الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

G.808.3

(2012/10)

السلسلة G: أنظمة الإرسال ووسائطه والأنظمة والشبكات الرقمية

الشبكات الرقمية – الجوانب العامة

تبديل الحماية العامة – الحماية المتشابكة المشتركة

التوصية ITU-T G.808.3

الاتحاد الدولي للاتصالات

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 أنظمة الإرسال 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 بموجات حاملة على مرحلات راديوية أو وصلات ساتلية والتوصيل البيني مع وصلات الخطوط المعدنية	G.449–G.400
تنسيق المهاتفة الراديوية والمهاتفة السلكية	G.499–G.450
خصائص وسائط الإرسال والأنظمة البصرية	G.699–G.600
التجهيزات المطرافية الرقمية	G.799–G.700
الشبكات الرقمية	G.899–G.800
الجوانب العامة	**G.809–G.800**
أهداف التصميم للشبكات الرقمية	G.819–G.810
أهداف الجودة والتيسر	G.829–G.820
قدرات الشبكات ووظائفها	G.839–G.830
خصائص شبكات التراتب الرقمي المتزامن (SDH)	G.849–G.840
إدارة شبكة النقل	G.859–G.850
تكامل الأنظمة الراديوية والساتلية في شبكات التراتب الرقمي المتزامن (SDH)	G.869–G.860
شبكات النقل البصرية	G.879–G.870
الأقسام الرقمية وأنظمة الخطوط الرقمية	G.999–G.900
نوعية خدمة وأداء الوسائط المتعددة – الجوانب العامة والجوانب المتعلقة بالمستعمل	G.1999–G.1000
خصائص وسائط الإرسال	G.6999–G.6000
البيانات عبر طبقة النقل – الجوانب العامة	G.7999–G.7000
جوانب الرزم عبر 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.

التوصية ITU-T G.808.3

تبديل الحماية العامة – الحماية المتشابكة المشتركة

ملخص

تقدم التوصية ITU-T G.808.3 نظرة عامة على الجوانب العامة لآلية الحماية المتشابكة المشتركة (SMP) لشبكات الطبقات الموجهة للتوصيل التي لا تعتمد على وجود مستوي للتحكم. وتوفر الحماية المتشابكة المشتركة طريقة لتقاسم الموارد في الشبكة المتشابكة للحماية من وقوع عطل أو أكثر في الشبكة.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات
1.0	ITU-T G.808.3	2012-10-29	15

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). وقطاع تقييس الاتصالات للاتحاد (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 1 الصادر عن الجمعية العالمية لتقييس الاتصالات.

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

ملاحظة

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" أو صيغ 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، كان 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 البيانات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2017

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

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 التعاريف 1
1.3 مصطلحات معرَّفة في وثائق أخرى 1
2.3 المصطلحات المعرفة في هذه التوصية 2
4 المختصرات والأسماء المختصرة 3
5 اصطلاحات 3
6 لمحة عامة 3
1.6 طوبولوجيا الشبكات 3
2.6 اعتبارات كفاءة السعة 4
7 أنماط معماريات الحماية المتشابكة المشتركة 5
1.7 لمحة عامة عن معمارية الحماية المتشابكة المشتركة 5
8 أنماط التبديل 9
9 أنماط التشغيل 9
10 حركة لا تتمتع بأسبقية وغير محمية (NUT) وحركة إضافية 9
11 التبديل الأوتوماتي 9
12 مبدأ الأسبقية 9
13 مراقبة حالة المسير 10
14 بروتوكول تبديل الحماية الأوتوماتي (APS) 10
الملحق A – الأهداف 11
التذييل I – سيناريوهات الحماية المتشابكة المشتركة 13
1.I سيناريو بسيط للحماية SMP 13
2.I الحماية المتشابكة المشتركة في الشبكات المتشابكة 13
التذييل II – لمحة عامة عن الاستعادة المتشابكة المشتركة (SMR) وتشغيل الحماية المتشابكة المشتركة 18
بيبليوغرافيا 19

التوصية ITU-T G.808.3

تبديل الحماية العامة – الحماية المتشابكة المشتركة

1 مجال التطبيق

تقدم هذه التوصية نظرة عامة على الجوانب العامة لآلية الحماية المتشابكة المشتركة (SMP) لشبكات الطبقات الموجهة للتوصيل التي لا تعتمد على وجود مستوي للتحكم. وهذه الآلية موجهة إلى معماريات الشبكات المتشابكة التي توفر المزيد من الكفاءة في استخدام موارد الحماية. وتشمل الخصائص الرئيسية لنهج الحماية القائمة على المسير استخدام الحساب المسبق والتوزيع المسبق للموارد لتعظيم سرعة الاستعادة. وستُعرف آليات الحماية المتشابكة المشتركة الخاصة بتكنولوجيا بعينها في التوصية (التوصيات) الخاصة بهذه التكنولوجيا.

وتوفر هذه النسخة من التوصية إطاراً معمارياً للحماية المتشابكة المشتركة.

2 المراجع

تتضمن التوصيات التالية لقطاع تقييس الاتصالات وغيرها من المراجع أحكاماً تشكل من خلال الإشارة إليها في هذا النص جزءاً لا يتجزأ من هذه التوصية. وقد كانت جميع الطبعات المذكورة سارية الصلاحية في وقت النشر. ولما كانت جميع التوصيات والمراجع الأخرى تخضع إلى المراجعة، يرجى من جميع المستعملين لهذه التوصية السعي إلى تطبيق أحدث طبعة للتوصيات والمراجع الأخرى الواردة أدناه. وتُنشر بانتظام قائمة توصيات قطاع تقييس الاتصالات السارية الصلاحية. والإشارة إلى وثيقة ما في هذه التوصية لا يضفي على الوثيقة في حد ذاتها صفة التوصية.

[ITU-T G.780] التوصية ITU-T G.780/Y.1351 (2010)، *مصطلحات وتعاريف شبكات التراتب الرقمي المتزامن (SDH)*.

[ITU-T G.805] التوصية ITU-T G.805 (2000)، *المعمارية الوظيفية النوعية لشبكات النقل*.

[ITU-T G.806] التوصية ITU-T G.806 (2006)، *خصائص معدات النقل – منهجية الوصف والوظائف العامة*.

[ITU-T G.808.1] التوصية ITU-T G.808.1 (2010)، *تبديل الحماية العامة – الحماية الخطية للمسارات والشبكات الفرعية*.

[ITU-T G.870] التوصية ITU-T G.870/Y.1352 (2010)، *مصطلحات وتعاريف شبكات النقل البصرية*.

3 التعاريف

1.3 مصطلحات معرَّفة في وثائق أخرى

تستخدم هذه التوصية المصطلحات التالية المعرَّفة في وثائق أخرى:

1.1.3 المصطلحات ذات الصلة بالإجراءات

1.1.1.3 تبديل [ITU-T G.870]

2.1.3 المصطلحات ذات الصلة بالمكونات

1.2.1.3 جسر [ITU-T G.870]

2.2.1.3 جهاز انتقاء [ITU-T G.870]

3.2.1.3 عقدة وسيطة [ITU-T G.870]

3.1.3 المصطلحات ذات الصلة بظروف العطل

1.3.1.3 انحطاط الإشارة (SD) [ITU-T G.805]

2.3.1.3 عطل الإشارة (SF) [ITU-T G.805]

4.1.3 المصطلحات ذات الصلة بالمعمارية

1.4.1.3 معمارية m:n (الحماية) [ITU-T G.870]

5.1.3 المصطلحات ذات الصلة بالتشغيل

1.5.1.3 تشغيل (حماية) ارتجاعي [ITU-T G.870]

6.1.3 المصطلحات ذات الصلة بالإشارات

1.6.1.3 إشارة الحركة [ITU-T G.870]

2.6.1.3 إشارة حركة عادية [ITU-T G.870]

3.6.1.3 إشارة حركة إضافية [ITU-T G.870]

7.1.3 المصطلحات ذات الصلة بالتبديل

1.7.1.3 تبديل (حماية) ثنائي الاتجاه [ITU-T G.780]

2.7.1.3 تبديل (حماية) أحادي الاتجاه [ITU-T G.780]

8.1.3 المصطلحات ذات الصلة بكيانات النقل

1.8.1.3 وصلة [ITU-T G.805]

2.8.1.3 كيان النقل [ITU-T G.870]

3.8.1.3 كيان نقل الحماية [ITU-T G.870]

4.8.1.3 كيان النقل العامل [ITU-T G.870]

9.1.3 حماية [ITU-T G.870]

10.1.3 استعادة [ITU-T G.870]

11.1.3 حدث التبديل [ITU-T G.870]

2.3 المصطلحات المعرفة في هذه التوصية

تعرف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.2.3 مقطع الحماية: وصلة بين عقدتين من عقد الحماية المتشابكة المشتركة في كيان نقل الحماية.

2.2.3 حماية متشابكة مشتركة: تشمل معمارية الحماية المتشابكة المشتركة (SMP) إشارات الحركة العادية المتعددة حيث يكون لكل إشارة كيان نقل عامل مقابل وكيان واحد أو أكثر من كيانات نقل الحماية في شبكة متشابكة. وفي الحماية المتشابكة المشتركة، يتم تقاسم موارد الحماية بين كيانين أو أكثر من كيانات نقل الحماية. ولا يمكن استعمال موارد الحماية المشتركة في أي وقت إلا من جانب كيان واحد من كيانات نقل الحماية هذه.

3.2.3 مقطع الحماية المشتركة: وصلة بين عقدتين من عقد الحماية المتشابكة المشتركة حيث تتقاسم كيانات نقل الحماية المتعددة مورد عرض النطاق على الوصلة.

4 المختصرات والأسماء المختصرة

تستخدم هذه التوصية المختصرات والأسماء المختصرة التالية:

APS تبديل الحماية الأوتوماتي *(Automatic Protection Switching)*

NUT حركة لا تتمتع بأسبقية وغير محمية *(Non-pre-emptible Unprotected Traffic)*

ONT شبكة النقل البصرية *(Optical Transport Network)*

P حماية *(Protection)*

SD انحطاط الإشارة *(Signal Degrade)*

SDH تراتب رقمي متزامن *(Synchronous Digital Hierarchy)*

SF عطل الإشارة *(Signal Fail)*

SMP حماية متشابكة مشتركة *(Shared Mesh Protection)*

W عامل *(Working)*

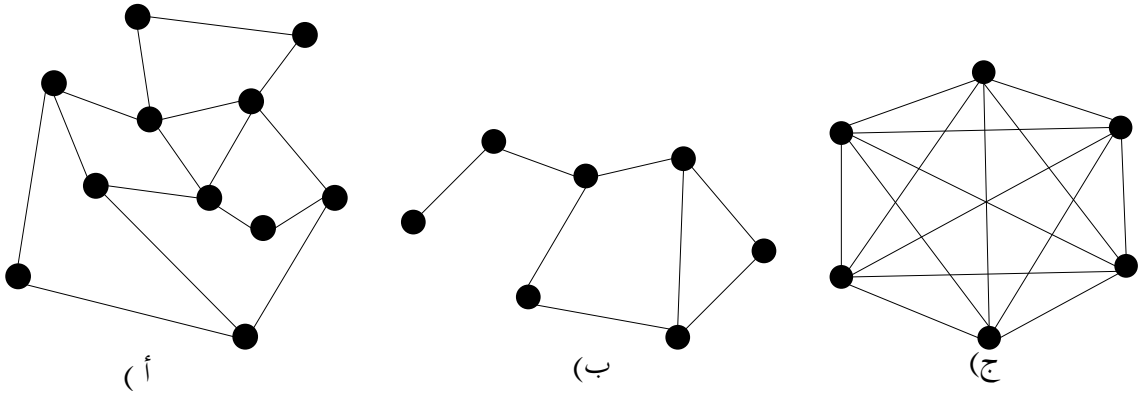
5 اصطلاحات

لا يوجد.

6 لمحة عامة

1.6 طوبولوجيا الشبكات

شبكة النقل المتشابكة هي شبكة تُوصل فيها كل عقدة بينياً بوصلتين على الأقل يتواجد طرفيها البعيدين على عقد مختلفة عن بعضها البعض (انظر المثال أ) في الشكل 1). وجدير بالملاحظة أنه على الرغم من أن شبكة النقل العامة قد تتضمن عقداً لا تفي بالمعايير المذكورة أعلاه (انظر العقدتين على اليسار في المثال ب) في الشكل 1)، فلن تعتبر هذه العقد جزءاً من قسم شبكة النقل المعرّف بوصفه شبكة. وطوبولوجيا الشبكة كاملة التشابك هي الشبكة التي تُوصل فيها كل عقدة مباشرة بجميع العقد الأخرى في الشبكة (انظر المثال ج) في الشكل 1).



1-أ: مثال لشبكة متشابكة

1-ب: مثال لشبكة، قسم منها فقط متشابك

1-ج: مثال لشبكة كاملة التشابك

الشكل 1 – أمثلة للشبكة المتشابكة

معظم شبكات النقل المتشابكة تكون متشابكة في جزء منها فقط (كما في المثال أ) في الشكل 1) مع بعض العقد المتشابكة تماماً وأخرى موصولة بعقدة واحدة أو أكثر، ولكن ليس بجميع العقد (أي أن عددها الأقصى يكون أقل من العدد الإجمالي للعقد – 1). وعلى الرغم من أن طوبولوجيا الشبكات كاملة التشابك توفر أعلى درجة من القدرة على البقاء في حالات العطل، فإنها تسجل أعلى درجة من حيث زيادة توفير موارد النقل. ومعظم شبكات النقل المتشابكة متشابكة جزئياً فقط وتتطلب عموماً عبور عقد وسيطة للانتقال من كل عقدة إلى جميع العقد الأخرى.

2.6 اعتبارات كفاءة السعة

إن زيادة تقاسم موارد الحماية في معماريات الشبكات المتشابكة تسمح في حد ذاتها بالحد من تكاليف الشبكة من خلال الاستغناء عن موارد الحماية المخصصة. ويمكن تصميم هذه المعماريات أيضاً وفقاً لمستوى "الحماية المضمونة" وكفاءة السعة التي يرغب فيها المشغل، تبعاً لدرجات الخدمة المقدمة. ويمكن قياس كفاءة السعات بطرق مختلفة بما في ذلك [b-BLTJ.1999]:

'1' جزء الطلبات الذي يمكن حمايته على أساس سعات الشبكات والطلبات من نقطة إلى نقطة والمسير العامل لكل طلب؛

'2' أو سعات الشبكات اللازمة لتوفير الحماية بنسبة 100% على أساس الطلبات من نقطة إلى نقطة والمسير العامل لكل طلب؛

'3' أو السعات الإجمالية للشبكات من أجل المسيرات العاملة ومسيرات الحماية على أساس الطلبات من نقطة إلى نقطة وتوفير الحماية بنسبة 100%.

ويتمثل النهج الأول في إيجاد مسيرات الحماية لأكبر عدد ممكن من الطلبات في ظل قيود سعة الوصلة في شبكة قائمة. وهذا النهج يختلف عن النهجين الأخيرين، اللذين يفترضان أن تخطيط السعات يجري لضمان حماية بنسبة 100% لجميع الطلبات.

وجدير بالإشارة أن الدرجة المرغوبة لاستمثال موارد الشبكة (مما يؤدي إلى سعة غير كافية للوصلة) تصبح في نقطة ما متناسبة عكسياً مع درجة "الحماية المضمونة" التي يمكن تقديمها. وفي الحالات الفعلية التي تكون فيها السعة خاضعة لقيود، من الضروري التمكن من إعطاء الأولوية للطلبات وضمان أن تُخصص مسيرات الحماية بصورة دائمة لتلك الطلبات ذات متطلبات التيسر العالية.

وينصب التركيز في هذه التوصية على تحقيق الحماية القصوى الممكنة في ضوء سعات أي شبكة بما في ذلك الآليات اللازمة لترتيب الأولوية للطلبات لتمكين تخصيص مسيرات الحماية لتلك الطلبات ذات متطلبات التيسر العالية.

7 أنماط معماريات الحماية المتشابكة المشتركة

1.7 لمحة عامة عن معمارية الحماية المتشابكة المشتركة

يمكن استعمال الحماية المتشابكة المشتركة في شبكات النقل المتشابكة كلياً وجزئياً وهي تشمل على سبيل المثال لا الحصر شبكات النقل الحضرية والمسافات البعيدة. ويمكن للحماية SMP أن تحسّن إلى حد كبير من استخدام موارد الشبكة بالمقارنة مع آليات الحماية 1:1 البديلة، وذلك حسب درجة التوصيل البيني بين عقد الشبكة.

وتشمل أي معمارية للحماية SMP إشارات متعددة للحركة العادية حيث ترتبط كل إشارة بكيان نقل عامل وبكيان واحد أو أكثر من كيانات نقل الحماية. وتستند معمارية الحماية SMP إلى الحماية m:1 (حيث يجوز أن تكون m أكبر من أو تساوي 1).

وفي المعمارية SMP m:1، تُؤمن الحماية لكل كيان نقل عامل بواسطة عدد m من كيانات نقل الحماية. وفي هذه المعمارية، يمكن حماية كيان النقل العامل عندما يكون أحد كيانات نقل الحماية m متاحاً.

ويتكون كل كيان لنقل الحماية من مقطع حماية واحد أو أكثر. ويمكن لكيانات متعددة لنقل الحماية أن تتقاسم عرض نطاق كل مقطع حماية. ولكي لا يؤدي حدوث عطل في الشبكة إلى قطع إشارة الحركة العادية المحمية، يوصى بفصل جميع كيانات النقل العاملة التي تتقاسم موارد الحماية.

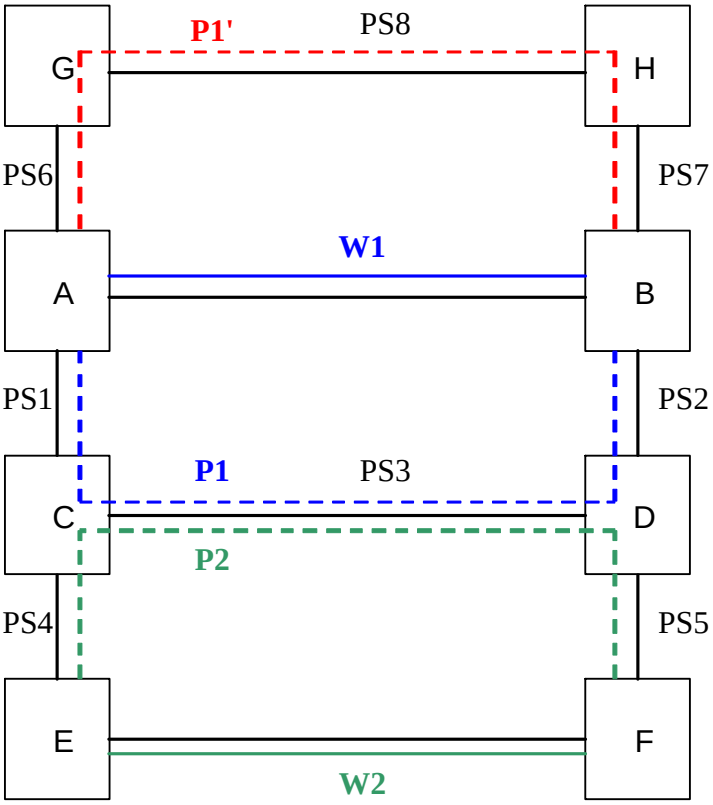
وينبغي أن يكون عرض النطاق المتقاسم لمقطع الحماية قادراً على دعم أكبر كيانات نقل الحماية المناظرة.

ملاحظة – يتم تشكيل موارد الحماية ومعلومات كيانات نقل الحماية مسبقاً من خلال مستوي للتحكم أو مستوي للإدارة، والوصف المفصل لعملية التشكيل المسبق خارج نطاق هذه التوصية. كما أن آلية استعادة الشبكة المتشابكة (المتقاسمة) القائمة على مستوي للتحكم خارج نطاق هذه التوصية.

ويبين الشكل 2 مثالاً لمعمارية SMP m:1 بسيطة. وهناك كيانان عاملان لنقل الحماية هما الكيان W1 (A-B) و W2 (E-F). وجرى تشكيل كيانات نقل الحماية في هذا المثال على النحو التالي:

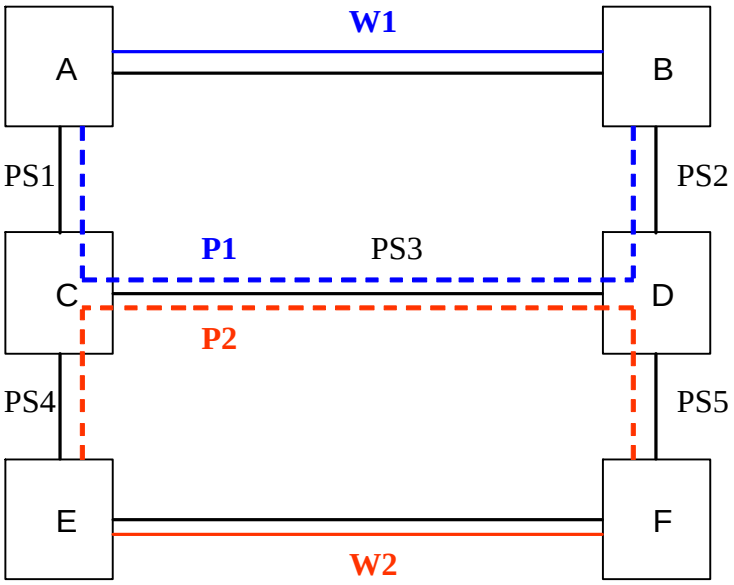
- فيما يتعلق بالكيان العامل W1، هناك كيانان لنقل الحماية هما P1 (A-C-D-B) و P1' (A-G-H-B)؛
- وفيما يتعلق بالكيان العامل W2، هناك كيان واحد لنقل الحماية هو P2 (E-C-D-F).

في حال اكتشاف عطل للكيان العامل W2، يتم تفعيل كيان نقل الحماية المناظر P2 لإرسال الحركة. ونظراً إلى أن عرض نطاق مقطع الحماية PS3 مشغول تماماً بالكيان P2، لا يملك كيان نقل الحماية P1 أي مقدرة حماية لتوفير الحماية لكيان النقل العامل W1، ولكن من الممكن استعمال كيان نقل الحماية الآخر P1' لحماية كيان النقل العامل W1.



الشكل 2 – مثال لمعمارية m:1 SMP

يبين الشكل 3 مثالاً لمعمارية m:1 SMP بسيطة حيث m = 1.

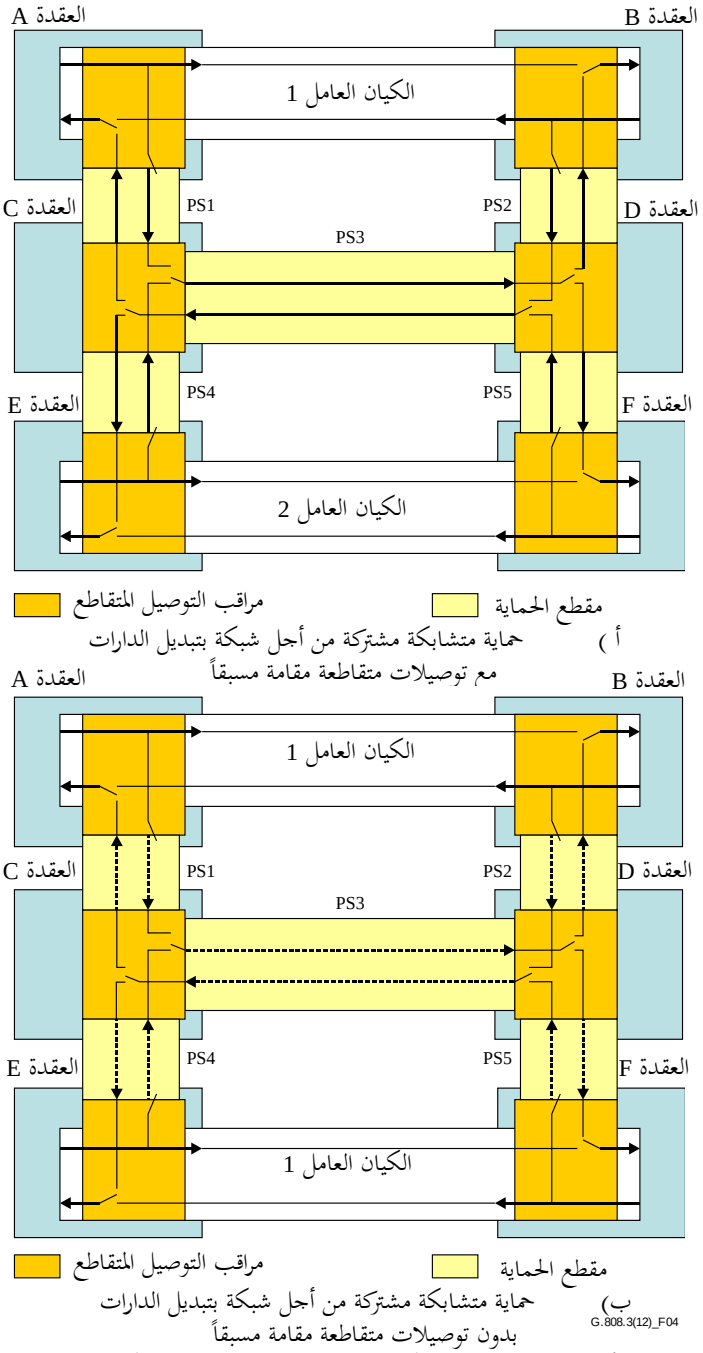


الشكل 3 – مثال لمعمارية 1:1 SMP

1.1.7 الحماية المتشابكة المشتركة فيما يتعلق بشبكات تبديل الدارات

في الشبكات القائمة على تبديل الدارات (مثل الشبكات SDH/OTN)، لا يمكن للتوصيلات المتقاطعة في العقد الوسيطة لكيان نقل الحماية أن تُقام مسبقاً عند تقاسم مقطع الحماية بين كيانات متعددة لنقل الحماية. وفي هذه الحالة، يجب أن تقيم العقد الوسيطة التوصيلات المتقاطعة من أجل كيان نقل الحماية عند الكشف عن عطل كيان النقل العامل المحمي.

وينبغي أن يكون للنقاط الطرفية لكل كيان نقل عامل وظائف الرصد لمراقبة حالة كيان النقل العامل. وستؤدي حالة تعطل أو انحطاط الإشارة (SF/SD) المكتشفة إلى إجراء تبديل الحماية. وفي الوقت نفسه، ينبغي أن يكون للعقد على طول كيان نقل الحماية أيضاً وظائف الرصد لمراقبة حالة الموارد لكل قطاع حماية. وستُبلغ النقاط الطرفية بأسوأ حالة بين حالات مقاطع الحماية على طول كيان نقل الحماية. وإذا كانت حالة كيان نقل الحماية أسوأ من حالة كيان النقل العامل، ينبغي أن تمنع النقاط الطرفية إشارة الحركة العادية من التبديل إلى كيان نقل الحماية.



الشكل 4 – أمثلة لحماية متشابكة مشتركة فيما يخص شبكة بتبديل الدارات

يبين الشكل 4 الحماية المتشابكة المشتركة المتعلقة بشبكة بتبديل الدارات. ولا تقام التوصيلات المتقاطعة في العقد الوسيطة لكيانات نقل الحماية بشكل مسبق. ولا يمكن توزيع توصيلات الوصلة قبل أن يتم اكتشاف العطل على النحو المبين في المخطط ب) من الشكل 4.

وستراقب النقاط الطرفية (مثل العقدة A/B والعقدة E/F) حالة الكيان العامل 1 (W1) والكيان العامل 2 (W2). وستراقب العقد على طول كياني نقل الحماية (أي الكيان P1 والكيان P2) حالة كل منهما.

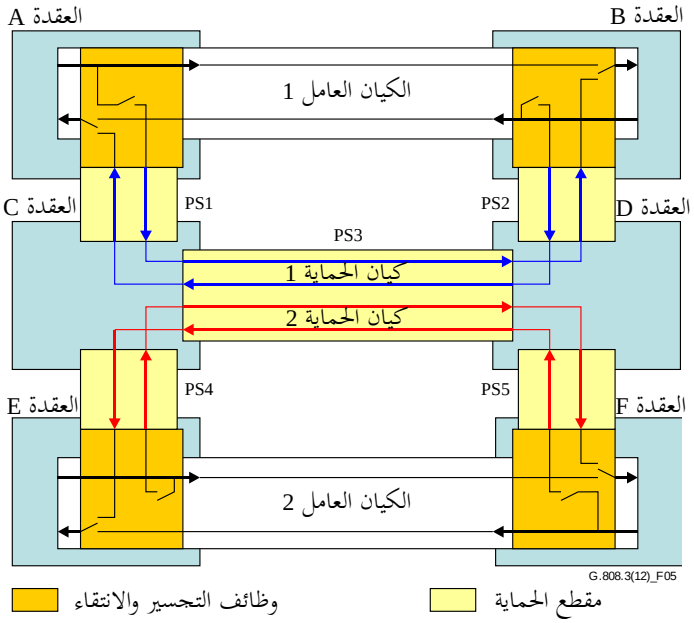
وعند اكتشاف ضعف أو عطل كيان النقل العامل W1 وإذا كانت حالة كيان نقل الحماية متاحة عند تلقي الإشارة APS، يجب أن تقيم العقدة C التوصيل المتقاطع بين الكيانين PS1 وPS3 وأن تقيم العقدة D التوصيل المتقاطع بين الكيانين PS3 وPS2 لتفعيل كيان نقل الحماية P1. وفيما يخص الحالة الموضحة في المخطط ب) في الشكل 4، ينبغي إقامة توصيلات الوصلة للكيانات PS1 وPS3 وPS2.

ملاحظة – يوضح الشكل 4 توخياً للتبسيط معمارية 1:1 SMP من أجل الشبكات القائمة على تبديل الدارات. ويمكن توسيع هذا المثال لتوضيح المعمارية m:1 SMP عندما تكون هناك كيانات متعددة لنقل الحماية من أجل كيان نقل عامل واحد.

2.1.7 الحماية المتشابكة المشتركة فيما يتعلق بشبكات الرزم

في شبكات الرزم، من الممكن أن تُقام مسبقاً كيانات مختلفة لنقل الحماية تتقاسم نفس عرض نطاق مقطع الحماية المتقاسم. وفي الظروف العادية حيث تُنقل إشارات الحركة العادية عبر كيانات النقل العاملة، تُنقل الرزمتان APS وOAM فقط عبر كيانات نقل الحماية. وينبغي توزيع عرض نطاق مقطع الحماية المتقاسم بشكل يمكن من حماية أي كيان من كيانات النقل العاملة التي تتقاسم كيانات نقل الحماية الخاصة بها مقطع الحماية.

وينبغي أن يكون للنقاط الطرفية لكل كيان نقل عامل وظائف الرصد لمراقبة حالة كيان النقل العامل. وستؤدي حالة تعطل أو انحطاط الإشارة (SF/SD) المكتشفة إلى إجراء تبديل الحماية. ويمكن أيضاً مراقبة حالة كيان نقل الحماية عند النقاط الطرفية نظراً إلى أن كيان نقل الحماية مقام مسبقاً.



الشكل 5 – مثال لحماية متشابكة مشتركة من أجل شبكة قائمة على الرزم

ويبين الشكل 5 المعمارية 1:1 SMP من أجل الشبكات القائمة على الرزم. ويتقاسم كيانا نقل الحماية المقامان مسبقاً من خلال A-C-D-B وE-C-D-F على التوالي الكيان PS3. وسيراقب زوجا النقاط الطرفية، زوج العقدتين A وB وزوج العقدتين E وF حالة الكيان العامل 1 وكيان الحماية 1 والكيان العامل 2 وكيان الحماية 2 على التوالي. وعند اكتشاف خلل أو عطل في أحد

كيانات النقل العاملة وتبين تيسر كيانه المقابل لنقل الحماية، يتعين تبديل إشارة الحركة العادية الخاصة به من الكيان العامل إلى كيان نقل الحماية. وفي العقدتين الوسيطتين (C وD)، لا توجد حاجة إلى إنشاء توصيلات متقاطعة لأنها مقامة بالفعل مسبقاً.

ملاحظة – يوضح الشكل 5 توخياً للتبسيط معمارية 1:1 SMP من أجل شبكات الرزم. ويمكن توسيع هذا المثال لتوضيح المعمارية m:1 SMP عندما تكون هناك كيانات متعددة لنقل الحماية من أجل كيان نقل عامل واحد.

8 أنماط التبديل

تدعم آلية الحماية المتشابكة المشتركة نمط التبديل ثنائي الاتجاه على النحو المحدد في التوصية [ITU-T G.808.1].

وفيما يتعلق بالحماية المتشابكة المشتركة ثنائية الاتجاه، يتم تشغيل أجهزة الانتقاء والجسور عند طرفي كيان نقل الحماية. وبالإضافة إلى ذلك، يتم تفعيل التوصيلات المتقاطعة ثنائية الاتجاه عند العقد الوسيطة (في حال كانت غير مقامة مسبقاً).

9 أنماط التشغيل

تدعم آلية الحماية المتشابكة المشتركة نمط التشغيل الارتجاعي على النحو المحدد في التوصية [ITU-T G.808.1].

10 حركة لا تتمتع بأسبقية وغير محمية (NUT) وحركة إضافية

تدعم آلية الحماية المتشابكة المشتركة الحركة التي لا تتمتع بأسبقية وغير المحمية (NUT).

والحركة NUT موضع النظر هنا تنوعية، مما يعني أن هذا الصنف من الحركة لا يستخدم أي موارد حماية ويكون غير محمي في حالة وقوع عطل على طول مسيره، ولكن لا يمكن إسقاطه من الشبكة للسماح بحماية حركة أخرى.

وتحتاج الحركة الإضافية إلى مزيد من الدراسة.

11 التبديل الأوتوماتي

يحتاج إلى مزيد من الدراسة.

12 مبدأ الأسبقية

فيما يتعلق بالحماية المتشابكة المشتركة، تنطبق مبادئ الأسبقية في الحالة التي تتنافس فيها كيانات متعددة لنقل الحماية على نفس المورد المتقاسم.

ولتسوية المنافسة، ينبغي أن يُؤخذ نوعان من المعلومات في الاعتبار:

- أولوية الأسبقية: يُخصص لكل كيان لنقل الحماية أولوية أسبقية تُشكل مسبقاً.
- أولوية نوع الطلب: الأولوية النسبية للأحداث (ظروف العطل والأوامر الخارجية) التي تطلق الحماية. ويحتاج تخصيص هذه الأولويات إلى مزيد من الدراسة.

يجب أن تراعي جميع العقد على طول كيان نقل الحماية الأولويتين على حد سواء.

1) عند حدوث منافسة على الموارد بين كيانات متعددة لنقل الحماية تتمتع بأولويات أسبقية مختلفة، يشغل الموارد كيان نقل الحماية الذي يتمتع بأولية الأسبقية الأعلى.

2) عند حدوث منافسة على الموارد بين كيانات متعددة لنقل الحماية تتمتع بنفس أولويات الأسبقية، يشغل الموارد كيان نقل الحماية الذي يتمتع بنوع الطلب ذي الأولوية الأعلى.

3) وفي الحالة التي تحدث فيها المنافسة على الموارد بين كيانات متعددة لنقل الحماية تتمتع بنفس أوليات الأسبقية ونوع الطلب، يمكن استخدام معرفات هوية كيانات النقل لتسوية التنافس.

13 مراقبة حالة المسير

يمكن مراقبة حالة كيان النقل العامل باستعمال أساليب مماثلة لتلك المحددة من أجل مخططات الحماية الخطية الحالية في التوصية [ITU-T G.808.1]. وتعتمد أساليب المراقبة المحددة على التكنولوجيا.

واعتماداً على تكنولوجيا نقل الشبكة الأساسية، قد لا يُقام كيان نقل الحماية مسبقاً. وفي هذه الحالة، لا توجد مراقبة مباشرة للحالة من طرف إلى طرف لكيان نقل الحماية عند النقاط الطرفية للحماية. وبالتالي، يتعين على كل مقطع حماية أن يبلّغ النقاط الطرفية لكيان نقل الحماية بحالته.

وإذا كان من الممكن إقامة كيان نقل الحماية مقدماً، عندئذ يمكن مراقبة حالته باستعمال أساليب مماثلة لتلك المحددة من أجل مخططات الحماية الخطية الحالية في التوصية [ITU-T G.808.1]. وتعتمد أساليب المراقبة المحددة على التكنولوجيا.

ويتعين على كل مقطع حماية أن يبلّغ النقاط الطرفية لكيان نقل الحماية بتيسر موارده. ويُقصد بهذا التبليغ الحد من احتمالات طلبات تبديل الحماية غير اللازمة التي ستفشل حتماً عند وصول الطلب إلى مورد الحماية غير المتيسر.

14 بروتوكول تبديل الحماية الأوتوماتي (APS)

يحتاج إلى مزيد من الدراسة.

الملحق A

الأهداف

(يشكل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.A يجب أن تسمح بالتوافق العكسي مع الهياكل/الأنساق الأساسية للتوصيات الخاصة بتكنولوجيات بعينها.

2.A يجب ألا تؤثر على استخدام الآليات الحالية للحماية APS الخطية والحلقية وقنوات الاتصالات الخاصة بتكنولوجيات بعينها (أي التعايش مع المواصفات APS الحالية).

3.A يجب أن تسمح بأي تطبيقات داخل/بين شركات التشغيل من أجل نشر الحماية المتعاقبة أو المدمجة

4.A يجب أن تسمح بالتعايش بين الحماية/الاستعادة القائمة على الشبكة ASON والحماية SMP على الحدود بين الميادين.

5.A يجب أن تكون قادرة على دعم حماية إشارة واحدة أو أكثر من إشارات الحركة العادية ثنائية الاتجاه من نقطة إلى نقطة من الطرف الداخلي إلى الطرف الخارجي للميدان SMP.

6.A يجب ألا تقتضي أن يكون لكيانات النقل العاملة المتعددة التي تتقاسم نفس مورد (موارد) الحماية النقاط الطرفية ذاتها.

7.A يجب أن تراقب حالة كيانات النقل العاملة فيما يتعلق بمفعلات تبديل الحماية SMP (مثل الإشارة SF والإشارة SD).

8.A يجب أن تراقب تيسر موارد الحماية المتقاسمة عبر كيانات نقل الحماية.

9.A يجب أن تشمل دعم تقديم المعلومات المتعلقة بتيسر موارد الحماية المتقاسمة عبر كيانات نقل الحماية إلى النقاط الطرفية لكيانات النقل العاملة التي تستعمل الموارد.

10.A يجب أن تشمل دعم تقديم المعلومات بين عقد الشبكة لتنفيذ تبديل الحماية. ويعتمد تشفير الرسائل وقناة الاتصال بين العقد على التكنولوجيا المحددة.

11.A يجب أن تكون قادرة على استعادة إشارة حركة عادية من جراء عطل (أعطال) في الشبكة بطريقة محددة. فعلى سبيل المثال، ينبغي أن يكتمل تبديل الحماية خلال فترة زمنية محددة (محدودة) على النحو الموضح في التوصيات الخاصة بتكنولوجيات بعينها.

12.A يجب أن تشمل دعم آلية لاكتشاف حالات عطل البروتوكول.

13.A يجب أن تشمل دعم آلية لاكتشاف أوجه عدم التوافق في التشكيل بين العقدة الداخلية والعقدة الخارجية للميدان SMP.

14.A يجب أن تكون قادرة على دعم دمج مستويات الحماية المتعددة (سواء الحماية SMP أو غيرها من المخططات كالحماية SNC). وتحقيقاً لذلك، يجب أن تشمل دعم آلية (آليات) تسمح بتنسيق أنشطة الحماية (مثل مؤقت الانتظار).

15.A يجب أن توفر آلية لتجنب رفرفة تبديل الحماية (مثل مؤقت انتظار الاستعادة).

16.A يجب أن تشمل دعم وصلات متعددة بين العقد بما يسمح بتنوع الوصلات والعقد وينبغي أن تكون قابلة للتطوير فيما يتعلق بعدد الوصلات والعقد داخل ميدان الحماية SMP.

17.A يجب أن توفر آلية لحل التنافس للسماح لكيان نقل عامل واحد بشغل موارد الحماية في حالة تقاسم موارد الحماية هذه بين أكثر من كيان نقل عامل واحد يتمتعون بنفس الأولوية (بسبب طوبولوجيا الشبكة والقيود على الموارد).

18.A يجب أن تكون قادرة على دعم قدرة وضع حد أعلى للعدد الأقصى لكيانات النقل العاملة التي يمكن أن تتقاسم موارد الحماية (التي تحكمها التكنولوجيا المحددة).

19.A يجب أن تشمل دعم القدرة على وضع حد أعلى لجزء موارد الوصلات الذي يمكن توزيعه لكيانات نقل الحماية.

20.A يجب أن تسمح بتشكيل (قد يكون عبر مستوي للإدارة أو مستوي للتحكم) معرفات هوية كيانات نقل الحماية وعرض النطاق المطلوب، وإضافةً إلى ذلك بالنسبة إلى الحماية SMP القائمة على الدارات، تخصيص أنماط التبديل لضمان التشغيل السليم لعملية تبديل الحماية.

21.A يجب أن تدعم تخصيص الأولوية لدعم طلب كيان نقل ذي أولوية أعلى للتمتع بالأسبقية بشأن موارد الحماية المشتركة التي استولى عليها كيان نقل ذو أولوية أدنى.

22.A يجب أن تقتصر على دعم نمط التشغيل الارتجاعي.

23.A يجب أن تقتصر على دعم التبديل ثنائي الاتجاه.

24.A يجب أن تكون قادرة على دعم الأوامر الخارجية الموجهة من مشغلي الشبكات.

25.A يجب أن تكون قادرة على دعم الحماية فيما يتعلق بعطل واحد أو أكثر، بما في ذلك الأعطال المتزامنة و/أو الأعطال التي تضم موارد مشتركة.

26.A يجب أن تكون قادرة على تفعيل تبديل الحماية الذي يباشره أي من طرفي الميدان SMP أو كليهما (يمكن أن يكون بشكل متزامن).

التذييل I

سيناريوهات الحماية المتشابكة المشتركة

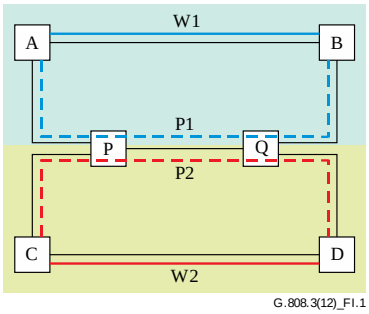
(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

يقدم هذا التذييل بعض السيناريوهات النمطية فيما يتعلق بالحماية المتشابكة المشتركة.

وجدير بالملاحظة أن هذا التذييل لا يوضح جميع السيناريوهات.

1.I سيناريو بسيط للحماية SMP

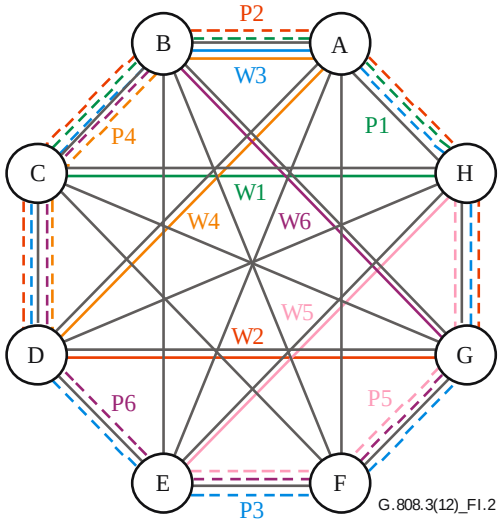
يعرض الشكل 1.I توضيحاً لسيناريو بسيط. ويكون التوصيل العامل W1 على طول المسير A-B محمياً بواسطة توصيل الحماية P1 على طول المسير A-P-Q-B، ويكون التوصيل العامل الآخر W2 على طول المسير C-D محمياً بواسطة توصيل الحماية الآخر P2 على طول المسير C-P-Q-D. ويمكن أن يتقاسم توصيل الحماية P1 وتوصيل الحماية P2 بعض الموارد المشتركة (أي أن وصلة الحماية P-Q يمكن أن يتقاسمها الكيانان P1 وP2)، نظراً لانفصال الكيانين W1 وW2 عن بعضهما البعض.



الشكل 1.I – سيناريو بسيط للحماية SMP

2.I الحماية المتشابكة المشتركة في الشبكات المتشابكة

تُستعمل الشبكة المتشابكة الواردة في الشكل 2.I بصورة أعم لوصف السيناريوهات المختلفة للحماية المتشابكة المشتركة.



الشكل 2.I – مثال للحماية المتشابكة المشتركة

تبين الشبكة المتشابكة الواردة في الشكل 2.I ستة مسيرات عاملة (W1 وW2 وW3 وW4 وW5 وW6) ومسيرات الحماية الخاصة بها (P1 وP2 وP3 وP4 وP5 وP6) على النحو الملخص في الجدول 1.I.

الجدول 1.I – ملخص

اللون	المسير العامل	مسير الحماية
أخضر (W1، P1)	C-H	H-A-B-C
أحمر (W2، P2)	D-G	G-H-A-B-C-D
أزرق (W3، P3)	A-B	B-C-D-E-F-G-H-A
برتقالي (W4، P4)	B-A-D	B-C-D
وردي (W5، P5)	H-E	H-G-F-E
أرجواني (W6، P6)	B-G	B-C-D-E-F-G

للمسيرات العاملة W3 وW4 وW6 نفس العقدة الطرفية B. وللمسيرين العاملين W2 وW4 نفس العقدة الطرفية D. وللمسيرين العاملين W2 وW6 نفس العقدة الطرفية G. وللمسيرين العاملين W1 وW5 نفس العقدة الطرفية H. والعقدة A هي عقدة وسيطة للمسير W4 بل وعقدة طرفية أيضاً للمسير W3.

ملاحظة – كل سيناريو منفصل عن الآخر.

السيناريو 1

هو سيناريو بسيط للحماية المتشابكة المشتركة يتمثل في تقاسم مسيري حماية لموارد مشتركة.

اللون	المسير العامل	مسير الحماية
أخضر (W1، P1)	C-H	H-A-B-C
أحمر (W2، P2)	D-G	G-H-A-B-C-D

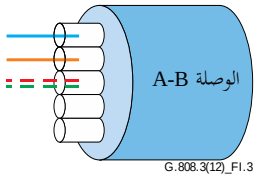
في الشكل 2.I، يتمتع المسير العامل W1 على طول الوصلة C-H بالحماية من جانب مسير الحماية P1 على طول المقطع H-A-B-C، ويتمتع المسير العامل W2 على طول الوصلة D-G بالحماية من جانب مسير الحماية الآخر P2 على طول المقطع G-H-A-B-C-D. ويمكن للكيانين P1 وP2 تقاسم بعض الموارد المشتركة (أي مقطع الحماية H-A-B-C).

السيناريو 2

منفذ أو وصلة يجوز أم يكون لهما بعض الموارد المستعملة من أجل مسيرات عاملة وموارد أخرى مستعملة من أجل مسيرات حماية.

اللون	المسير العامل	مسير الحماية
أخضر (W1، P1)	C-H	H-A-B-C
أحمر (W2، P2)	D-G	G-H-A-B-C-D
أزرق (W3، P3)	A-B	B-C-D-E-F-G-H-A
برتقالي (W4، P4)	B-A-D	B-C-D

كما هو موضح في الشكل 3.I، تتضمن الوصلة A-B حركة عاملة من أجل المسيرين W4/W3 وكذلك مورد حماية يُستعمل من جانب P2/P1.



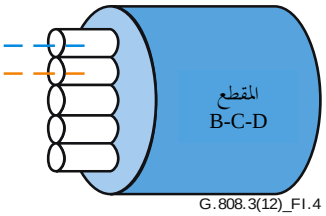
الشكل I.3 – تفاصيل الوصلة A-B

السيناريو 3

توجد موارد حماية متعددة على وصلة ما. وفي هذه الحالة، يمكن للمسيرات العاملة التي لديها وصلات مشتركة أن تستعمل وصلة الحماية ذاتها لأغراض الحماية على أن يُخصص مورد مختلف لمسيرات الحماية المناظرة لها.

اللون	المسير العامل	مسير الحماية
أزرق (W3، P3)	A-B	B-C-D-E-F-G-H-A
برتقالي (W4، P4)	B-A-D	B-C-D

في الشكل I.4 مثلاً، يدعم المقطع B-C-D مسيري حماية على وصلة واحدة ولكن مع موارد مختلفة. وبالتالي، على الرغم من أن المسيرين W3 وW4 لهما الوصلة A-B، لا يزال بإمكانهما استخدام المقطع B-C-D كجزء من مسيري الحماية لديهما (P3 وP4).



الشكل I.4 – تفاصيل المقطع B-C-D

السيناريو 4

أن يكون هناك مورد محدد يُستعمل من أجل الحماية قد يكون بمثابة نقطة طرفية لبعض مسيرات الحماية ونقطة وسيطة لمسيرات حماية أخرى.

اللون	المسير العامل	مسير الحماية
برتقالي (W4، P4)	B-A-D	B-C-D
وردي (W5، P5)	H-E	H-G-F-E
أرجواني (W6، P6)	B-G	B-C-D-E-F-G

وفي الشكل I.2 مثلاً، تبين العقدة G وخصوصاً المنفذ المرتبط بالوصلة G-F يوضح كيف يمكن أن يكون مورد الحماية بمثابة نقطة وسيطة لمسير ما (أي المسير P5) ونقطة طرفية لمسير آخر (أي المسير P6). وبالمثل، تعتبر العقدة D وخصوصاً المنفذ المرتبط بالوصلة D-C نقطة وسيطة للكيان P6 ونقطة طرفية للكيان P4.

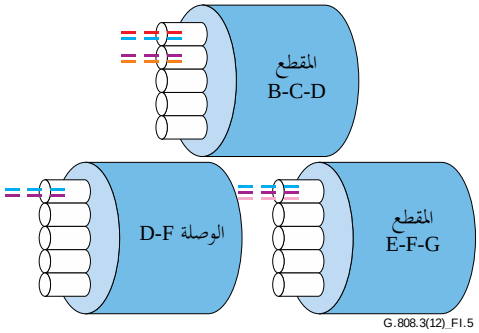
السيناريو 5

أن يكون هناك مسير عامل قد يكون أحد أعضاء مجموعات المخاطر المشتركة المنفصلة المتعددة (SRG).

اللون	المسير العامل	مسير الحماية
أزرق (W3، P3)	A-B	B-C-D-E-F-G-H-A
برتقالي (W4، P4)	B-A-D	B-C-D
وردي (W5، P5)	H-E	H-G-F-E
أرجواني (W6، P6)	B-G	B-C-D-E-F-G

وكما هو موضح في الشكل 5.I، فالمسير W6 (اللون الأرجواني) عضو في ثلاث مجموعات من مجموعات المخاطر المشتركة: يمثل المسيران W6 وW4 مجموعة SGR بسبب مقطع الحماية B-C-D؛ ويمثل المسيران W6 وW3 مجموعة SGR بسبب مقطع الحماية D-E-F-G؛ ويمثل المسيران W6 وW5 المجموعة SGR الثالثة بسبب مقطع الحماية E-F-G.

وفي هذه الحالة، يمثل المسيران W3 وW5 أيضاً مجموعة SGR بسبب المقاطع E-F-G، بيد أن المسيرين W4 وW5 لا يمثلان مجموعة SRG نظراً لعدم تقاسمهما لمورد حماية (أي يوجد موردان من موارد الحماية متاحان في المقطع B-C-D). ويمكن أن يتقاسم المسير W4 المخاطر مع المسيرين W3 وW5 على السواء.



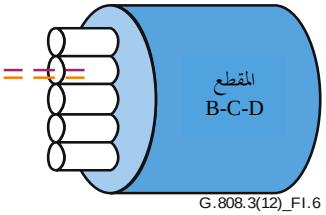
الشكل 5.I – تفاصيل المقطع B-C-D والمقطع D-E-F-G

السيناريو 6

يمكن لمورد حماية مرتبط بعقدة واحدة أن يدعم مسيرات حماية متعددة. وعلى الرغم من أن كل مسير حماية عبارة عن توصيل من نقطة إلى نقطة، يجب، في حال تقاسمت المسيرات بعض الموارد، مراعاة بعض عناصر الدارات من نقطة إلى نقاط متعددة ومن نقاط متعددة إلى نقطة عند إقامة نظام مراقبة لمسار الحماية.

اللون	المسير العامل	مسير الحماية
برتقالي (W4، P4)	B-A-D	B-C-D
أرجواني (W6، P6)	B-G	B-C-D-E-F-G

وكما هو مبين في الشكل 6.I، يوضح المنفذ المرتبط بالعقدة B التي تُنهي المقطع B-C-D أحد السيناريوهات التي يتقاسم فيها اثنان من مسيرات الحماية (أي P4 وP6) المقطع B-C-D، في حين أن للمسيرين P4 وP6 عقدتين طرفيتين مختلفتين (أي أن P4 تنتهي في العقدة D وP6 في العقدة G). ولن يكون هناك أي مسيرات ولا المسير P4 ولا المسير P6 عند المنفذ في العقدة B في أي نقطة من الزمن. ولذلك، يجب إيلاء العناية عند تشكيل قيم معرف هوية أثر المسير (TTI) ومعايير كشف عيب عدم التطابق في معرف هوية أثر المسير في الحالة التي ينبغي أن تتوفر فيها توصيلة ترادفية تراقب مسار الحماية بأكمله.



الشكل I.6 – تفاصيل المقطع B-C-D

ينبغي مراعاة هذه السيناريوهات عند تصميم البروتوكول APS ومعماريات المراقبة.

التذييل II

لمحة عامة عن الاستعادة المتشابكة المشتركة (SMR) وتشغيل الحماية المتشابكة المشتركة

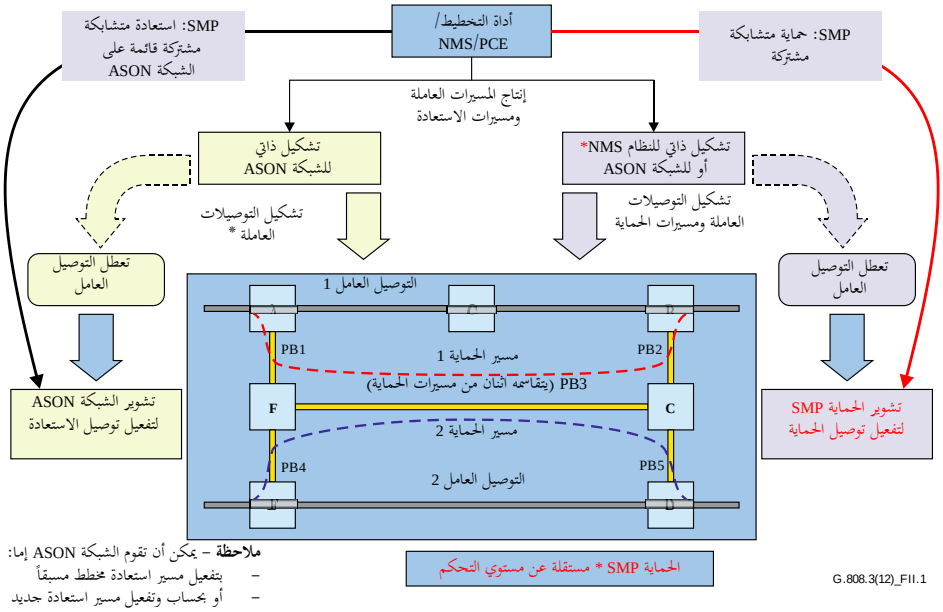
(لا يشكل هذا التذييل جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

تصف التوصية [ITU-T G.805] تقنيات تحسين تيسر شبكات النقل حيث تشير عبارة "حماية" إلى الاستعاضة عن مورد معطّل بمورد احتياطي مخصص مسبقاً وتشير عبارة "استعادة" إلى الاستعاضة عن مورد معطّل بإعادة التسيير باستعمال سعة احتياطية.

وتصف التوصية [b-ITU-T G.8080] الحماية كآلية لتعزيز تيسر التوصيل من خلال استعمال سعة إضافية مخصصة. ويرد وصف استعادة الشبكات البصرية تلقائية التبديل (ASON) لنداء (خدمة توصيل) بوصفه استعاضة عن توصيل معطّل بإعادة تسيير النداء باستعمال سعة احتياطية.

تم تعريف آليات مختلفة للاستعادة في الشبكات ASON. وجدير بالملاحظة أن آلية الاستعادة التي تشبه كثيراً الحماية المتشابكة المشتركة غالباً ما يطلق عليها اسم الاستعادة المتشابكة المشتركة مع مسيرات استعادة محسوبة ومشّورة مسبقاً. وهذا يعني أنه بعد نجاح إنشاء توصيل جديد على طول المسير الاسمي/النشط الخاص به، يُحسب مسير احتياطي (ينبغي أن يكون منفصلاً تماماً عن المسير الاسمي/النشط). ويتم بعد ذلك إنشاء دورة تشوير على طول هذا المسير الاحتياطي والتحقق من تيسر موارد حرة أثناء إنشاء دورة التشوير. وبمجرد اكتمال هذه العملية، يُفعّل المسير الاحتياطي عند تأثر المسير الاسمي/النشط بعطل ما.

ويوضح الشكل 1.II الفرق بين الاستعادة المتشابكة المشتركة للشبكات ASON والحماية المتشابكة المشتركة.



الشكل 1.II – الاستعادة المتشابكة المشتركة والحماية المتشابكة المشتركة

بيبليوغرافيا

[b-ITU-T G.8080] Recommendation ITU-T G.8080/Y.1304 (2012), *Architecture for the automatically switched optical network*.

[b-BLTJ.1999] Doshi, B. T. et al. (1999), *Optical network design and restoration*, Bell Labs. Technical Journal, pp. 58-84, Jan.-Mar. 1999.

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 (ISDN)

السلسلة J الشبكات الكبلية وإرسال إشارات تلفزيونية وبرامج صوتية وإشارات أخرى متعددة الوسائط

السلسلة K الحماية من التداخلات

السلسلة L بناء الكبلات وغيرها من عناصر المنشآت الخارجية وإنشاؤها وحمايتها

السلسلة M إدارة الاتصالات، بما في ذلك شبكة إدارة الاتصالات وصيانة الشبكات

السلسلة N صيانة الدارات الإذاعية الدولية لإرسال البرامج الصوتية والتلفزيونية

السلسلة O مواصفات أجهزة القياس

السلسلة P المطاريف وطرائق التقييم الذاتية والموضوعية

السلسلة Q التبديل والتشوير

السلسلة R التراسل البرقي

السلسلة S التجهيزات المطرافية للخدمات البرقية

السلسلة T تجهيزات مطرافية للخدمات التلماتية

السلسلة U التبديل البرقي

السلسلة V اتصالات البيانات على الشبكة الهاتفية

السلسلة X شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن

السلسلة Y البنية التحتية العالمية للمعلومات وجوانب بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

السلسلة Z اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2017