الحالة تصبح لها أقصى أولوية، تبين في إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي (إذا كان ذلك ملائماً) وتحتفظ بإشارة الحركة العادية المستخلصة من الكيان السابق لنقل الخدمة المعطوب، في كيان نقل الحماية. وتنتهي مدة هذه الحالة عادة وتصبح إشارة فارغة لغياب الطلب (أو إشارة حركة عادية إضافية تشير إلى غياب الطلب، إذا كان ذلك ملائماً). ويُعطل مؤقت انتظار الاستعادة في وقت مبكر إذا استبق طلب من الطلبات الأعلى أولوية هذه الحالة.

16 إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي

تُستعمل إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي لمزامنة الإجراءات عند الطرفين A وZ للمجال المحمي. والمعلومات المبلغ عنها، هي:

- نمط الطلب/الحالة؛
- الإشارة المطلوبة؛
- إشارة التفريع؛
- تشكيل الحماية.

وتحدد المعلومات من نمط الطلب/الحالة حالة الأولوية القصوى للعطب، أو الأمر الخارجي أو حالة عملية الحماية.

وتحدد معلومات الإشارة المطلوبة وإشارة التفريع، عندما تنقل في مجال البتات n:

0 إشارة فارغة؛

1.. $2^n - 2$ إشارة حركة عادية من 1 إلى $2^n - 2$؛

$2^n - 1$ إشارة حركة إضافية.

وتحدد معلومات تشكيل الحماية ما يلي:

- استعمال قناة تبديل الحماية الأوتوماتي؛
- معمارية الحماية (1+1, 1:n)؛
- نمط التبديل (أحادي الاتجاه أو ثنائي الاتجاه)؛
- نمط التشغيل (عكسي، غير عكسي).

وتنقل إشارة تبديل الحماية الأوتوماتي بواسطة قناة التبديل APS. ويمكن من حيث المبدأ توزيع قناة APS على كل كيانات النقل. غير أن توزيع هذه القناة على أحد كيانات نقل الخدمة لا يتيح بصفة كافية القدرة على الاستمرار؛ أي عندما يتعرض كيان نقل الخدمة إلى العطب، فإن الاتصال بين الطرفين يتعرض أيضاً للعطب، ولا تكون الحماية بالتالي ممكنة. وإذاً يجري توزيع قناة تبديل الحماية الأوتوماتي على كيان واحد أو أكثر من كيانات نقل الحماية.

17 الحركة التي لا تخضع لأسبقية وغير المحمية

صنف الحركة التي لا تخضع لأسبقية وغير المحمية هو أحد أصناف الحركة الثلاثة التي تحتوي عليها مخططات حماية المعماريات (1:1) و$(1:1)^n$، والأصناف الأخرى هي الحركة المحمية والحركة الإضافية. ولا ترتبط الحركة NUT بأي حماية، ولكن لا يمكن أن تستخرج من الشبكة لحماية حركة أخرى.

ويسمح النفاذ إلى قناة حركة إضافية أو قناة حماية باستعمال كيانات حماية لنقل الحركة الإضافية أثناء التشغيل العادي في المعماريات (1:1) و$(1:1)^n$. وتستخرج هذه الحركة عند حدوث تبديل الحماية. وتتيح الحركة الإضافية خدمة أقل سعراً من الحركة المحمية أو من الحركة التي لا تخضع لأسبقية وغير المحمية. ولا يرتبط بالحركة المحمية لأنه يتأتى من عميل مختلف ويمكن أن يُستعمل مثلاً لتوفير سعة إضافية استجابة لحدث رئيسي.

18 كيان نقل (حماية) الحركة الإضافية التي تستعمل الرأسية/OAM

في حالة الحماية $SNC/S^n(1:1)$ مع حركة إضافية، لا يتطلب كيان النقل (الحماية) للحركة الإضافية إضافة انتهائية مسار الطبقة الفرعية. ويحتوي كيان نقل (حماية) الحركة الإضافية على شق فرعي مكرساً في الإشارة الناجمة، المتميزة عن الشقوق الفرعية في كيانات النقل المستعملة في الحماية لتسيير حركة الإشارة العادية.

ولا تؤثر حالة كيان النقل (الحماية) للحركة الإضافية على تشغيل تبديل الحماية، وبهذا الشكل، ليس المطلوب هنا مراقبة كيان النقل هذا.

19 الأوامر الخارجية

يمكن تعديل السلوك المستقل لعملية تبديل الحماية خلال حالات العطب لكيانات النقل بواسطة الأوامر الخارجية (للتبديل) التي يرسل بواسطتها الأمر الخارجي (للتبديل) طلبا خارجيا يتلاءم مع عملية الحماية.

ملاحظة – لا يمكن إرسال سوى أمر خارجي واحد (تبديل) من كل زمرة حماية. وترفض الأوامر الخارجية التي تُسبق أو تُرفض من ظروف أخرى أو حالات أو أوامر أعلى أولوية.

وتعرف الأوامر الخارجية على نحو يسمح لأنماط الإجراءات التالية (انظر التعاريف الدقيقة للأوامر الخارجية في البند 8.3.3 أعلاه):

1) تعديلات في التشكيل والصيانة يتعين إجراؤها في زمرة الحماية أو في كيانات النقل التابعة لها:
   - **إغلاق الحماية** يبطل بصفة مؤقتة النفاذ إلى كيان نقل الحماية بالنسبة لجميع الإشارات؛
   - **التبديل القسري للإشارة i#** يجبر مؤقتاً تسيير الإشارة i# على كيان نقل الحماية؛
   - **التبديل اليدوي للإشارة i#** يسير مؤقتاً الإشارة i# على كيان نقل الحماية، إلا إذا كانت حالة العطب (SF, SD) تستدعي تسيير إشارة أخرى على كيان النقل هذا.

2) إغلاق الإشارات انطلاقاً من عملية الحماية:
   - **إغلاق الإشارة i#** يلغي بصفة مؤقتة النفاذ إلى كيان النقل للحماية بالنسبة للإشارة المحددة؛
   - **إزالة إغلاق الإشارة i#**.

3) تجميد عملية الحماية:
   - يحول **التجميد** بصفة مؤقتة دون اتخاذ أي إجراء من إجراءات التبديل، ويجمد بصفته تلك الحالة الراهنة. وإلى أن يلغى التجميد، ترفض الأوامر الخارجية الجديدة للطرف القريب، وتغيير حالة العطب وتجاهل رسائل تبديل الحماية الأوتوماتي المستقبلة؛
   - **إزالة التجميد**: عند إزالة أمر التجميد، يعاد حساب حالة زمرة الحماية استناداً إلى حالات العطب ورسائل تبديل الحماية الأوتوماتي المستقبلة.

4) اختبارات عملية الحماية وقناة تبديل الحماية الأوتوماتي بين النقطتين الطرفيتين:
   - الاختبار يحاكي طلب التبديل دون تنفيذ إجراء التبديل الحالي، إلا إذا كان كيان نقل الحماية قيد الاستعمال.

5) إزالة أمر خارجي سابق (تبديل):
   - **تحرير**، إزالة كل أوامر التبديل.

20 حالات عملية تبديل الحماية

توجد الحالات التالية لعملية تبديل الحماية:

عدم عكس إشارة الحركة العادية i# (DNR #i) – تستعمل هذه الحالة، في التشغيل غير العكسي، للإبقاء على إشارة الحركة العادية التي يتعين انتقاؤها من كيان نقل الحماية؛

عدم وجود طلب (NR) – تُختار جميع إشارات الحركة العادية من بين كيانات نقل الخدمة المقابلة لها. وينقل كيان نقل الحماية إماَّ الإشارة الفارغة، أو الحركة الإضافية أو جسر إشارة الحركة العادية الوحيدة في زمرة الحماية 1+1؛

فترة انتظار استعادة إشارة الحركة العادية i# (WTR) – في التشغيل العكسي، بعد إزالة **SF** أو **SD** لكيان نقل الخدمة **i#**، تُبقي هذه الحالة على إشارة الحركة العادية **i#** مثلما استخرجت من كيان نقل الحماية إلى حين انتهاء مدة مؤقت انتظار الاستعادة. وإذا انقضت مدة المؤقت قبل أي حدث آخر أو أي أمر آخر، تتغير الحالة إلى **NR** (عدم وجود طلب). وتستعمل هذه الحالة لتفادي تشغيل المنتقي بصفة متكررة في حالات العطب المتقطع.

21 الأولوية

تُعرف حالات العطب والأوامر الخارجية وحالات الحماية بأن لها أولوية نسبية فيما بينها. ويطبق ترتيب الأولوية محلياً على هذه الظروف/الأوامر/الحالات، عند كل طرف وبين الطرفين.

راجع التوصيات الخاصة بتبديل الحماية بالنسبة إلى هذه الأولويات.

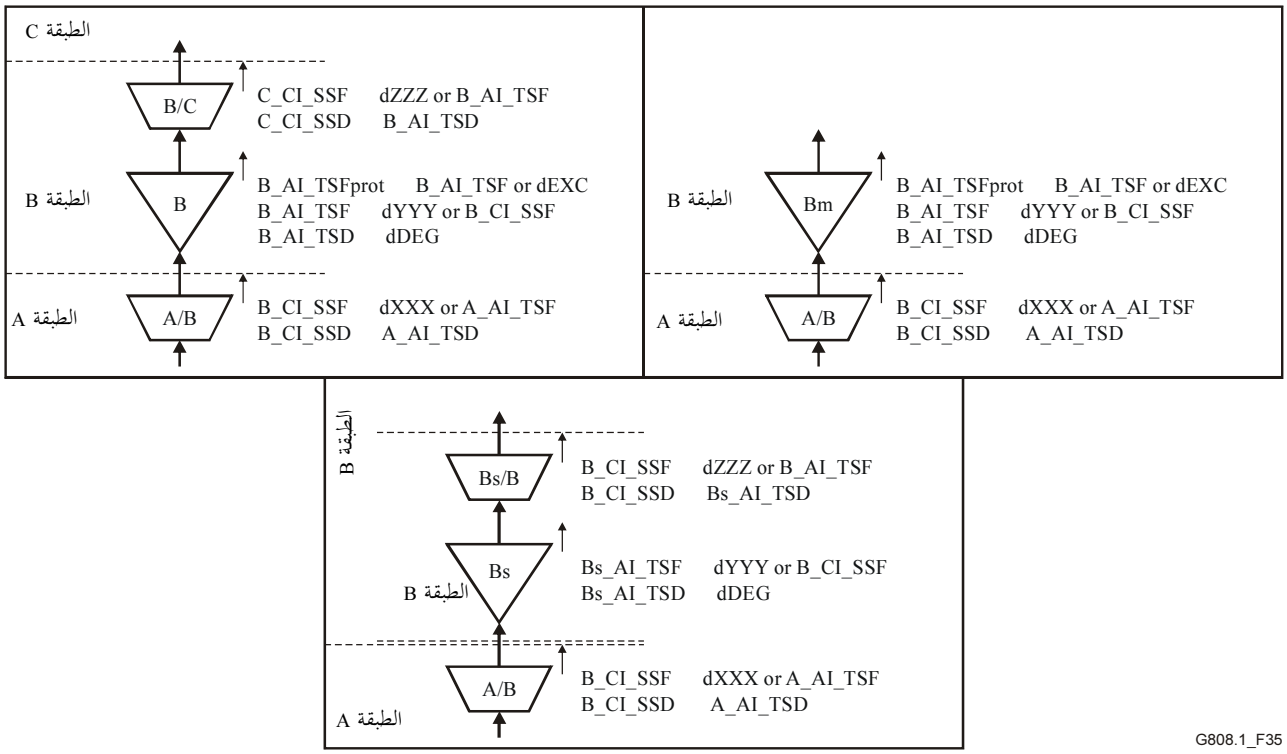
22 حالات إطلاق الإشارات SF وSD

حالة الإشارة SF هي إما TSF أو SSF تبعاً لنمط الحماية.

يوضح الشكل 35 قواعد تركيب العيوب. ويشار إلى العيب SSF بواسطة العيوب ذات الصلة بوظيفة التكييف وبواسطة معلومة AI_TSF. ويشار إلى العيب TSF بواسطة أي عيب من عيوب مسار شبكة الطبقة وبواسطة معلومة CI_SSF.

ويكشف عن حالة مسبب SF إما مباشرة بواسطة وظيفة انتهائية مسار طبقة الشبكة المحمية أو ترسل في طبقة أو في عدة طبقات وفقاً لقواعد تركيب العيوب المحددة وتبعاً للمعلومات CI_SSF وAI_TSF.

وTSD هي الحالة الوحيدة لإطلاق الإشارة SD. وتصدر هذه الحالة فقط عند الكشف عن انحطاط dDEG. ويتحدد موقع TSD دائماً في وظيفة انتهائية المسار، أي أنها لا تعبر حدود الطبقة.



الشكل G.808.1/35 – قواعد تركيب العيوب

1.22 عرض عام لحالات إطلاق الإشارة SF

يحتوي الجدول 2 على عرض عام للعيوب التي تساهم في حالات الإشارة **SF** في العديد من تكنولوجيات الإرسال. راجع التوصيات المتعلقة بالتجهيزات (مثل التوصيات ITU-T G.783 وITU-T G.798 وITU-T I.732) التي تتعلق بالمواصفات الخاصة بالإشارة SF.

الجدول G.808.1/2 – عرض عام للعيوب التي تساهم في حالة الإشارة SF

	ATM	OTN	SDH
عيوب الاستمرارية	LOC	LOS, LOS-P, LCK, LTC	LOS, LTC
عيوب الموصلية	لا شيء	TIM, OCI	TIM, UNEQ
عيوب التكييف	LCD	MSIM, LOM, PLM, LOFLOM	LOF, LOM, LOP, PLM
عيوب طبقة وحدة الخدمة في الاتجاه الصاعد (الملاحظة 1)	AIS	FDI, FDI-P	AIS
مسار مفرط الأخطاء			EXC (الملاحظة 2)
عيوب التسلسل الافتراضي		LOM, LOA	LOM, LOA

الملاحظة 1 – تسبب كل العيوب التي يتم الكشف عنها توليد إشارة طبقة العميل AIS/FDI التي تنقل في الاتجاه الهابط. وتبعاً للطبقة المحددة، يمكن الكشف عن إشارة AIS/FDI عند وظيفة بؤرة انتهائية المسار أو التكييف.

الملاحظة 2 – لا تساهم EXC في TSF وهي تمثل بالتالي حالة إطلاق محلية فقط لشبكة الطبقة المحمية (بواسطة TSFprot) وليس لكل طبقات العميل.

الملاحظة 3 – لا تطبق عيوب التسلسل الافتراضي إلا على المخطط LCAS.

2.22 عرض عام لحالات إطلاق الإشارة SD

يقدم الجدول 3 عرضاً عاماً للعيوب التي تساهم في حالات إطلاق الإشارة SD في العديد من تكنولوجيات الإرسال. راجع التوصيات المتعلقة بالتجهيزات (التوصيتان ITU-T G.783 وITU-T G.798، على سبيل المثال) التي تتعلق بالمواصفات الخاصة بالإشارة SD.

الجدول G.808.1/3 – عرض عام للعيوب المساهمة في حالة الإشارة SD

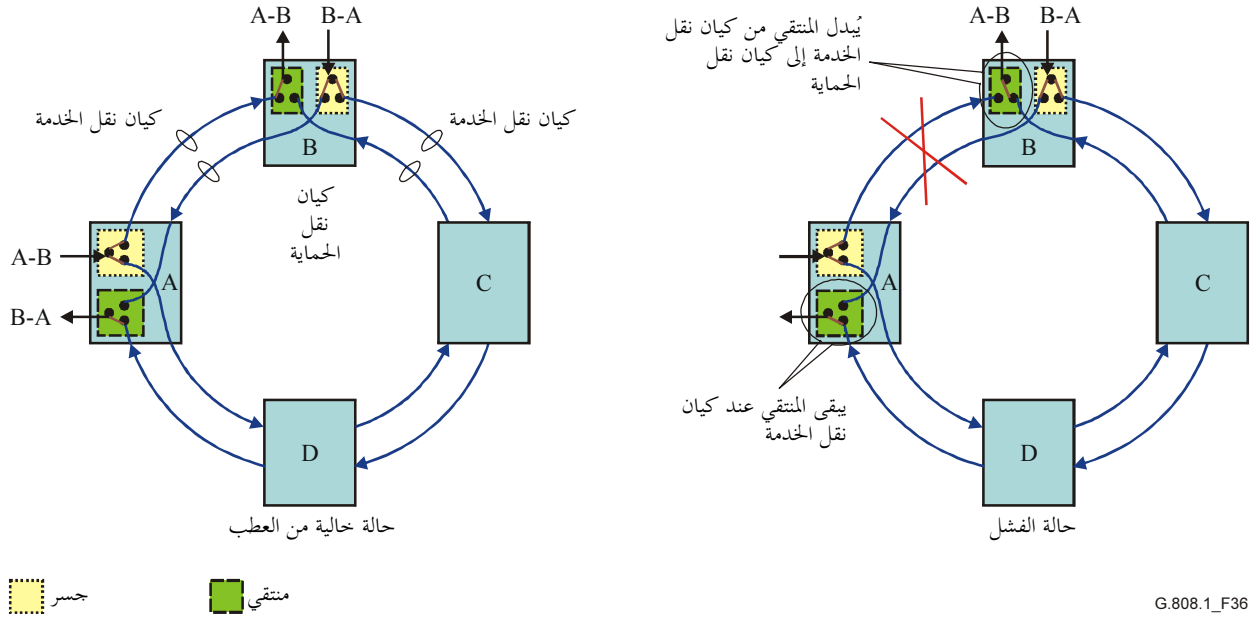
	ATM	OTN	SDH
انحطاطات رقمية	لا شيء	DEG	DEG
انحطاطات بصرية	غير قابلة للتطبيق	للدراسة (ملاحظة)	لا شيء
ملاحظة – تحتاج عتبات الانحطاطات البصرية لمزيد من الدراسة. وسيكون موضوع معرفة ما إذا كانت أخطاء إشارة رأسية الشبكة OTN (OOS) تساهم أم لا في الحالة SD موضوعاً يحتاج لمزيد من الدراسة لأن الإشارة OOS لم تحدد بعد.			

23 توزيع دارات الخدمة والحماية

يمكن استعمال تبديل الحماية الخطية (1+1) كتطبيق حماية على الحلقة المادية. وبما أن الحلقة تمثل في الغالب جزءاً من شبكة أكبر وأن جزءاً من المسار فقط يعبر الحلقة، يستعمل هذا التطبيق عادة لكيانات نقل توصيلة الشبكة الفرعية.

ويمكن هندسة الحركة الثنائية الاتجاه بطريقتين:

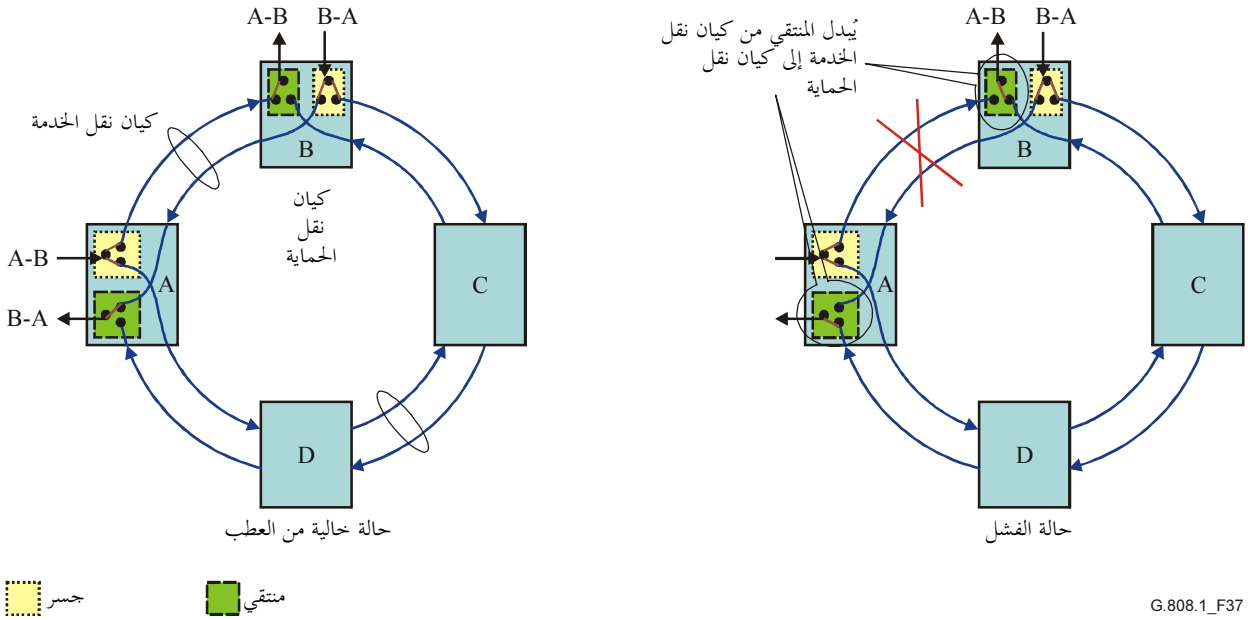
- يمكن لكيانات نقل الخدمة في كلا الاتجاهين أن تتبع مسارات مادية **مختلفة**، ويمكن استعمال الحلقة بكاملها. ويسمى هذا التطبيق بحلقة تبديل المسير أحادي الاتجاه ويرد بيانه في الشكل 36. ويرد تعريفها في الشبكة SONET. ويمكن أن تستعمل بصفة عامة في معماريات الحماية SNC/I وSNC/N. وينبغي ألا تستعمل في معماريات الحماية SNC/S ومعماريات حماية المسار.



الشكل G.808.1/36 – حلقة تبديل المسير أحادي الاتجاه (UPSR)

- تتبع كيانات نقل الخدمة في كلا الاتجاهين **نفس** المسير المادي، وهو عادة المسير الأقصر. وتستعمل كيانات نقل الحماية الجزء الآخر للحلقة. ويرد تمثيل هذا التطبيق في الشكل 37، ويعرف باسم حماية توصيلة الشبكة الفرعية (SNCP). وفي الحالة الخالية من العطب، يقلل هذا التطبيق من مهلة النقل وهو نفس الشيء بالنسبة إلى كلا

الاتجاهين. ويرد تعريفها في الشبكات SDH وOTN وATM، ويمكن أن تستعمل في كل معماريات الحماية. ويمكن تشغيل حلقات تبديل المسير في اتجاه واحد بهذه الطريقة أيضاً.



الشكل G.808.1/37 – حلقة حماية توصيل الشبكة الفرعية

24 بروتوكول تبديل الحماية الأوتوماتي

وردت التعاريف التنوعية لأنماط بروتوكول التبديل APS في البند 2.3.3. ويتناول هذا البند الخصائص السلوكية للبروتوكولات وقابليتها للتطبيق على مختلف معماريات الحماية التي حددتها هذه التوصية. ويرد تحديد التفاصيل الدقيقة لمخططات تشفير البروتوكول والتعرف على هوية قنوات الرأسية المستعملة لنقل البروتوكولات في التوصيات التي تتناول بالتحديد تقنيات تبديل الحماية (مثل التوصية ITU-T G.841 والتوصية ITU-T G.873.1).

بروتوكول بثلاثة أطوار

- لجميع أنماط المعماريات؛
- يحول دون حدوث خطأ في التوصيل في جميع الظروف؛
- لا تدير المنتقي أو الجسر إلا بعد إثبات الأولوية.

بروتوكول بطورين:

- للمعماريتين 1+1 و$(1:1)^n$
- وقت أقصر لحماية التبديل.

بروتوكول بطور واحد

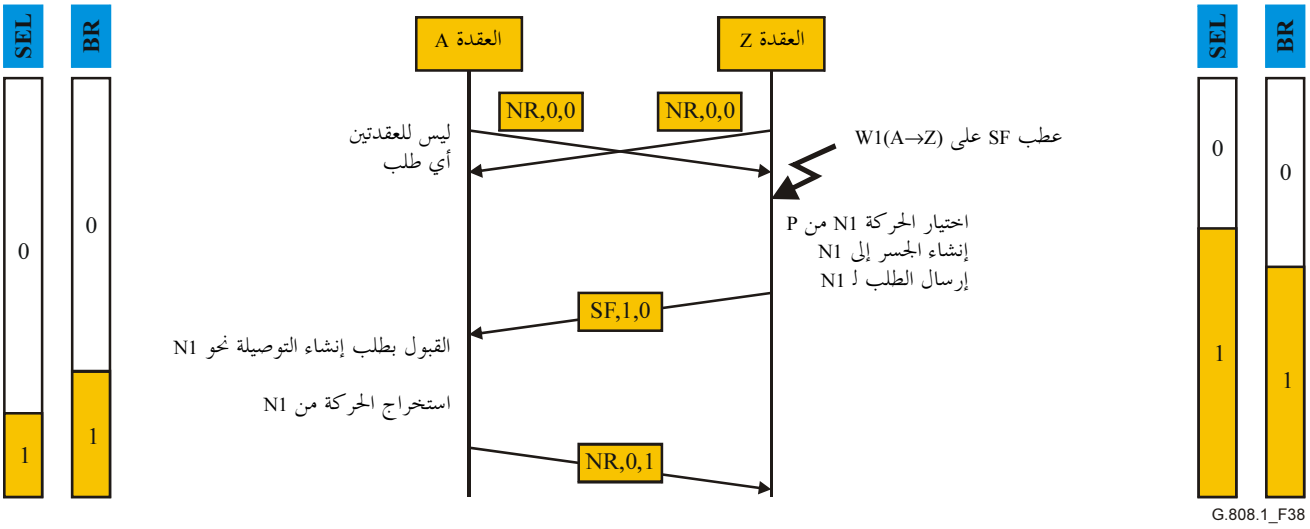
- للمعمارية $(1:1)^n$ و1+1؛
- وقت أقصر لحماية التبديل؛
- يدير الجسر/المنتقي قبل إثبات الأولوية؛
- بروتوكول أكثر تعقيداً.

1.24 بروتوكول بطور واحد

وسيلة لتراصف طرفي المجال المحمي عبر تبادل رسالة واحدة (A → Z).

تطبق على المعماريتين $(1:1)^n$ و1+1.

يدار الجسر/المنتقي عند النقطة Z قبل العلم بما إذا كانت حالة العقدة Z لها الأولوية على الحالة في العقدة A.



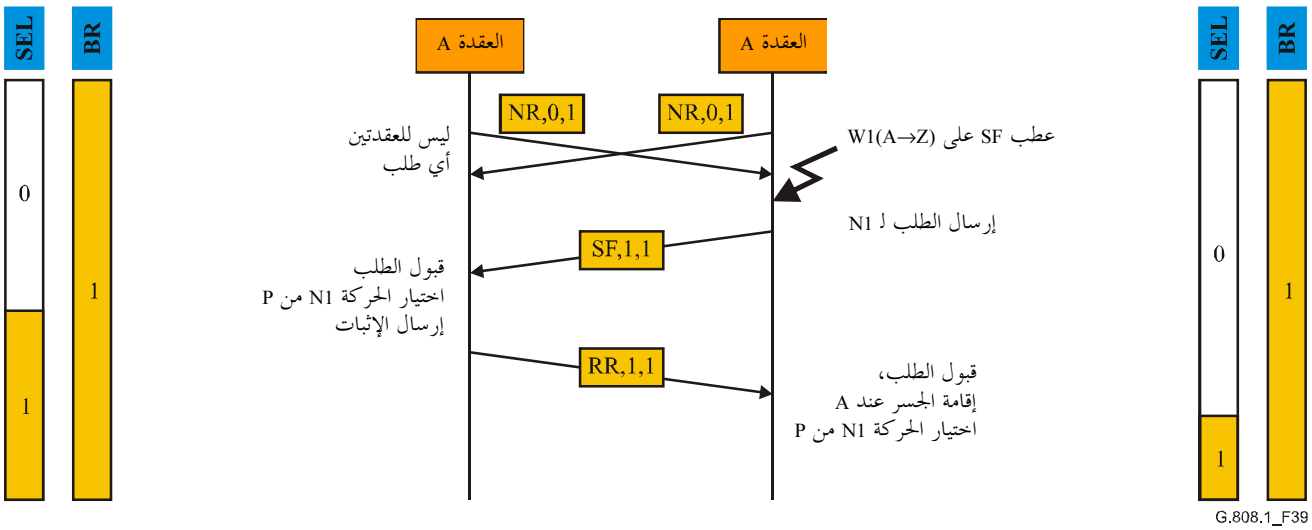
الشكل G.808.1/38 – مثال على بروتوكول بطور واحد

2.24 بروتوكول بطورين

وسيلة لتراصف طرفي المجال المحمي بواسطة تبادل الرسالتين (Z → A, A → Z).

يطبق على المعماريات $(1:1)^n$ والمعمارية 1+1 والجسور الدائمة التابعة بها.

لا تتولى العقدة Z القيام بأي إجراء من إجراءات التبديل إلى أن تؤكد العقدة A أولوية الحالة التي توجد عند Z. وعندما تؤكد العقدة A الأولوية، يشغل المنتقي. وحال استلام التأكيد، تشغل Z المنتقي.



الشكل G.808.1/39 – مثال على بروتوكول بطورين

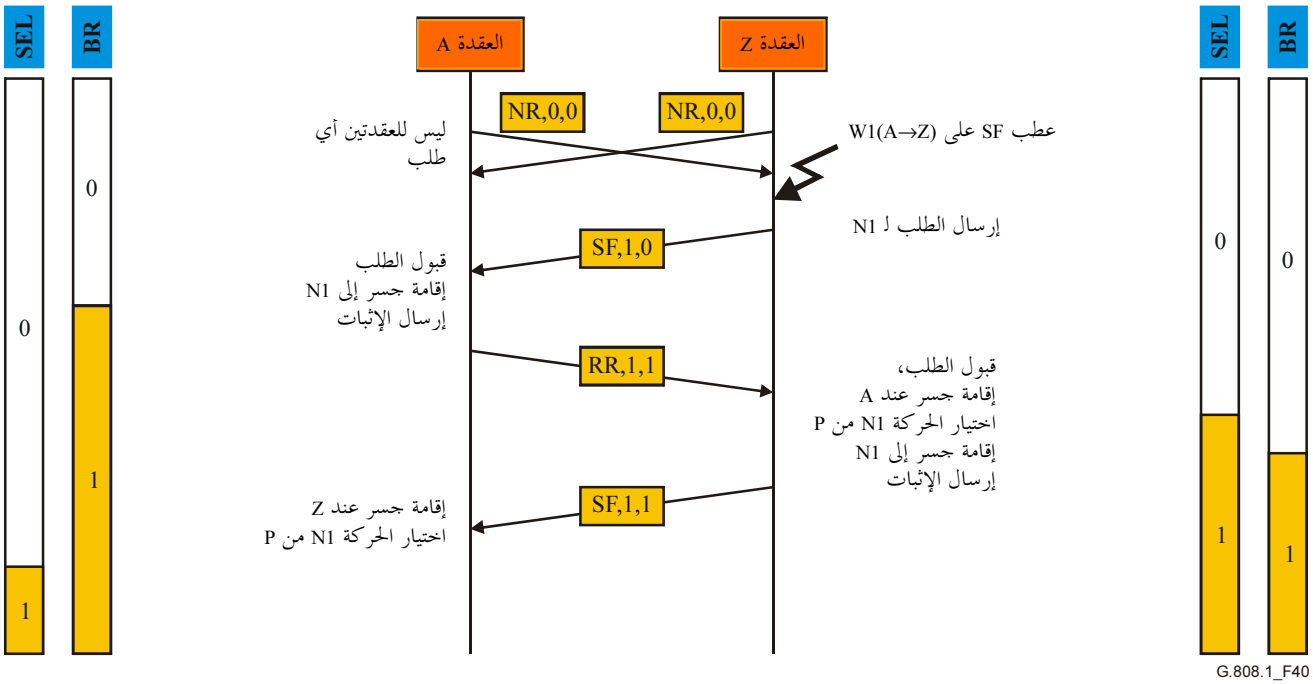
3.24 بروتوكول بثلاثة أطوار

وسيلة لتراصف طرفي المجال المحمي بواسطة تبادل ثلاث رسائل (Z → A, A → Z, Z → A).

تطبق على المعماريات 1:n وm:n وعلى المعماريات 1+1 مع جسورها الدائمة.

في حالة المعماريات 1:n وm:n، لا تؤدي العقدة Z أي إجراء من إجراءات التبديل إلى حين إثبات العقدة A لأولوية الحالة عند Z. وعندما تثبت العقدة A الأولوية، فهي تقوم بتشغيل الجسر. وعند استلام الإثبات، تقوم Z بتشغيل المنتقي والتوصيلة، وتبين إجراء التوصيلة بالنسبة إلى A. وأخيراً تشغل A المنتقي.

وفي حالة المعمارية 1+1 مع جسورها الدائمة، لا تشغل وحدات الانتقاء إلا على النحو الموصوف في الحالة 1:n.



الشكل G.808.1/40 – مثال على بروتوكول بثلاثة أطوار

التذييل I

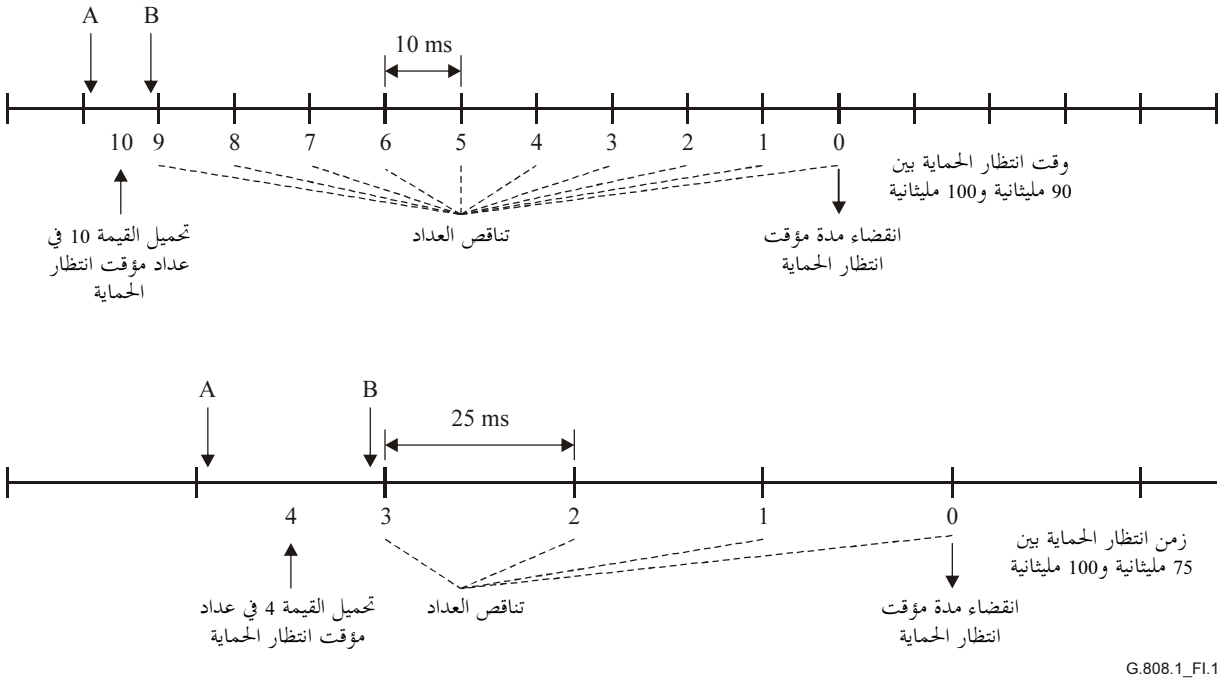
تنفيذ مؤقت انتظار الحماية

يمكن أن يستعمل تنفيذ مؤقت انتظار الحماية عداداً يتناقص كل X مليثانية. وتؤدي هذه الكمية إلى تقييد الدقة أثناء تحديد زمن انتظار الحماية. ويعرض الشكل I.1 مثالين: إجراءات التناقص كل 10 مليثانية [25 ms]. ويمكن لعداد وقت الانتظار، بالنسبة إلى وقت انتظار حماية يبلغ 100 ms، أن يُحمّل بقيمة [4] 10 عند حدوث SF/SD، كما يمكن أن يتناقص عند نهاية كل فترة تناقص في كل 10 ms [25 ms] وتنقضي مدته عندما يبلغ القيمة 0. ويساوي زمن انتظار الحماية المحدد في هذا التنفيذ [82,5 ± 12,5 ms] 95 ± 5 ms.

ملاحظة – بالنسبة إلى فترة تناقص تبلغ 100 مليثانية، يساوي وقت انتظار الحماية بالنسبة إلى 100 ms في الواقع 50 ± 50 ms، أي بين 0 ms و100 ms.

يمكن أن يُحمَّل العداد بقيمة [5] 11، بدلاً من تحميله بقيمة [4] 10، وهو ما يحدد وقت انتظار الحماية [112,5 ms ± 5 ms] 105 ms ± 12,5 ms.

وتساوي دقة مؤقت انتظار الحماية هذا 0,5 مرة فترة التناقص.



الشكل G.808.1/1.I – دقة مؤقت انتظار الحماية

ويمكن في فترة تناقص تبلغ 10 ms، تعويض أثر الفروق في تحويل كيانات النقل في الخدمة وكيانات نقل الحماية في إطار الحماية SNC/I أو SNC من النمط 1+1 عندما يتم انتقاء وقت انتظار حماية تبلغ قيمته "0". وعندما يُستعمل مؤقت انتظار الحماية بالفعل (بدلا من إلغاء تنشيطه) ويُحمّل العداد بقيمة "2"، يمكن تعويض الفواصل التفاضلية التي تبلغ 10 ms. انظر التوصية ITU-T G.873.1.

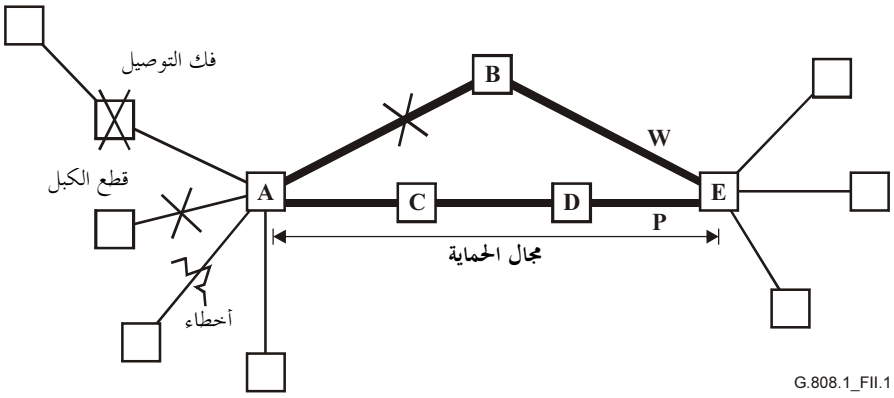
التذييل II

الحالات الأوتوماتية (SF, SD) المحمية لزمرة التوصيلات SNC

في الحماية SNC/N و[SNC/I] من النمط 1+1، تكون حالات SF وSD للزمرة هي نفسها بالنسبة إلى حالات الزمرتين SFG وSDG اللتين تدخلان في عملية حماية التوصيل SNC. ويعمل منطق حساب حالات الزمرتين SFG وSDG كالآتي:

- زمرة SFG للكيانات في الخدمة = (W-SF1 وليس P-SF1) أو (W-SF2 وليس P-SF2) أو ....
- زمرة SFG للكيانات في الخدمة = (W-SF1 وليس P-SD1) أو (W-SD2 وليس P-SD2) أو ....
- زمرة SFG للكيانات المحمية = (P-SD1 وليس W-SD1) أو (P-SD2 وليس W-SD2) أو ....

ويسمح هذا التعريف للزمرتين SFG وSDG بالتمييز بين العطب الذي يحدث "أمام" أو "داخل" المجال المحمي. ولا يمكن للعطب الذي يحدث أمام المجال المحمي في إشارة وحيدة أن ينشط W-SFG [SDG] ولا أن ينشط P-SFG [SDG]، في حين سيجري تنشيط الحد SF-i في كلتا الزمرتين W وP؛ وستكون قيمة الحدين (W-SF-I وليس P-SF-i) و(P-SF-I وليس W-SF-i) "خطأ".



الشكل G.808.1/1.II – مثال على العطب داخل المجال المحمي

يؤدي حدوث عطب بين عنصري الشبكة A وB (الشكل 1.II) إلى تنشيط الزمرة W-SFG أو [W-SDG]. وإذا كان الأمر يتعلق بحدوث عطب في إشارة وحدة الخدمة، فإن كل الإشارات التي تحتوي عليها الرزمة ستعرف حالة SF. وإذا كان الأمر يتعلق بحدوث عطب في التوصيل، يمكن أن تواجه إحدى الإشارات حالة SF. وتؤدي كلتا الحالتين إلى تنشيط الزمرة W-SFG.

وعلى سبيل المثال، إذا حدث فك للتوصيل أو قطع في الكبل في نفس الوقت قبل عنصر الشبكة A (ويؤثر في إحدى إشارات الزمرة)، يصبح كل من W-SF-I وP-SF-I نشطين. وإذا كان العطب الذي حدث في مجال الحماية عطبا في طبقة وحدة الخدمة، تظل الزمرة W-SFG نشطة والزمرة P-SFG غير نشطة. وفي الحالات الأخرى، (حدوث عطب في التوصيل في مجال الحماية)، تُبدل الزمرة إذا كانت الإشارات المعطوبة التي توجد أمام المقابل وداخل مجال الحماية مختلفة.

ملاحظة – تؤدي الحالة الخاصة التي تكون فيها كل الإشارات معطوبة قبل مجال الحماية إلى إلغاء تنشيط الزمرتين W-SFG وP-SFG. إلا أن هذه الحالة الخاصة لا تفسد تشغيل عملية الحماية؛ حيث لا يتبقى شيء يستحق الحماية.

وتؤدي الأخطاء/العيوب التي تحدث في المجال المحمي والتي تسبب عطب AIS وDEG إلى القيام بهذا الإجراء بالنسبة لجميع أعضاء الزمرة في نفس الوقت (مع افتراض أنه يتعين أن تنقل كل الإشارات في الزمرة *في نفس إشارة وحدة الخدمة*). وعلى ذلك يمكن استعمال "ORing" للحالات SF وSD الفردية كوحدة إطلاق.

وفيما يتعلق بخسارة الإشارة (مثل خسارة الاستمرارية، حاوية غير مجهزة) أو حدوث عطب في الموصلية (عدم مطابقة معرف هوية التتبع، مثلاً)، يمكن لسلوك الزمرة أن يكون غائباً. وتوصل الإشارات (مبدئياً) فيما بينها فردياً في كل عنصر من عناصر الشبكة. وعلى هذا النحو، يستهل التركيب بواسطة العامل "أو" للإشارات الفردية تبديلا لحماية الزمرة عندما تكون لإشارة واحدة (أو مجموعة فرعية) من الإشارات حالة عطب بواسطة خسارة الإشارة. وهي *النتيجة التي تستتبع تخفيض التعقيد*.

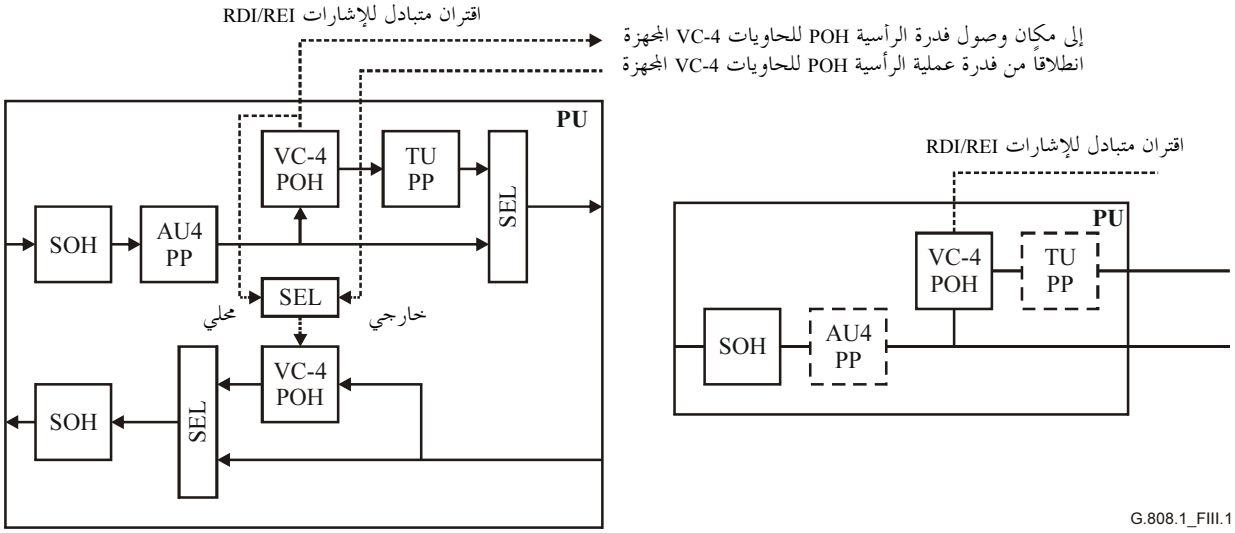
التذييل III

ملاحظات تتعلق بالتنفيذ

يجري اليوم استعمال تكنولوجيا، متوافرة عموماً، تتكون فيها عناصر الشبكة بأسلوب التراتب SDH أو بتكنولوجيا أخرى (مثل ATM، OTN) من "وحدات المنفذ" و"وحدات التبديل". وتؤدي وحدات التبديل التوصيل التبديل/الشامل، في حين تؤدي وحدات المنفذ كل المعالجة اللازمة لرأسية التراتب SDH أو [PDH] (والتدفق OAM بأسلوب النقل اللاتزامني).

وبالنسبة لعناصر الشبكة التي توصل بصفة شاملة بين الحاويات VC-12 في التراتب SDH، تضطلع وحدة المنفذ بمعالجة رأسية الجزء (SOH)، لمؤشر الوحدات AU4، لرأسية الحاويات VC-4 ومؤشر الوحدات TU12 (الشكل 1.III). وبعد هذه المعالجة، تنقل إشارات الحاويات VC-12 للتراتب SDH الناجمة عن هذه المعالجة إلى وحدة التبديل حتى تُسير على التوالي إلى وحدات منفذ الخرج.

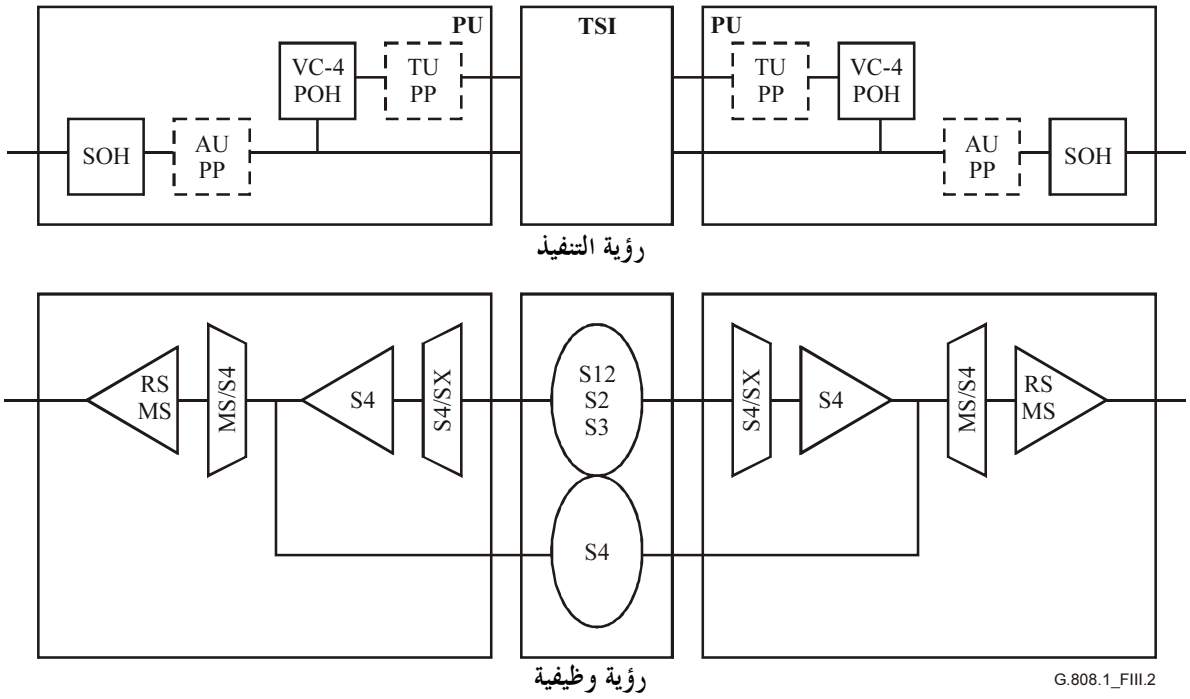
ويمكن استعمال وحدة المنفذ ذاتها عندما لا يكون من الضروري إنهاء الإشارة SDH VC-4، وإنما تعبر كإشارة VC-4.



الشكل G.808.1/1.III – رؤية تفصيلية (إلى اليسار) ورؤية مضغوطة (إلى اليمين) لوحدة المنفذ (الوظيفة الأساسية فقط)

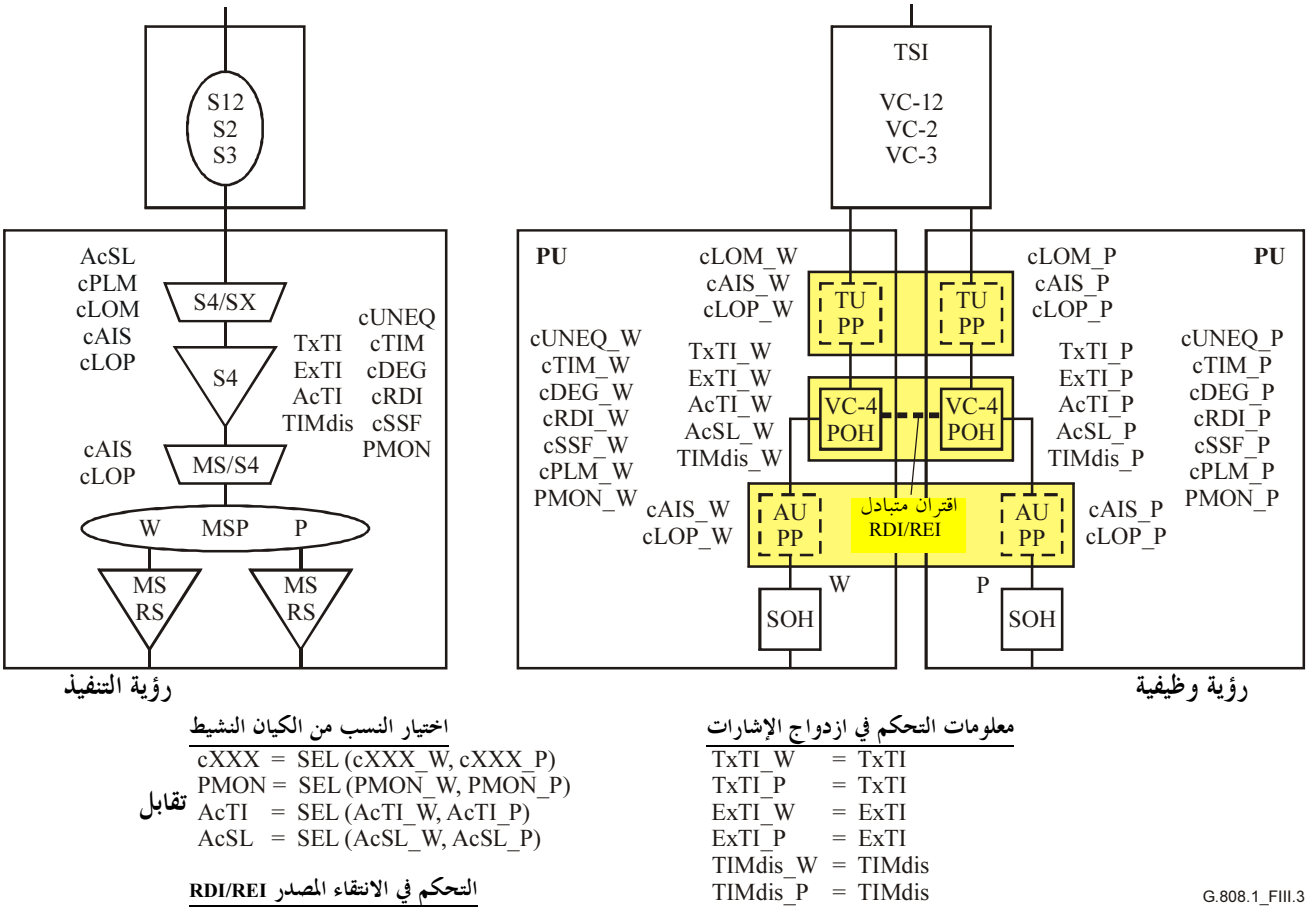
1.III التحليل

لنأخذ مثلا حالة الحماية 1+1 لجزء تعدد الإرسال (الشكل 2.III)؛ في هذا المثال، تستعمل وحدتان للنفاذ لهذه الغاية، ولكل واحدة منهما العتاد الذي يؤدي دور معالجة رأسية الجزء، ومؤشرات الوحدة AU، ورأسية مسير الحاويات VC-4 ومؤشرات الوحدة TU، في حين يُنفذ تبديل الحماية عند وحدة التبديل بتبديل إجمالي زمرة إشارات الحاويات من الرتبة الأدنى (LOVC).



الشكل G.808.1/2.III – تقابل رؤية التنفيذ في الرؤية الوظيفية: تشغيل أساسي

وفقاً للنموذج الوظيفي، هناك عدد كبير من الوظائف (الشكل 3.III)؛ أي من المتوقع وجود معالجة رأسية الجزء مرتين، في حين أنه لا ينبغي لمعالجة المؤشرات AU، ولرأسية المسير VC-4 والمؤشرات TU أن توجد سوى مرة واحدة.



الشكل G.808.1/3.III – تقابل رؤية التنفيذ في الرؤية الوظيفية: حماية جزء تعدد الإرسال

يمكن لعنصر الشبكة أن يتيح من خلال هذه البرمجية الوظيفة المرتقبة؛ فهو يحجب العمليات الاحتياطية لمعالجة المؤشرات AU، ولرأسية POH للحاويات VC-4 والمؤشرات TU على وحدة الإدارة.

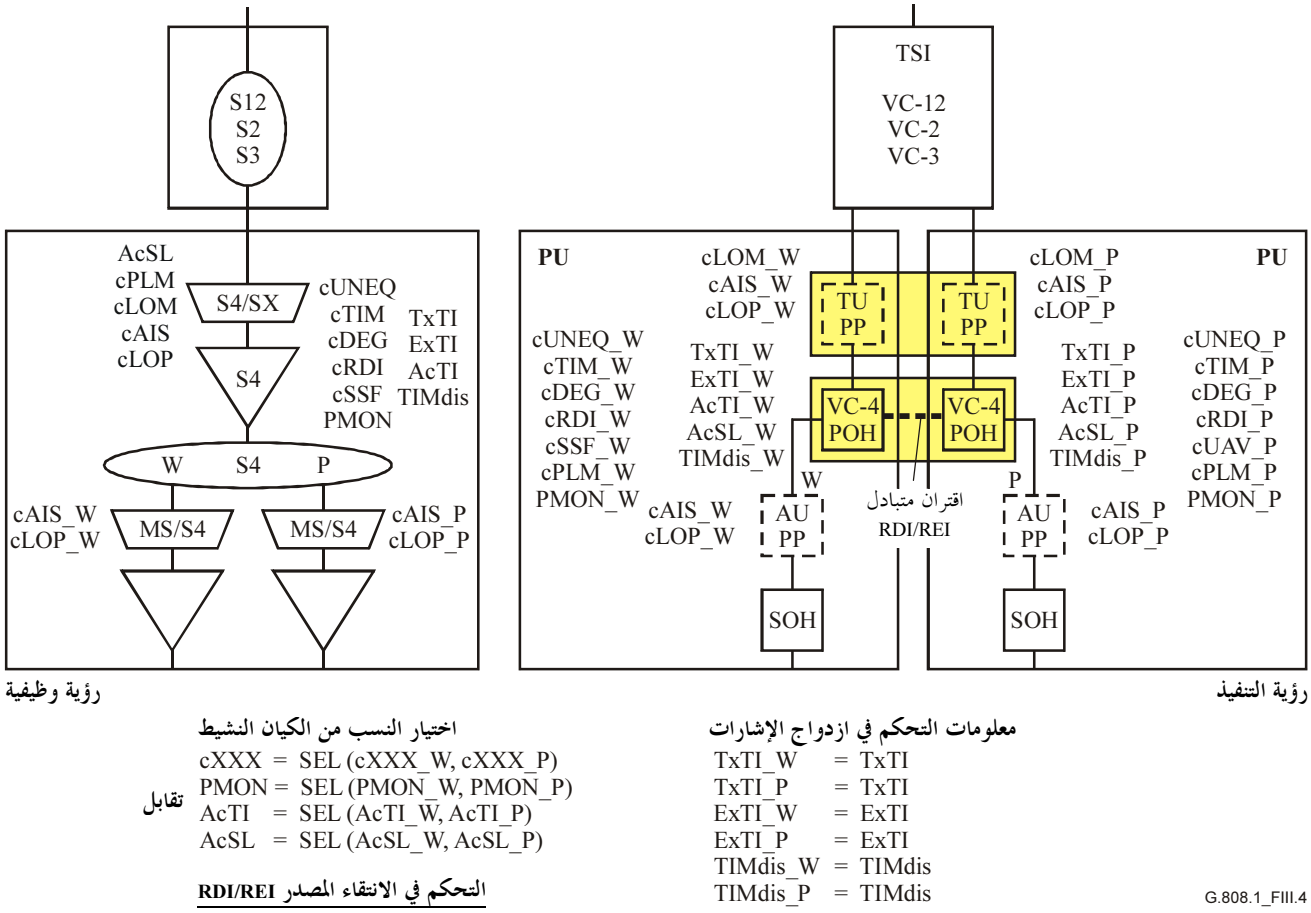
ومن الضروري أيضاً حجب السطوح البينية للإرسال؛ وينبغي لوحدتي السطوح البينية مع وحدات STM-N أن تنتج نفس وحدات AU4، ونفس حاويات VC-4 ونفس وحدات TU.

وينتج التنفيذ الأكثر سهولة AU وTU "مختلفتين". والفارق هو القيمة الحقيقة للمؤشر ولا يتعين أن تتماثل إشارات الوحدة STM-N في الخدمة والحماية.

ولا يوجد أي تأثير للاختلاف الممكن بين قيم مؤشر الوحدة AU/TU على أداء الشبكة. أي أن "عدم الامتثال" بالمعنى الدقيق للكلمة ليس له أية عواقب ولا يستدعي أي تعويض.

وليست هذه الحالة حالة معالجة رأسية مسير الحاويات VC-4، حيث من الضروري التأكد هنا أن الإشارات RDI وREI، الناتجة عن وحدتي السطوح البينية STM-N متماثلة. أي ينبغي لعملية مراقبة رأسية POH للحاويات VC-4 التي توجد في وحدة السطح البيني النشط STM-N أن تعيد إرسال الإشارات RI_RDI/RI_REI إلى عمليات توليد POH للحاوية VC-4 على وحدتي المنفذ (الخدمة والحماية).

وكذلك، فإن هذه المعالجة ضرورية في حالة اختيار حماية التوصيل SNC للحاويات VC-4 بدلاً من حماية جزء تعدد الإرسال (الشكل 4.III).



الشكل G.808.1/4.III – تقابل التنفيذ في الرؤية الوظيفية: الحماية SNC/I للحاوية VC-4

إذا لم ينفذ الاقتران المتبادل RDI/REI X، فليس بالإمكان، وفقاً للتوصية ITU-T G.826، إضافة مراقبة النوعية إلى الشبكات التي يعمل فيها تنفيذ الحماية الوارد أعلاه. وتنص التوصية ITU-T G.826 على دعم مراقبة النوعية (على أساس الخدمات) في كلا الاتجاهين، وهو ما يستدعي استعمال معلومات الفرض البعيد، التي ينبغي أن تمثل دوماً الأخطاء/العيوب التي تم الكشف عنها في مسير الإشارة التي تنقل فعليا معلومات العميل.

ويؤدي التبديل أحادي الاتجاه بكل طرف لامتداد الحماية إلى انتقاء مستقل بين مسارات/توصيلات SNC للخدمة والحماية. وإذا وقع انتقاء التوصيل SNC للحاوية VC-4 في الخدمة في الاتجاه Z → A، والتوصيل SNC للحاوية VC-4 المحمية في الاتجاه A → Z، تدرج المعلومات الطرف البعيد المستخرجة عند كل طرف بواسطة المولد للرأسية POH للحاوية VC-4 في وحدة السطح البيني الاحتياطي، أي المعلومات التي لم يتم اختيارها عند هذا الطرف. وإذا كانت هذه الوحدة (الآن) تستعمل إشاراتها المحلية RI_RDI/RI_REI (محل إشاراتها RI_RDI/RI_REI المصاحبة)، ينبغي للطرف البعيد أن يستقبل المعلومات البعيدة التي لا ترتبط بالحاوية VC-4 التي اختيرت بالفعل.

وتمثل سجلات مراقبة النوعية الثنائية الاتجاه (في هذه الحالة) معلومات خاطئة، وبالتالي لا يمكن استعمالها.

وبطبيعة الحال، يُطرح المشكل نفسه بالنسبة إلى السجلات البعيدة للمراقبة الأحادية الاتجاه (على أساس الصيانة).

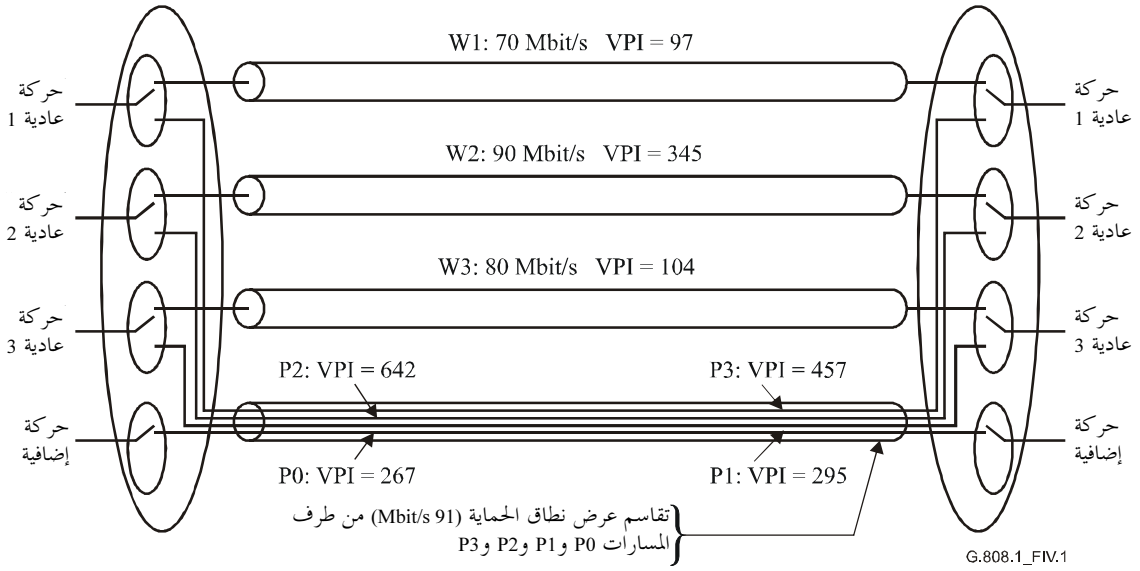
وبالنسبة إلى عنصر الشبكة للتسيير 64 kbit/s مع سطوح بينية STM-N، يُطرح نفس المشكل عند سوية الحاويات VC-12.

ملاحظة – لا يمثل الشكلان 3.III و4.III المسألة إلا من منظور الإشارات RDI/REI. ولا تبين هذه الأشكال وظائف مراقبة انتهائية التوصيل المتسلسل/الجزء أو المراقبة غير المقتحمة، التي من الضروري أن تتحكم في تبديل الحماية.

التذييل IV

مثال على الحماية $^{n}(1:1)$

يعطي هذا التذييل مثالاً على تبديل الحماية $^{n}(1:1)$ (حيث n = 3) في شبكة أسلوب النقل اللاتزامني. وتتضمن هذه الحالة ثلاثة كيانات للحركة تُسير بصورة مختلفة ويحميها كيان حماية واحد ينقل، في حالة التشغيل العادي، حركة إضافية. وينبغي لكيان الحماية أن يتمتع بعرض نطاق كاف لنقل الإشارة الأكبر ضمن إشارات الحركة العادية الثلاث أو إشارة الحركة الإضافية. وكل كيان من كيانات الحركة هو مسير افتراضي لأسلوب النقل اللاتزامني. ويحتوي الشكل 1.IV على عرض ومعرف هوية المسير الافتراضي (VPI).



الشكل G.808.1/1.IV – مثال على الحماية $^{n}(1:1)$

من الضروري في هذا المثال أن يضمن المعدل 90 Mbit/s زائد الخلايا OAM للمسيرات P0 (التي تحتوي التدفق OAM للتبديل VP-APS)، P1 وP2 وP3 تبديل الحماية. ويمكن في حالة التبديل أحادي الاتجاه استعمال بروتوكول بطور واحد لأنه يكفي في حالة الكشف عن حالة عطب إرسال إشارة بواسطة الطرف Z إلى الطرف A للبدء في التبديل على مستوى الجسر. ولا يمكن حدوث أي خطأ في التوصيل بما أنه تم التعرف على هذه الإشارة التي توجد على كيان الحماية، من طرف معرف هوية المسير الافتراضي (VPI).

التذييل V

أمثلة على القدرة على البقاء لمسارات تعدد الإرسال العكسية

1.V القدرة على الاستمرار التي يتيحها الإجراء LCAS

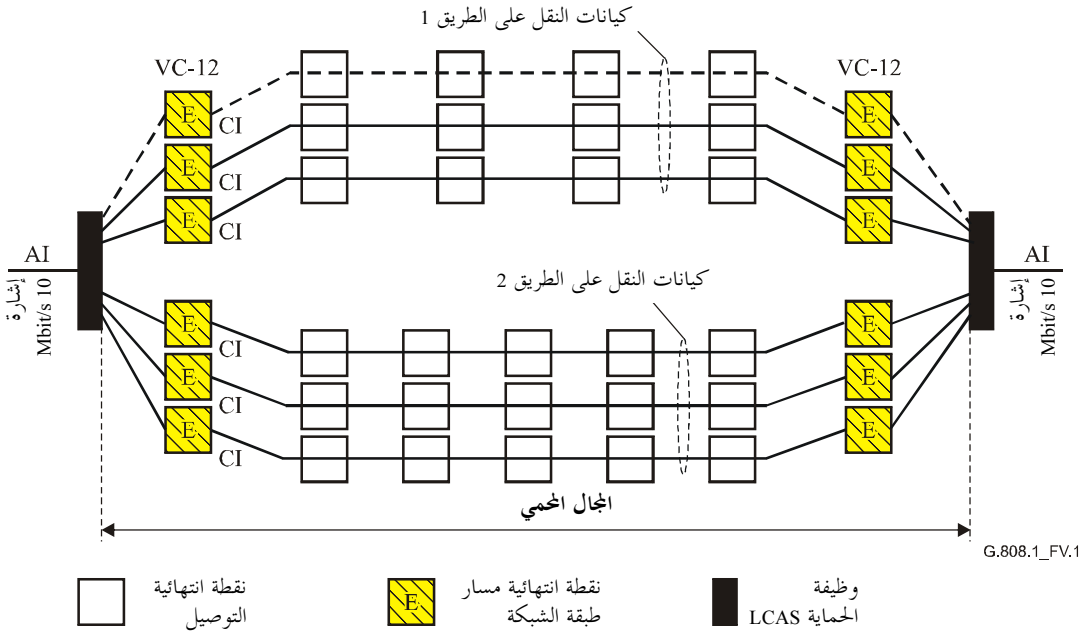
عندما نستعمل قدرة تعدد الإرسال العكسي LCAS + VCAT حيث Y = Y-Xv وZ = Y-Xc وعندما تكون الرزمة IMG مساوية VCG، نحصل على المثال التالي.

ينقل AI باستعمال مجموعة التسلسل الافتراضي (VCG) مع العدد X من الأعضاء (VC_n_Xv, ODUk_Xv)، موزعة على N مسير، حيث:

- كل الأعضاء الذين ينتمون إلى VCG يتمتعون بنفس عرض النطاق.

- عرض النطاق VCG يتناسب مع عدد الأعضاء النشطة.
- N = عدد الطرق ($1 \le N \le X$) تحتوي كل واحدة على توصيل أو عدة توصيلات شبكية داخل VCG.
- X = عدد الأعضاء في VCG اللازمة لنقل عرض نطاق العميل AI + سعة حركة إضافية للحماية ($X \ge 1, Z \ge 0$) Z.
- X_{ACT} = الحمولة النافعة المنقولة بالفعل ($0 \le X_{ACT} \le X$)؛ بسبب فشل مسار أو عدة مسارات، لن يستعمل عرض نطاق واحد أو أكثر من الأعضاء في VCG لنقل AI.

ولا بد من إشارة VC-12-5v بالنسبة إلى نقل إشارة 10 Mbit/s. وتقام خمسة مسارات فردية VC-12 في VCG. يسير اثنان منهما عبر الطريق 1 ويسر ثلاثة VC-12 عبر الطريق 2 (الشكل V.1). وفي هذه الحالة الخاصة، يساوي عرض النطاق القابل للاستمرار 2 × VC-12 أو 40%، ويساوي عرض النطاق غير القابل للاستمرار 3 × VC-12 أو 60%. وفي حالة تشكيل مسير إضافي للحاويات VC-12 (E = 1) يُسير بواسطة الطريق 1، يكون عرض النطاق القابل للبقاء 3 × VC-12 أو 60% وعرض النطاق غير المحمي 2 × VC-12 أو 40%.



الشكل G.808.1/1.V – مثال على قدرة استمرار LCAS بالنسبة إلى الإشارة 10 Mbit/s على المسارات VC-12-(X + E)v (X = 5, E = 0, 1)

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	المبادئ العامة للتعريفة
السلسلة E	التشغيل العام للشبكة والخدمة الهاتفية وتشغيل الخدمات والعوامل البشرية
السلسلة F	خدمات الاتصالات غير الهاتفية
السلسلة G	**أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية**
السلسلة H	الأنظمة السمعية المرئية والأنظمة متعددة الوسائط
السلسلة I	الشبكة الرقمية متكاملة الخدمات
السلسلة J	الشبكات الكبلية وإرسال إشارات البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية وإشارات أخرى متعددة الوسائط
السلسلة K	الحماية من التداخلات
السلسلة L	إنشاء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وتركيبها وحمايتها
السلسلة M	إدارة الاتصالات بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات (TMN) وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	نوعية الإرسال الهاتفي والمنشآت الهاتفية وشبكات الخطوط المحلية
السلسلة Q	التبديل والتشوير
السلسلة R	الإرسال البرقي
السلسلة S	التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية
السلسلة T	المطاريف الخاصة بالخدمات التليماتية
السلسلة U	التبديل البرقي
السلسلة V	اتصالات المعطيات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات المعطيات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة والأمن
السلسلة Y	البنية التحتية العالمية للمعلومات وملامح بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي
السلسلة Z	لغات البرمجة والخصائص العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طبُع في سويسرا
جنيف، 2006