الاتحـــــــــــاد الدولـــــــــــي للاتصـــــــــــالات

ITU-T

قطاع تقييس الاتصالات
في الاتحاد الدولي للاتصالات

Y.2615
(2012/07)

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

شبكات الجيل التالي – الشبكات التي تعمل بنظام الرزم

آليات التسيير في الشبكات العمومية لاتصالات البيانات بالرزم

التوصية ITU-T Y.2615

توصيات السلسلة Y الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

البنية التحتية العالمية للمعلومات وجوانب بروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي

البنية التحتية العالمية للمعلومات	
اعتبارات عامة	Y.199-Y.100
الخدمات والتطبيقات، والبرمجيات الوسيطة	Y.299-Y.200
الجوانب الخاصة بالشبكات	Y.399-Y.300
السطوح البينية والبروتوكولات	Y.499-Y.400
الترقيم والعنونة والتسمية	Y.599-Y.500
التشغيل والإدارة والصيانة	Y.699-Y.600
الأمن	Y.799-Y.700
مستويات الأداء	Y.899-Y.800
جوانب متعلقة ببروتوكول الإنترنت	
اعتبارات عامة	Y.1099-Y.1000
الخدمات والتطبيقات	Y.1199-Y.1100
المعمارية والنفاذ وقدرات الشبكة وإدارة الموارد	Y.1299-Y.1200
النقل	Y.1399-Y.1300
التشغيل البيني	Y.1499-Y.1400
جودة الخدمة وأداء الشبكة	Y.1599-Y.1500
التشوير	Y.1699-Y.1600
التشغيل والإدارة والصيانة	Y.1799-Y.1700
الترسيم	Y.1899-Y.1800
تلفزيون بروتوكول الإنترنت عبر شبكات الجيل التالي	Y.1999-Y.1900
شبكات الجيل التالي	
الإطار العام والنماذج المعمارية الوظيفية	Y.2099-Y.2000
جودة الخدمة والأداء	Y.2199-Y.2100
الجوانب الخاصة بالخدمة: قدرات ومعمارية الخدمات	Y.2249-Y.2200
الجوانب الخاصة بالخدمة: إمكانية التشغيل البيني للخدمات والشبكات في شبكات الجيل التالي	Y.2299-Y.2250
تحسينات على شبكات الجيل التالي	Y.2399-Y.2300
إدارة الشبكة	Y.2499-Y.2400
معماريات وبروتوكولات التحكم في الشبكات	Y.2599-Y.2500
الشبكات الذكية الشمولية	**Y.2699-Y.2600**
الأمن	Y.2799-Y.2700
التنقلية المعممة	Y.2899-Y.2800
البيئة المفتوحة عالية الجودة	Y.2999-Y.2900
شبكات المستقبل	Y.3499-Y.3000
الحوسبة السحابية	Y.3999-Y.3500

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

التوصية ITU-T Y.2615

آليات التسيير في الشبكات العمومية لاتصالات البيانات بالرزم

ملخص

نظراً لأن شبكة بيانات الاتصالات بالرزم (PTDN) العمومية هي إحدى شبكات البيانات بالرزم التي يمكن أن تلبي متطلبات شبكات المستقبل القائمة على الرزم (FPBN)، فهي توفر حلاً لآليات تسيير تتميز بالكفاءة والموثوقية. وتوضح التوصية ITU-T Y.2615 معمارية تسيير شبكة بيانات الاتصالات بالرزم ونماذج التسيير وآليات التسيير المقابلة، مثل بناء الطوبولوجيا، والتسيير ضمن الميدان نفسه، والتسيير بين الميادين وإجراءات التسيير.

التسلسل التاريخي

الطبعة	التوصية	تاريخ الموافقة	لجنة الدراسات
1.0	ITU-T Y.2615	2012-07-29	13

مصطلحات أساسية

التسيير البديل، تسيير المسير المزدوج، PTDN، معمارية التسيير، التسيير عبر أقصر مسير.

تمهيد

الاتحاد الدولي للاتصالات وكالة متخصصة للأمم المتحدة في ميدان الاتصالات وتكنولوجيات المعلومات والاتصالات (ICT). 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 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" 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 البيانات الخاصة ببراءات الاختراع في مكتب تقييس الاتصالات (TSB) في الموقع http://www.itu.int/ITU-T/ipr/.

© ITU 2019

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

جدول المحتويات

الصفحة

1 مجال التطبيق 1
2 المراجع 1
3 التعاريف 1
1.3 مصطلحات معرّفة في مصادر أخرى 1
2.3 مصطلحات معرّفة في هذه التوصية 2
4 المختصرات والمختزلات 3
5 معمارية التسيير 3
1.5 آلية التسيير ضمن الميدان نفسه 4
2.5 آلية التسيير بين الميادين 4
6 نماذج التسيير 5
1.6 نموذج التسيير عبر أقصر مسير 5
2.6 نموذج تسيير المسير المزدوج 5
3.6 نموذج التسيير البديل 6
7 نموذج التسيير عبر أقصر مسير 6
1.7 بناء الطوبولوجيا 6
2.7 التسيير ضمن الميدان نفسه 6
3.7 التسيير بين الميادين 7
8 نموذج تسيير المسير المزدوج 7
1.8 بناء الطوبولوجيا 7
2.8 التسيير ضمن الميدان نفسه 7
3.8 التسيير بين الميادين 7
9 نموذج التسيير البديل 8
1.9 بناء الطوبولوجيا 8
2.9 التسيير ضمن الميدان نفسه 8
3.9 التسيير بين الميادين 8
10 إجراء التسيير 9
11 اعتبارات أمنية 9
1.11 ضمان أمن مستوي التحكم 9
2.11 ضمان أمن توصيلية الشبكة 10

الملحق A – حساب المسير في نموذج تسيير المسير المزدوج 11
1.A بناء مسيرات الحماية..... 11
2.A تفكيك المسلك 11
3.A إنشاء رقم شجرة ممتدة (ST)..... 12
4.A بناء مسارات الحماية 13
5.A بناء قاعدة بيانات حالة الوصلة..... 13
6.A جدول إعادة التسيير 15
بيبليوغرافيا 16

التوصية ITU-T Y.2615

آليات التسيير في الشبكات العمومية لاتصالات البيانات بالرزم

1 مجال التطبيق

تحدد هذه التوصية آليات تسيير الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN)، بما في ذلك معمارية التسيير ونماذج التسيير وآليات التسيير المقابلة، مثل بناء الطوبولوجيا، والتسيير ضمن الميدان نفسه، والتسيير بين الميادين وإجراءات التسيير.

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 للمراجعة، يُرجى 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 Y.2601] التوصية ITU-T Y.2601 (2006)، *الخصائص والمتطلبات الأساسية للشبكات المستقبلية القائمة على الرزم*.

[ITU-T Y.2611] التوصية ITU-T Y.2611 (2006)، *معمارية عالية المستوى لشبكات المستقبل القائمة على الرزم*.

[ITU-T Y.2612] التوصية ITU-T Y.2612 (2009)، *المتطلبات العامة والإطار الخاص بالعنونة والتسيير إعادة التسيير في شبكات المستقبل القائمة على الرزم*.

[ITU-T Y.2613] التوصية ITU-T Y.2613 (2010)، *المعمارية التقنية العامة للشبكة العمومية لنقل بيانات الاتصالات بأسلوب الرزم*.

[ITU-T Y.2614] التوصية ITU-T Y.2614 (2011)، *المعوّلية في شبكات بيانات الاتصالات العمومية*.

3 التعاريف

1.3 مصطلحات معرّفة في مصادر أخرى

تعرّف هذه التوصية المصطلحات المعرفة في مصادر أخرى التالية:

1.1.3 العنوان [ITU-T Y.2601]: معرِّف هوية نقطة انتهائية محددة ويُستعمل للتسيير إلى نقطة الانتهائية هذه.

ملاحظة – يمكن استعمال معرّفات الهوية من أجل التسجيل أو التخويل. وهي يمكن أن تكون علنية لجميع الشبكات أو متقاسمة بين عدد محدود من الشبكات أو خاصة بشبكة محددة (معرّفات الهوية الخاصة لا يُفصح عنها عادةً لأطراف ثالثة).

2.1.3 نموذج تسيير بديل [ITU-T Y.2614]: نموذج تسيير يقدم مسيرات متعددة بين عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) في المصدر وعقدة PTDN في المقصد.

ملاحظة – لا يُتطلب من هذه المسيرات أن تكون حتمية وفريدة من نوعها. وفي هذا النموذج، لا يتكون مسير الإرسال ومسير الاستقبال بالضرورة من نفس العقد والوصلات.

3.1.3 نموذج تسيير المسير المزدوج [ITU-T Y.2614]: نموذج تسيير يقدم مسيرين مفصولين تماماً بين عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) في المصدر وعقدة PTDN في المقصد.

ملاحظة – يجوز أن لا يكون المسيران أقصر المسيرات.

4.1.3 الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) [ITU-T Y.2613]: شبكة اتصالات بيانات بالرزم مصممة لشريحة النقل في شبكات الجيل التالي (NGN)، وينبغي أن تكون مؤمَّنة وجديرة بالثقة ويمكن التحكم فيها وتمكن إدارتها، وينبغي أن تفي بجميع المتطلبات الموضحة في التوصية [ITU-T Y.2601]. والشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم شبكة تراتبية يمكن تقسيمها إلى عدة طبقات شبكية.

5.1.3 نموذج التسيير عبر أقصر مسير (PTDN) [ITU-T Y.2614]: نموذج تسيير يقدم مسيراً حتمياً وفريداً، وهو أقصر مسير من عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) في المصدر إلى عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم في المقصد.

ملاحظة – في هذا النموذج، يؤدي المسير من عقدة المصدر إلى عقدة المقصد إلى نفس المسير من عقدة المقصد إلى عقدة المصدر.

6.1.3 حماية الممر [b-ITU-T G.780]: تُرحَّل/تُختار الحركة العادية من ممر الحماية بدلاً من الممر العامل في حال تعطل الممر العامل، أو إذا كان أدائه أقل من المستوى المطلوب.

2.3 مصطلحات معرّفة في هذه التوصية

تعرّف هذه التوصية المصطلحات التالية:

1.2.3 العقدة المهيمنة: عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) في ميدان، وهي المسؤولة عن حساب التسيير وإنشاء جدول تسيير لكل عقدة PTDN في الميدان.

2.2.3 تفكيك مسلك: إن تفكيك المسلك $D = \{P_0؛ P_1؛ ...؛ P_{r-1}\}$ للرسم البياني غير الموجه $G = (V, E)$ هو تقسيم لمجموعة حواف المسلك، E، إلى مجموعة مرتبة من المسيرات البسيطة منفصلة الحواف، P_0؛ P_1؛ ...؛ P_{r-1}، تسمى المسالك، بحيث أن:

- P_0 هو دورة بسيطة.
- P_i $(i>0)$ هو مسير بسيط له نقاط طرفية تنتمي إلى مسالك ذات ترقيم أدنى، وبدون رؤوس داخلية تنتمي إلى مسالك ذات ترقيم أدنى.
- P_i $(i>0)$ يمكن أن يكون أيضاً دورة بسيطة. وإذا كان هذا المسير دورة تتكون من حافة واحدة فقط، يطلق عليه اسم مسلك بَدِيهِيّ.

3.2.3 الطاقة الكامنة: قيمة عددية مستمدة من عنوان عقدة PTDN، ينبغي أن تكون فريدة من نوعها ضمن العقدة ويمكن استخدامها لاختيار مسير واحد من مسيرات رديفة متعددة. وفي نموذج التسيير عبر أقصر مسير، تُستخدم قيم الطاقة الكامنة للعُقد على المسيرات لاختيار مسير واحد عندما تتساوى تكلفة عدة مسيرات مع تكلفة أقصر مسير.

4.2.3 رقم شجرة ممتدة (ST): بعد تفكيك المسلك، سيُعاد ترقيم العقد في ميدان ما وفقاً لنتائج التفكيك بأرقام شجرة ممتدة (ST) تُستخدم لتشكيل مسيرين منفصلين عن العقدة من عقدة المصدر إلى عقدة المقصد.

4 المختصرات والمختزلات

تستخدم هذه التوصية المختصرات والمختزلات التالية:

NNI السطح البيني من شبكة إلى شبكة *(Network to Network Interface)*

PTDN الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم *(Public packet Telecom Data Network)*

QoS جودة الخدمة *(Quality of Service)*

ST شجرة ممتدة *(Spanning Tree)*

TTL عدد القفزات المسموحة *(Time To Live)*

UNI السطح البيني من مستخدم إلى شبكة *(User to Network Interface)*

VPN شبكة افتراضية خاصة *(Virtual Private Network)*

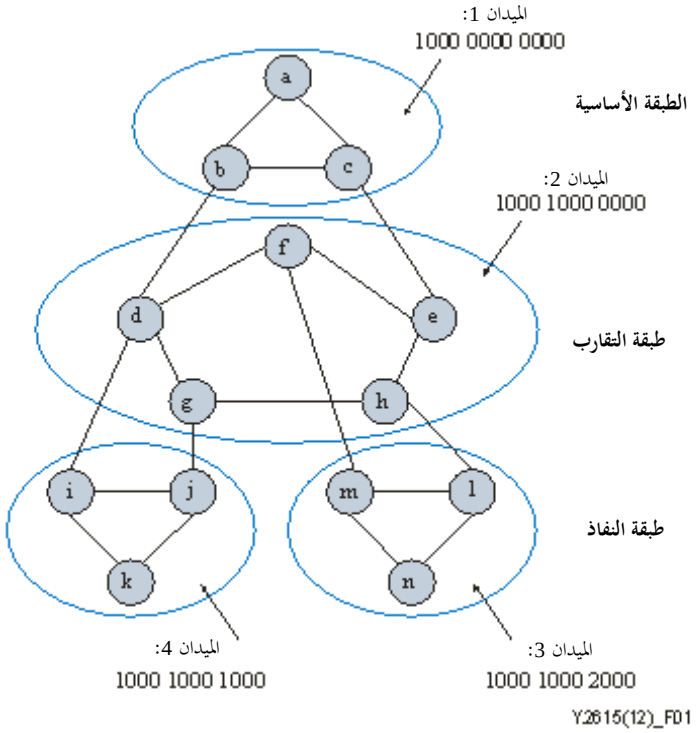
5 معمارية التسيير

إن حيز عنوان الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) هو حيز تراتبي، وتوزَّع عناوين الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم وفقاً للتوزع الجغرافي. وتحتوي بادئة عنوان الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم على المعلومات التراتبية. وفي الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم، يتكون الميدان من مجموعة من العقد تحت إدارة واحدة ذات سياسات تسيير مشتركة. وتتطابق بادئة عنوان العقد في ميدان ما عادةً، وهي تستخدم مقاييس مشتركة لتسيير الرزم ومعلومات جدول التسيير نفسها. وتسمى العلاقة بين العقد الموجودة في نفس الميدان علاقة ضمن الميدان نفسه وتسمى العلاقة بين العقد الموجودة في ميادين مختلفة علاقة بين الميادين.

ويوضح المثال الوارد في الشكل 1 مفهوم الميادين. وهناك أربعة ميادين في هذه الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم وهي: الميدان 1، والميدان 2، والميدان 3 والميدان 4. وللعقد في الميدان 1، الواقعة في الطبقة الأساسية، بادئة العنوان "0000 0000 0000 1000". وهناك ميدانان في طبقة النفاذ: الميدان 3 والميدان 4، والبادئتان هما "1000 1000 1000 1000" و"2000 1000 1000 1000" على التوالي.

وتنقسم آلية التسيير الخاصة بشبكة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم إلى مستويين: آلية التسيير ضمن الميدان نفسه وآلية التسيير بين الميادين.

ويسمى التسيير ضمن ميدان ما، مثل التسيير من العقدة d إلى العقدة h، تسييراً ضمن الميدان نفسه. ويُسمى التسيير عبر الميادين، مثل التسيير من العقدة f إلى العقدة m ومن العقدة g إلى العقدة j، تسييراً بين الميادين.



الشكل 1 – توضيح للميادين في الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم

1.5 آلية التسيير ضمن الميدان نفسه

يمكن تقسيم آلية التسيير ضمن الميدان نفسه إلى جزأين: أحدهما ينشئ جدول تسيير ضمن الميدان نفسه، بينما ينتج الآخر نوعين من جداول إعادة التسيير – جدول إعادة التسيير بين الميادين وجدول إعادة التسيير ضمن الميدان نفسه.

(1) عندما تنقل عقدة حدودية في ميدان ما معلومات التسيير (من قبيل، بادئة الميدان أو عنوانه) للميادين الأخرى ضمن الميدان نفسه، يُنشأ جدول إعادة التسيير بين الميادين استناداً إلى جدول التسيير ضمن الميدان نفسه. وبعد ذلك، ستُنقل معلومات التسيير الخاصة بهذه الميادين الأخرى على أساس جدول إعادة التسيير بين الميادين إلى العقد الحدودية الأخرى في الميدان الحالي الذي يوصل بالميادين الأخرى.

(2) عندما تصل الرزم إلى ميدان المقصد أو إلى عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) في المصدر وتكون عقدة هذه الشبكة في المقصد واقعة في نفس الميدان، ستنشئ العقدة جدول إعادة التسيير ضمن الميدان نفسه استناداً إلى جدول التسيير ضمن الميدان نفسه. وسيعاد تسيير الرزم إلى عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم في المقصد استناداً إلى جدول إعادة التسيير ضمن الميدان نفسه.

وفي آلية التسيير ضمن ميدان الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم نفسه، ستُستخدم الطاقة الكامنة لعقد هذه الشبكة من أجل إنشاء جدول التسيير.

2.5 آلية التسيير بين الميادين

يمكن تقسيم آلية التسيير بين الميادين إلى جزأين: الأول هو الجزء ضمن الميدان؛ والآخر هو الجزء العابر للميدان.

وينشئ الجزء ضمن الميدان جداول إعادة تسيير ضمن الميدان نفسه تُستخدم عادةً لنقل بادئات عنوان ضمن الميدان وهي تأتي من ميادين أخرى. وينقل الجزء العابر للميدان معلومات التسيير (مثل بادئات الميدان أو عناوينها) للميادين الأخرى بين العقد الحدودية بواسطة جدول إعادة التسيير بين الميادين.

ويمكن أن تكون هناك عدة توصيلات بين الميادين، ولا يفعَّل إلا التوصيل الأفضل بين الميادين عند تطبيق نموذج التسيير عبر أقصر مسير أو نموذج تسيير المسير المزدوج. ويُختار أفضل توصيل بين الميادين على أساس ثلاثة معلمات هي: الأولويات ومعدل الإرسال وعنوان العقدة. ويمكن تشكيل أولوية توصيل يدوياً. وستُستخدم كل هذه التوصيلات المتعددة بين الميادين في إطار نموذج التسيير البديل ويفاضَل بين المسيرات المتعددة بناءً على التكلفة.

6 نماذج التسيير

هناك ثلاثة نماذج تسيير في آلية تسيير الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) وهي: نموذج التسيير عبر أقصر مسير ونموذج تسيير المسير المزدوج ونموذج التسيير البديل. وتقدم هذه النماذج الثلاثة وظائف مختلفة تطبَّق في سيناريوهات مختلفة.

وهناك نوعان من البتات في رأسية رزمة PTDN لتحديد أربع سياسات تسيير في إطار ثلاثة نماذج لتسيير PTDN:

00: نموذج التسيير عبر أقصر مسير؛

01: نموذج تسيير المسير المزدوج (المسير العامل)؛

10: نموذج تسيير المسير المزدوج (مسير الحماية)؛

11: نموذج التسيير البديل.

1.6 نموذج التسيير عبر أقصر مسير

يقدم نموذج التسيير عبر أقصر مسير مسيراً حتمياً وفريداً ينطوي على الحد الأدنى من التكلفة، بين كل زوج من عقد PTDN المتمايزة في ميدان ما. وفي هذا النموذج، يؤدي المسير من عقدة المصدر إلى عقدة المقصد إلى نفس المسير من عقدة المقصد إلى عقدة المصدر. وعند تطبيق نموذج التسيير عبر أقصر مسير، يمكن ضمان جودة الخدمة.

في حال وجود توصيلات متعددة بين الميادين، لا يفعَّل إلا توصيل واحد لنقل كل الحركة بين ميدانين، وتعطَّل التوصيلات الأخرى بين الميادين عند تطبيق نموذج التسيير عبر أقصر مسير.

ويجوز أن يكون هناك العديد من المسيرات في جدول التسيير المقابل للتوصيلات المختلفة بين الميادين. ولن يثبَّت إلا المسير المقابل للتوصيل المفعَّل بين الميادين على جدول إعادة التسيير للمساعدة في إعادة تسيير الرزم.

2.6 نموذج تسيير المسير المزدوج

يقدم نموذج تسيير المسير المزدوج مسيرين حتميين مفصولين تماماً بين كل زوج من عقد PTDN المتمايزة في ميدان ما. وفي هذا النموذج، يتكون مسير الإرسال ومسير الاستقبال كلاهما من نفس العقد والوصلات. وعند تطبيق نموذج تسيير المسير المزدوج، يمكن ضمان جودة الخدمة.

ويمكن أن يقدم نموذج تسيير المسير المزدوج وظيفة حماية الممر، بينما لا يضمن النموذج أن هذين المسيرين المفصولين هما أقصر المسيرات.

وفي حال وجود توصيلات متعددة بين الميادين، لا يفعَّل إلا توصيل واحد لنقل كل الحركة بين ميدانين، وتعطَّل التوصيلات الأخرى بين الميادين عند تطبيق نموذج تسيير المسير المزدوج.

ولن يثبَّت إلا التوصيل المفعَّل بين الميادين على جدول إعادة التسيير.

ولا يمكن تطبيق نموذج تسيير المسير المزدوج إلا إذا استوفت طوبولوجيا الشبكة شرطين:

(1) الرسم البياني للشبكة موصول بحافتين؛

(2) الرسم البياني للشبكة ذو توصيل ثنائي الاتجاه.

ملاحظة – تكون الحافة $e \in E$ في رسم بياني موصول $G = (V, E)$ حافة مقطوعة إن لم تقع الحافة e، على دورة في الرسم البياني G. ويكون رسم بياني موصول غير موجه، $G = (V, E)$، موصولاً بحافتين إن لم يحتو على حافة مقطوعة.

3.6 نموذج التسيير البديل

يقدم نموذج التسيير البديل العديد من المسيرات بين كل زوج من عقد PTDN المتمايزة في ميدان ما. وهذه المسيرات لا تحتاج لأن تكون حتمية وفريدة. ولا حاجة لأن يتكون مسير الإرسال ومسير الاستقبال في هذا النموذج من نفس العقد والوصلات. ولا يحتاج المسير العامل لنموذج التسيير البديل لأن يكون أقصر مسير. وعند تطبيق نموذج التسيير البديل، يجوز أن لا تكون جودة الخدمة مضمونة.

ويمكن أن يقدم نموذج التسيير البديل وظيفة حماية الممر لنموذج التسيير عبر أقصر مسير. وعند تعطل نموذج التسيير عبر أقصر مسير، يمكن تطبيق نموذج التسيير البديل للحفاظ على التوصيل مفتوحاً بين العقد.

وفي حال وجود توصيلات متعددة بين الميادين، يقام تتابع لهذه التوصيلات كلها حسب تكلفة كل توصيل وتطبَّق جداول إعادة التسيير المقابلة وفق ترتيب منظم.

7 نموذج التسيير عبر أقصر مسير

1.7 بناء الطوبولوجيا

في نموذج التسيير عبر أقصر مسير، تحتفظ كل عقدة PTDN بالطوبولوجيا نفسها التي تحتوي على العقد كافة وعلى معلومات الوصلة بين العقد في الميدان. ويرد تعريف إجراء إعدادات الطبولوجيا على النحو التالي.

(1) يشكَّل عنوان لكل عقدة مفعَّلة وتكلفة لكل وصلة مفعَّلة (تُحسَب التكلفة بناءً على الأولوية وعرض النطاق ومعلومات أخرى عن الوصلة).

(2) تُتبادل معلومات التشكيل بين العقد المتجاورة.

(3) تُتبادل معلومات العنوان وحالة الوصلة لكل عقدة PTDN ضمن ميدان ما.

2.7 التسيير ضمن الميدان نفسه

العقدة المهيمنة هي عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) في ميدان، وهي مسؤولة عن حساب المسيرات بين العقد وإنشاء جداول التسيير لعقد PTDN في الميدان.

وتخصَص عقدة PTDN التي تحتوي على الحد الأدنى لعنوان العقدة في ميدان ما على أنها العقدة المهيمنة. وتخصَص عقدة PTDN التي تحتوي على الحد الأدنى لعنوان العقدة الثانوي في الميدان كعقدة رديفة للعقدة المهيمنة.

وفي نموذج التسيير عبر أقصر مسير، تحسب العقدة المهيمنة المسير الذي يمتاز بأقل تكلفة لكل زوج من عقد PTDN المتمايزة بناءً على التكلفة. وفي حال وجود العديد من القفزات التالية بنفس التكلفة الدنيا لزوج من عقد PTDN المتمايزة، سيقع الاختيار على عقدة القفزة التالية ذات الطاقة الكامنة الأقرب إلى عقدة PTDN الحالية كنقطة القفز التالية. وسيُنشأ جدول التسيير بعد هذه العملية. واستناداً إلى جدول التسيير، تحسب العقدة المهيمنة جدول إعادة التسيير لكل عقدة في الميدان ثم ترسل جدول إعادة التسيير إلى جميع العقد ضمن الميدان.

3.7 التسيير بين الميادين

يتكون التسيير بين الميادين في نموذج التسيير عبر أقصر مسير من جزأين، هما بروتوكول التسيير عبر الميادين وبروتوكول التسيير ضمن الميدان.

ويعمل بروتوكول التسيير عبر الميادين بين الميادين، ويُستخدم لتبادل معلومات البادئة بين عقد PTDN الحدودية ما بين الميادين المختلفة. وباستخدام بروتوكول التسيير عبر الميادين، يمكن تحقيق سياسة التسيير بين الميادين. وفي نموذج التسيير عبر أقصر مسير، إذا تعددت التوصيلات بين الميادين، ستُفرَز التوصيلات حسب تكلفتها. وسيفعَّل التوصيل ذو التكلفة الدنيا ليحمل حركة الخدمة وستُعطَّل التوصيلات الأخرى. ويمكن تعيين أولويات التوصيلات بين الميادين يدوياً.

ويعمل بروتوكول التسيير ضمن الميدان داخل ميدان، ويستخدم لنقل معلومات التسيير ضمن الميدان.

8 نموذج تسيير المسير المزدوج

1.8 بناء الطوبولوجيا

في نموذج تسيير المسير المزدوج، تحتفظ كل عقدة PTDN بالطوبولوجيا نفسها التي تحتوي على العقد كافة وعلى معلومات الوصلة بين العقد في الميدان. ويرد تعريف إجراء إعدادات الطبولوجيا على النحو التالي.

(1) يشكَّل عنوان لكل عقدة مفعَّلة وتكلفة لكل وصلة مفعَّلة، وهي تُحسَب بناءً على الأولوية وعرض النطاق ومعلومات أخرى عن الوصلة.

(2) تُنشأ شجرة الامتداد التي تغطي جميع العقد ضمن الميدان.

(3) تُتبادل معلومات العنوان وحالة الوصلة لكل عقدة PTDN في الميدان.

2.8 التسيير ضمن الميدان نفسه

في نموذج تسيير المسير المزدوج، تحسب العقدة المهيمنة مسيرين مفصولين تماماً لكل زوج من عقد PTDN المتمايزة بعد علمها بالطوبولوجيا. وفي هذه العملية، يمكن إعداد جدول إعادة تسيير المسير المزدوج من خلال أمر الإدارة (المركزي) أو أمر التحكم (غير المركزي).

وستقوم العقدة المهيمنة بالخطوات التالية لإنشاء مسيرين مفصولين.

(1) تقوم بتفكيك مسلك للعقد والوصلات في ميدان الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN).

(2) تنشئ رقم شجرة ممتدة (ST) لكل عقدة PTDN في الميدان الحالي.

(3) تبني مسيرين مفصولين استناداً إلى نتيجة تفكيك المسلك ورقم الشجرة الممتدة (ST)، وهما المسير العامل ومسير الحماية.

ملاحظة – يرد وصف تفاصيل هذه العملية في الملحق A.

3.8 التسيير بين الميادين

يتكون التسيير بين الميادين في نموذج تسيير المسير المزدوج من جزأين، هما بروتوكول التسيير عبر الميادين وبروتوكول التسيير ضمن الميدان.

ويعمل بروتوكول التسيير عبر الميادين بين الميادين، ويُستخدم لتبادل معلومات التسيير بين عقد PTDN الحدودية ما بين الميادين المختلفة. وباستخدام بروتوكول التسيير عبر الميادين، يمكن تحقيق سياسة التسيير بين الميادين.

وفي نموذج تسيير المسير المزدوج، إذا تعددت التوصيلات بين الميادين، ستُفرَز التوصيلات حسب تكلفتها. وسيفعَّل التوصيلان صاحبا التكلفة الدنيا؛ وسيكون أحدهما مفعَّلاً ليحمل الحركة وسيكون التوصيل الآخر توصيلاً رديفاً وليس مفعَّلاً. ويمكن تعيين أولويات التوصيلات بين الميادين يدوياً.

ويعمل بروتوكول التسيير ضمن الميدان داخل ميدان، ويستخدم لنقل معلومات البادئة ضمن الميدان.

9 نموذج التسيير البديل

1.9 بناء الطوبولوجيا

في نموذج التسيير التسيير البديل، تحتفظ كل عقدة PTDN بالطوبولوجيا نفسها التي تحتوي على العقد كافة وعلى معلومات الوصلة بين العقد في الميدان. ويرد تعريف إجراء إعدادات الطبولوجيا على النحو التالي.

(1) يشكَّل عنوان لكل عقدة مفعَّلة وتكلفة لكل وصلة مفعَّلة، وهي تُحسَب بناءً على الأولوية وعرض النطاق ومعلومات أخرى عن الوصلة.

(2) تُتبادل معلومات التشكيل بين العقد المتجاورة.

(3) تُبث معلومات العنوان وحالة الوصلة لكل عقدة PTDN في الميدان.

2.9 التسيير ضمن الميدان نفسه

العقدة المهيمنة هي عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) في ميدان، وهي مسؤولة عن حساب التسيير وإنشاء جدول تسيير لكل عقدة PTDN في الميدان. وفي نموذج التسيير البديل، يحتوي جدول التسيير الذي أنشأته العقدة المهيمنة على العديد من المسيرات المختلفة ضمن الميدان نفسه لكل زوج من عقد PTDN في المصدر ومن عقد PTDN في المقصد في الميدان. وبالتالي سترسل العقدة المهيمنة جدول التسيير المنشأ إلى كل عقدة PTDN في الميدان.

وتخصَص عقدة PTDN التي تحتوي على الحد الأدنى لعنوان العقدة في ميدان ما على أنها العقدة المهيمنة في الميدان. وتخصَص عقدة PTDN التي تحتوي على الحد الأدنى لعنوان العقدة الثانوي في الميدان كعقدة رديفة للعقدة المهيمنة.

ويُفرز في جدول التسيير العديد من المسيرات من عقدة PTDN في المصدر إلى عقدة PTDN في المقصد حسب ترتيب التكلفة. ولن يثبَّت في جدول إعادة التسيير إلا المسير صاحب التكلفة الدنيا.

ويجوز أن تتغير تكلفة المسيرات في نموذج التسيير البديل بسبب تغير حالة الوصلة أو تعطل العقدة. وسيقارَن تغير تكلفة المسير بقيمة عتبة محددة مسبقاً لتقييم ما إذا كانت تنبغي إعادة فرز جدول التسيير. وإذا عُدل جدول التسيير بسبب تغير تكلفة المسيرات، سيعدَّل جدول إعادة التسيير في المقابل لضمان عدم تثبيت إلا القفزة التالية ذات التكلفة الدنيا في جدول إعادة التسيير.

3.9 التسيير بين الميادين

يتكون التسيير بين الميادين في نموذج التسيير البديل من جزأين، هما بروتوكول التسيير عبر الميادين وبروتوكول التسيير ضمن الميدان.

ويعمل بروتوكول التسيير عبر الميادين بين الميادين، ويُستخدم لتبادل معلومات البادئة بين عقد PTDN الحدودية ما بين الميادين المختلفة. وباستخدام بروتوكول التسيير عبر الميادين، يمكن تحقيق سياسة التسيير بين الميادين. وفي نموذج التسيير البديل، إذا تعددت التوصيلات بين الميادين، ستُفرَز التوصيلات حسب تكلفتها وهي تُحسَب بناءً على الأولوية وعرض النطاق ومعلومات أخرى عن الوصلة. ويمكن لمشغل الشبكة تعيين أولويات التوصيلات بين الميادين يدوياً. ويمكن أن تكون جميع التوصيلات بين الميادين مفعَّلة في نموذج التسيير البديل.

ويعمل بروتوكول التسيير ضمن الميدان داخل ميدان، ويُستخدم لنقل معلومات البادئة في الميدان. وسيَستخدم بروتوكول التسيير ضمن الميدان جدول التسيير المنشأ بواسطة التسيير ضمن الميدان نفسه.

10 إجراء التسيير

يعرَّف إجراء تسيير الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) على النحو التالي.

(1) عند وصول رزمة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN)، تتحقق عقدة PTDN من مجال الحماية (بتتان، وهو معرف في التوصية [ITU-T Y.2613]) في مجال رأسية الرزمة: فإذا كان مجال الحماية يساوي 00، سيطبَّق نموذج التسيير عبر أقصر مسير؛ وإذا كان مجال الحماية يساوي 11، سيطبَّق نموذج التسيير البديل؛ وإذا كان مجال الحماية يساوي 01، سيطبَّق نموذج تسيير المسير المزدوج وسيُستخدم المسير العامل لإعادة تسيير الرزمة؛ إذا كان مجال الحماية يساوي 10، فسيطبَّق نموذج تسيير المسير المزدوج وسيُستخدم مسير الحماية لإعادة تسيير الرزمة.

(2) في حال تطبيق نموذج التسيير عبر أقصر مسير، ستبحث العقدة عن أقصر مسير في جدول إعادة التسيير المقابل؛ وإذا فشلت، تنتقل عملية التسيير إلى الخطوة (4). وفي حال تطبيق نموذج تسيير المسير المزدوج، فستبحث العقدة أولاً عن المسير العامل في جدول إعادة التسيير المقابل عندما يساوي مجال الحماية 01؛ وإذا فشلت هذه المحاولة، ستلتفت العقدة إلى البحث عن مسير الحماية؛ وإذا فشلت أيضاً، تنتقل عملية التسيير إلى الخطوة (4). وعندما يساوي مجال الحماية 10، ستبحث العقدة أولاً عن مسير الحماية في جدول إعادة التسيير المقابل؛ وإذا فشلت هذه المحاولة، ستلتفت العقدة إلى البحث عن المسير العامل؛ وإذا فشلت أيضاً، تنتقل عملية التسيير إلى الخطوة (4). وفي حال تطبيق نموذج التسيير البديل، يمكن العثور على مسيرات متعددة في جدول إعادة التسيير المقابل ومن الناحية النظرية، ويمكن للعقدة التي تعمل في هذا النموذج اختيار أكثر من قفزة تالية واحدة لتسيير الرزم، ويمكن نقل الرزم في المسير بأقل تكلفة. وإذا فشلت هذه المحاولة، فستختار العقدة مسير التكلفة الثانوي وما إلى ذلك. وعند البحث في جدول إعادة التسيير، سيُستخدم مبدأ مطابقة أطول بادئة لتحديد القفزة التالية.

(3) بعد أن تجد العقدة القفزة التالية وفقاً لجدول إعادة التسيير المقابل، تُنقل الرزم ويتناقص عدد القفزات المسموحة (TTL) (6 بتات، وهو معرف في التوصية [ITU-T Y.2613]) بمقدار قفزة واحدة بعد كل قفزة.

(4) إن لم تكن هناك بنود، في جدول إعادة التسيير المقابل، تطابق مقصد الرزمة القادمة، فسيُستخدم مسير إعادة التسيير المبدئي.

11 اعتبارات أمنية

هناك جانبان من الاعتبارات الأمنية في آليات تسيير الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN):

- ضمان أمن مستوي التحكم؛
- ضمان أمن توصيلية الشبكة.

1.11 ضمان أمن مستوي التحكم

تُستخدم شبكات VPN معينة لمستوي التحكم في الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) الذي يحمل رسائل التسيير. وتحتوي الشبكات الافتراضية الخاصة (VPN) على ميزات الأمن التالية.

- العزل: تُعزل الشبكات الافتراضية الخاصة في مستوي التحكم عن بعضها البعض وتُعزل عن الشبكات الافتراضية الخاصة الأخرى لأغراض مختلفة عن تلك المعنية بمستوي التحكم.
- ضمان الموارد: تُضمن موارد الشبكات الافتراضية الخاصة في مستوي التحكم بشكل مطلق وبأولوية قصوى.
- الفصل بين السطحين البينيين NNI وUNI: لا يمكن كشف بيانات التسيير إلا ضمن شبكة VPN المحددة. لا يمكن للمستخدمين غير المخوَّلين الدخول إلى شبكات VPN هذه.

2.11 ضمان أمن توصيلية الشبكة

توجد في الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) ثلاث آليات تسيير. ويمكن لاثنتين منهما تقديم توصيلات مسير رديفة بين طرفين لضمان توصيلية الشبكة.

وفي آلية تسيير المسير المزدوج، تقدم آلية التسيير مساري حماية مستقلين تماماً لإعادة تسيير الرزمة بالأسلوب الخالي من التوصيل. ويكون كل من المسارين رديفاً للآخر.

وفي آلية التسيير البديلة، تقدم آلية التسيير مسيرات متعددة بين كل زوج من عقد PTDN المتمايزة في ميدان ما. ويمكن لهذه المسيرات أن تكون رديفة لبعضها البعض.

وفي بعض السيناريوهات، يجوز لمدير الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) تشكيل تسيير ساكن عبر وظائف إدارة هذه الشبكة. ويجب القيام بهذه العملية وفقاً لقاعدة الأمن الخاصة بالسطح البيني M للشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم، وهي موضحة في توصية أخرى لقطاع تقييس الاتصالات.

ولم تحدَد أي مخاطر إضافية تنطوي عليها آليات التسيير هذه.

الملحق A

حساب المسير في نموذج تسيير المسير المزدوج

(يشكّل هذا الملحق جزءاً أساسياً من هذه التوصية)

1.A بناء مسيرات الحماية

يقدم نموذج تسيير المسير المزدوج في آلية تسيير الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) مساري حماية مستقلين تماماً لإعادة تسيير الرزم بالأسلوب الخالي من التوصيل؛ أحدهما يسمى المسير الأحمر، والآخر يسمى المسير الأزرق.

وليس حساب مسارات الحماية واسعاً من الناحية الحسابية. إذ تنفذ كل عقدة PTDN الخطوات التالية لتقديم الحماية للمسير ضمن الميدان نفسه.

1 تقوم بتفكيك مسلك للعقد والوصلات في ميدان الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN).

2 تنشئ رقم شجرة ممتدة (ST) لكل عقدة PTDN في الميدان الحالي.

3 تبني مساري الحماية استناداً إلى نتيجة تفكيك المسلك ورقم الشجرة الممتدة (ST)، وهما مسير الحماية الأحمر ومسير الحماية الأزرق.

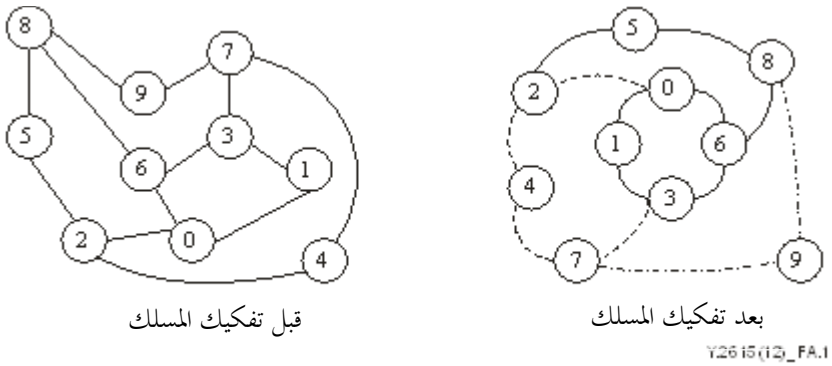
2.A تفكيك المسلك

إن تفكيك المسلك $D = \{P_0؛ P_1؛ ...؛ P_{r-1}\}$ للرسم البياني غير الموجه $G = (V, E)$ هو تقسيم لمجموعة حواف المسلك، E، إلى مجموعة مرتبة من المسيرات البسيطة منفصلة الحواف، P_0؛ P_1؛ ...؛ P_{r-1}، تسمى المسالك، بحيث أن:

- P_0 هو دورة بسيطة؛
- P_i $(i>0)$ هو مسير بسيط له نقاط طرفية تنتمي إلى مسالك ذات ترقيم أدنى، وبدون رؤوس داخلية تنتمي إلى مسالك ذات ترقيم أدنى؛
- P_i $(i>0)$ يمكن أن يكون أيضاً دورة بسيطة. وإذا كان هذا المسير دورة تتكون من حافة واحدة فقط، يطلق عليه اسم مسلك بَدِيهِيّ.

ويسمى تفكيك المسلك مفتوحاً إذا، وفقط في حال، لم تكن هناك دورة للمسير P_i $(i> 0)$.

وفي الشكل 1.A، تفكّك طوبولوجيا الشبكة الموضحة في الجهة اليسرى إلى أربعة مسالك، على النحو الموضح في الجهة اليمنى. وبينها، المسير P_0 هو دورة بسيطة تتكون من العقد 0 و1 و3 و6؛ فيما يتكون المسير P_1 من العقد 2 و4 و7، مع انتماء النقطتين الطرفيتين 3 و0 إلى المسلك P_0، وهو المسلك ذو الترقيم الأدنى مقارنةً بالمسير P_1؛ ويتكون المسير P_2 من العقدتين 5 و8، مع انتماء النقطتين الطرفيتين 2 و6 إلى المسلكين P_1 وP_0، على التوالي، ولكل من هذين المسلكين ترقيم أدنى مقارنةً بالمسير P_2؛ ويتكون المسير P_3 من العقدة 9، مع انتماء النقطتين الطرفيتين 7 و8 إلى المسلكين P_1 وP_2، على التوالي، ولكل من هذين المسلكين ترقيم أدنى مقارنةً بالمسير P_3.



الشكل 1.A – تفكيك المسلك

يجري تفكيك للمسلك إذا، وفقط في حال، كان الرسم البياني موصولاً بحافتين. وفي الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN)، يمكن أن يقدم الرسم البياني الموصول بحافتين حماية من عطل الوصلة ومن أعطال عقدية.

يمكن تقسيم عملية تفكيك المسلك إلى الخطوات التالية:

(1) بناء الحد الأدنى من الشجرة الممتدة؛

(2) تجذير الحد الأدنى من الشجرة الممتدة؛

(3) وضع ترتيب مسبق للحد الأدنى من الشجرة الممتدة؛

(4) وسم كل حافة غير شجرية برقم أدنى سلف مشترك لنقطتيها الطرفيتين في الحد الأدنى من الشجرة الممتدة وتخصيص أرقام مسلك إلى حافة غير شجرية بفرز الحواف غير الشجرية وفقاً لأدنى سلف مشترك لها في ترتيب تصاعدي؛

(5) تخصيص أرقام مسلك إلى حواف الشجرة.

3.A إنشاء رقم شجرة ممتدة (ST)

يتضمن بناء تلك الرسوم البيانية الفرعية الموجهة اتجاه المسالك والحصول على أرقام شجرة ممتدة (ST) لكل من الرؤوس. وسيُستخدم رقم الشجرة الممتدة (ST) لبناء المسارات الحمراء والمسارات الزرقاء.

وسيتم الحصول على رقم شجرة ممتدة (ST) بالإجراء التالي.

(1) يُختار الرأس في المسير P_0 ذي أصغر عنوان PTDN. ويُشار إلى الرأس على أنه v_s. ويوجد رأسان آخران في المسير P_0 وهما يتاخمان الرأس v_s (بسبب وجود تفكيك المسلك المفتوح وافتراض رسم بياني بسيط). وسيُختار الرأس الذي يحتوي على أصغر عناوين PTDN بين الاثنين وسيُشار إليه على أنه v_t.

(2) سيوجَّه المسير P_0 بحيث يكون الاتجاه على الحافة $\{v_s، v_t\}$ من الرأس v_t إلى الرأس v_s. وسيضمن الاتجاه على الحواف الأخرى للمسير P_0 أن يشكل المسير P_0 دورة على الرسم البياني الفرعي الموجه (أي، سيبدأ اتجاه المسير عند الرأس v_s، ويعبر على طول الرؤوس الداخلية للمسير P_0 ويصل إلى الرأس v_t).

(3) ستُنشأ قائمة مرتبة (O_{st}) لجميع الرؤوس في المسير P_0، تبدأ من الرأس v_s وتنتهي عند الرأس v_t على الحواف الموجهة لتشمل جميع الرؤوس الداخلية للمسير P_0 (أي، لا تتبع الحافة الموصولة المباشرة $\{v_s, v_t\}$). وبعد تضمين كل المسالك، سيظهر رأس معين مرة واحدة في القائمة المرتبة، O_{st}. وسيكون المؤشر المستخدم لتحديد الرأس في القائمة المرتبة، O_{st}، هو رقم الشجرة الممتدة (ST) للرأس.

(4) وفي المسلك P_i ذو الرأسين u وv في $\{P_0، P_1، ...، P_{i-1}\}$ (بداية ونهاية المسلك)، إذا كان مؤشر الرأس u أصغر من مؤشر الرأس v في القائمة المرتبة، O_{st}، (أي أن الرأس u يظهر قبل الرأس v في القائمة)، سيكون اتجاه المسلك P_i من

الرأس u إلى الرأس v. وستضاف الرؤوس الداخلية للمسلك P_i إلى القائمة المرتبة، O_{st}، في الموقع بعد الرأس u وعلى طول الاتجاه من الرأس u إلى الرأس v.

(5) تُكرر الخطوة 4 حتى يكتمل تضمين جميع المسالك.

4.A بناء مسارات الحماية

ستبنى مسارات الحماية بناءً على تفكيك المسلك ورقم الشجرة الممتدة (ST). ويمكن وصف قواعد الحساب على النحو التالي.

(1) إذا أنشئ مسير الحماية الأحمر بترتيب تصاعدي لأرقام شجرة ممتدة (ST)، فسيُنشأ مسير الحماية الأزرق بترتيب تنازلي لأرقام الشجرة الممتدة (ST)، وبالعكس.

(2) في حال إعادة تسيير الرزم بترتيب تصاعدي لأرقام شجرة ممتدة (ST) من عقدة PTDN في المصدر إلى عقدة PTDN في المقصد، سيعاد تسيير الرزم بالترتيب التنازلي لأرقام الشجرة الممتدة (ST) عند إعادة تسييرها إلى PTDN في المصدر وبالعكس.

(3) في حال وجود عدة عُقد PTDN متجاورة تتخذ فيها أرقام الشجرة الممتدة (ST) الاتجاه التصاعدي (التنازلي)، سيُختار رقم الشجرة الممتدة (ST) الأقرب إلى عقدة PTDN كقفزة تالية.

(4) ينبغي ألا يتجاوز رقم الشجرة الممتدة (ST) للقفزة التالية رقم الشجرة الممتدة (ST) لعقدة PTDN في المقصد على طول الترتيب التصاعدي (أو التنازلي).

5.A بناء قاعدة بيانات حالة الوصلة

تنشئ العقدة المهيمنة في الميدان قاعدة بيانات حالة الوصلة التي تُستخدم لحساب المسير الأحمر والمسير الأزرق، بناءً على نتيجة تفكيك المسلك وتُبث في جميع أنحاء الميدان. ولكل عقدة في الميدان نفس قاعدة بيانات حالة الوصلة. وتتكون قاعدة بيانات حالة الوصلة من حالات الوصلة لكل عقدة في الميدان وهي تتضمن العناصر التالية.

- النوع: يُشير إلى المسير الذي سيُحسب باستخدام حالة الوصلة؛ 0: المسير الأزرق، 1: المسير الأحمر.
- عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN): العنوان الشبكي لعقدة PTDN الحالية.
- عدد الوصلات: عدد الوصلات االموصولة بالعقدة الحالية.
- العقدة المجاورة: العنوان الشبكي لعقد PTDN المجاورة.
- السطح البيني: السطح البيني يوصل بالعقدة المجاورة المقابلة.
- وزن الوصلة: إذا كانت هذه الوصلة مفعَّلة في المسير الأحمر (أو المسير الأزرق)، ستُسند قيمة 1 إلى وزن الوصلة، وإلا ستُسند قيمة 888 (أو أي قيمة كبيرة أخرى) إلى وزن الوصلة.

ويرد في الجدول 1.A مثال على حالة الوصلة.

الجدول 1.A – حالة وصلة عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN)

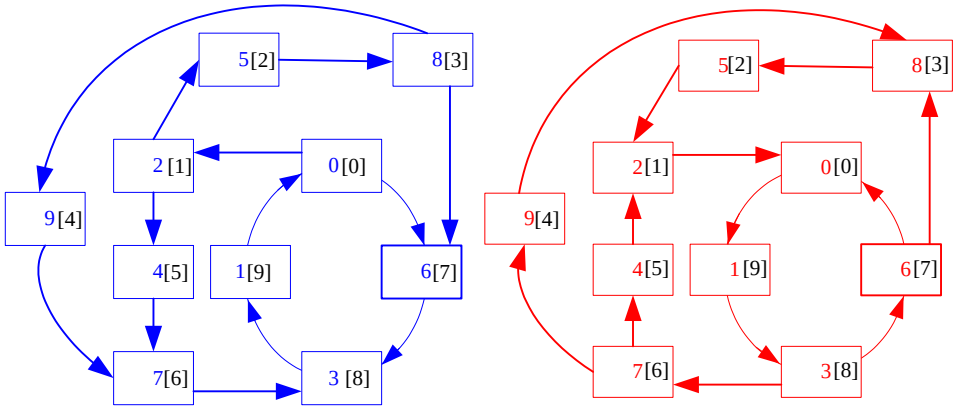
النوع (0: المسير الأزرق؛ 1: المسير الأحمر)
عقدة PTDN (العنوان الشبكي لعقدة PTDN الحالية)
عدد الوصلات
وصف الوصلة 1 (العقدة المجاورة، السطح البيني، وزن الوصلة)
وصف الوصلة 2 (العقدة المجاورة، السطح البيني، وزن الوصلة)
……

تتكون قاعدة بيانات حالة الوصلة من حالة الوصلة لجميع عقد PTDN في الميدان. وتُستخدم قاعدة بيانات حالة وصلة المسير الأحمر لحساب المسير الأحمر وتُستخدم قاعدة بيانات حالة وصلة المسير الأزرق لحساب المسير الأزرق.

وفي الواقع، لا حاجة للاحتفاظ إلا بقاعدة بيانات حالة الوصلة الزرقاء (أو الحمراء)، وقاعدة بيانات حالة الوصلة الأخرى، أي أن قاعدة بيانات حالة الوصلة الحمراء (في حال الاحتفاظ بقاعدة بيانات حالة الوصلة الزرقاء) أو الزرقاء (في حال الاحتفاظ بقاعدة بيانات حالة الوصلة الحمراء) ستُحسب عن طريق عكس قيمتي وزن الوصلة.

ويوضح الشكل 2.A مثالاً على الرسوم البيانية الفرعية الموجهة، مع إدراج رقم الشجرة الممتدة (ST) ضمن [ ].والجزء الأيسر من الشكل هو الرسم البياني الفرعي الموجه للمسير الأزرق، حيث يتزايد رقم الشجرة الممتدة (ST) على طول الاتجاه باستثناء العقدة 0. أما الجزء الأيمن من الشكل فهو الرسم البياني الفرعي الموجه للمسير الأحمر، حيث يتناقص رقم الشجرة الممتدة (ST) على طول الاتجاه باستثناء العقدة 0. وبالنسبة لقاعدة بيانات حالة وصلة البيانات الزرقاء، لا تفعَّل إلا الوصلات التي يكون فيها رقم الشجرة الممتدة (ST) للعقدة المجاورة أكبر من العقدة الحالية. وبالنسبة لقاعدة بيانات حالة وصلة البيانات الحمراء، لا تفعَّل إلا الوصلات التي يكون فيها رقم الشجرة الممتدة (ST) للعقدة المجاورة أقل من العقدة الحالية.

وقد تحتوي عقدة PTDN 0 في الشكل 2.A على حالة وصلة زرقاء تشبه الجدول 2.A وحالة وصلة حمراء تشبه الجدول 3.A، حيث يُعكس وزن الوصلة من حالة الوصلة الزرقاء.



الشكل 2.A – الرسوم البيانية الفرعية الموجهة للمسير الأزرق (يساراً) والمسير الأحمر (يميناً)

الجدول 2.A – حالة الوصلة الزرقاء للعقدة 0

النوع (0)
عقدة PTDN (0)
عدد الوصلات (0)
وصف الوصلة 1: العقدة المجاورة: 2 السطح البيني: المسلسل 0 وزن الوصلة: 1 (مفعَّل)
وصف الوصلة 2: العقدة المجاورة: 1 السطح البيني: المسلسل 1 وزن الوصلة: 888 (غير مفعَّل)
وصف الوصلة 3: العقدة المجاورة: 6 السطح البيني: المسلسل 2 وزن الوصلة: 1 (مفعَّل)

الجدول 3.A – حالة الوصلة الحمراء للعقدة 0

النوع (1)
عقدة PTDN (0)
عدد الوصلات (3)
وصف الوصلة 1: العقدة المجاورة: 2 السطح البيني: المسلسل 0 وزن الوصلة: 888 (غير مفعَّل)
وصف الوصلة 2: العقدة المجاورة: 1 السطح البيني: المسلسل 1 وزن الوصلة: 1 (مفعَّل)
وصف الوصلة 3: العقدة المجاورة: 6 السطح البيني: المسلسل 2 وزن الوصلة: 888 (غير مفعَّل)

6.A جدول إعادة التسيير

يستند جدول التسيير إلى قاعدة بيانات حالة الوصلة ويستند جدول إعادة التسيير إلى جدول التسيير. ويُستخدم جدول إعادة التسيير لإعادة تسيير البيانات. وهناك جدولان لإعادة التسيير في نموذج تسيير المسير المزدوج؛ أحدهما للمسير الأزرق والآخر للمسير الأحمر. ويتضمن جدول إعادة التسيير العناصر التالية.

- عنوان المقصد: يشير إلى عنوان الشبكة المقصودة أو إلى عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) في المقصد.
- اللون: يبين علم اللون مجرد ماهية المسير الذي يُعَد جدول التسيير من أجله؛ ويشير 0 إلى المسير الأزرق فيما يشير 1 إلى المسير الأحمر.
- السطح البيني: يشير إلى الرقم التسلسلي للسطح البيني.
- القفزة التالية: تشير إلى عنوان القفزة التالية.

ويجوز أن تحتوي عقدة الشبكة العمومية لاتصالات البيانات بالرزم (PTDN) على جدول تسيير لنموذج تسيير المسير المزدوج الذي يشبه الجدول 4.A.

الجدول 4.A – مثال جدول إعادة التسيير في نموذج تسيير المسير المزدوج

عنوان المقصد	اللون	السطح البيني	القفزة التالية
1000 0000 0000 xxxx	أحمر	0 التسلسلي	1000 1000 0000 0012
1000 0000 0000 xxxx	أزرق	1 التسلسلي	1000 1000 0000 0008

بيبليوغرافيا

[b-ITU-T G.780] Recommendation ITU-T G.780/Y.1351 (2010), *Terms and definitions for synchronous digital hierarchy (SDH) networks*.

[b-ITU-T G.870] Recommendation ITU-T G.870/Y.1352 (2012), *Terms and definitions for optical transport networks (OTN)*.

[b-ITU-T G.8131] Recommendation ITU-T G.8131/Y.1382 (2007), *Linear protection switching for transport MPLS (T-MPLS) networks*.

[b-ITU-T I.322] Recommendation ITU-T I.322 (1999), *Generic protocol reference model for telecommunication networks*.

[b-ITU-T I.630] Recommendation ITU-T I.630 (1999), *ATM protection switching*.

[b-ITU-T M.2102] Recommendation ITU-T M.2102 (2000), *Maintenance thresholds and procedures for recovery mechanisms (protection and restoration) of international SDH VC trails (paths) and multiplex sections*.

[b-ITU-T X.136] Recommendation ITU-T X.136 (1997), *Accuracy and dependability performance values for public data networks when providing international packet-switched services*.

[b-ITU-T X.137] Recommendation ITU-T X.137 (1997), *Availability performance values for public data networks when providing international packet-switched services*.

[b-ITU-T X.200] Recommendation ITU-T X.200 (1994), *Information technology – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model: The basic model*.

[b-ITU-T X.212] Recommendation ITU-T X.212 (1995), *Information technology – Open Systems Interconnection – Data Link service definition*.

[b-ITU-T X.323] Recommendation ITU-T X.323 (1988), *General arrangements for interworking between Packet-Switched Public Data Networks (PSPDNs)*.

[b-ITU-T X.371] Recommendation ITU-T X.371/Y.1402 (2001), *General arrangements for interworking between Public Data Networks and the Internet*.

[b-ITU-T Y.1001] Recommendation ITU-T Y.1001 (2000), *IP framework – A framework for convergence of telecommunications network and IP network technologies*. **[**

[b-ITU-T Y.1251] Recommendation ITU-T Y.1251 (2002), *General architectural model for interworking*.

[b-ITU-T Y.1720] Recommendation ITU-T Y.1720 (2006), *Protection switching for MPLS networks*.

[b-ITU-T Y.2001] Recommendation ITU-T Y.2001 (2004), *General overview of NGN*.

[b-ITU-T Y.2011] Recommendation ITU-T Y.2011 (2004), *General principles and general reference model for Next Generation Networks*.

[b-ITU-T Y.2012] Recommendation ITU-T Y.2012 (2010), *Functional requirements and architecture of next generation networks*.

سلاسل التوصيات الصادرة عن قطاع تقييس الاتصالات

السلسلة A	تنظيم العمل في قطاع تقييس الاتصالات
السلسلة D	مبادئ التعريفة العامة
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 تلفزيونية وبرامج صوتية 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 وصيانة الشبكات
السلسلة N	الصيانة: الدارات الدولية لإرسال البرامج الإذاعية الصوتية والتلفزيونية
السلسلة O	مواصفات تجهيزات القياس
السلسلة P	المطاريف وطرائق التقييم الذاتية والموضوعية
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 البيانات على الشبكة الهاتفية
السلسلة X	شبكات البيانات والاتصالات بين الأنظمة المفتوحة ومسائل الأمن
السلسلة Y	**البنية التحتية العالمية للمعلومات، والجوانب الخاصة ببروتوكول الإنترنت وشبكات الجيل التالي**
السلسلة Z	اللغات والجوانب العامة للبرمجيات في أنظمة الاتصالات

طُبعت في سويسرا
جنيف، 2019