بنية أساسية جسر وفقا لمعايير RFC1483

المحتويات

المقدمة
إفتراض
ملخص عن التقنية
مزايا ومساوئ التوصيل عبر بروتوكول RFC1483
المزايا
مساوئ
اعتبارات التنفيذ
بنية الشبكة
اعتبارات التصميم
النقاط الرئيسية لهذه البنية
كيفية الوصول إلى وجهة الخدمة
الوصف التشغيلي
القرار
معلومات ذات صلة

المقدمة

يصف هذا المستند بنية خط المشترك الرقمي غير المتماثل من نهاية إلى نهاية (ADSL) عند إستخدام ربط RFC1483. لاحظ أن معظم الإصدارات الأولى من أجهزة مودم xDSL كانت عبارة عن جسور بين إيثرنت 10BaseT على الجانب المضيف وإطارات الجسور المدمجة RFC1483 على جانب شبكة الاتصال واسعة النطاق. وحتى اليوم، فإن معظم معدات أماكن عمل عملاء CPE) ADSL) المنتشرة في الميدان هي في وضع جسر خالص.

إفتراض

تم تصميم البنية الأساسية مع افتراض توفير إمكانية الوصول إلى الإنترنت بسرعة عالية للمشترك النهائي باستخدام نموذج الربط RFC1483 و ATM كعمود أساسي أساسي. يستند محتوى هذا المستند إلى بنية عمليات النشر الحالية وبعض الاختبارات الداخلية.

ملخص عن التقنية

يصف RFC1483 طريقتين مختلفتين لنقل حركة مرور بيانات اتصال الشبكة غير المتصل عبر شبكة ATM: وحدات بيانات البروتوكول الموجه (PDUs) ووحدات توزيع الطاقة (PDU) التي يتم توصيلها عبر جسر.

يتيح التوجيه تجميع بروتوكولات متعددة عبر دائرة ATM افتراضية (VC) واحدة. يتم تحديد بروتوكول وحدة توزيع الطاقة (PDU) المرحلة عن طريق الإصلاح المسبق لوحدة بيانات بروتوكول الجسر (PDU) باستخدام رأس التحكم في الارتباط المنطقي (LLC) وفقا لمعيار IEEE 802.2.

ينفذ التوصيل تجميع بروتوكول الطبقة العليا ضمنيا بواسطة دوائر ATM الظاهرية. لمزيد من المعلومات، ارجع إلى RFC1483.

يشير هذا وثيقة فقط إلى يجسر PDUs.

مزايا ومساوئ التوصيل عبر بروتوكول RFC1483

فيما يلي ملخص لمزايا وعيوب بنية التوصيل RFC1483. لهذه البنية بعض العيوب المهمة، معظمها متأصل في نموذج الربط. تمت ملاحظة بعض العيوب أثناء عمليات نشر ADSL في مواقع العملاء.

المزايا

- سهل الفهم.التوصيل بسيط جدا للفهم والتنفيذ لأنه لا توجد مشاكل معقدة مثل متطلبات التوجيه أو المصادقة للمستخدمين.
- أدنى تكوين ل CPE.ويعتبر مزود الخدمة هذا الأمر مهما لأنه لم يعد يتطلب عددا كبيرا من قوائم الشاحنات ولم يعد بحاجة إلى الاستثمار بكثافة في الموظفين لدعم البروتوكولات ذات المستوى الأعلى. يعمل CPE في وضع الجسر كجهاز بسيط للغاية. يتضمن CPE الحد الأدنى من أستكشاف الأخطاء وإصلاحها لأن كل ما يأتي من إيثرنت يمر مباشرة إلى جانب شبكة WAN.
- سهولة التثبيت.يسهل تثبيت البنية المترابطة نظرا لطبيعتها المبسطة. بعد إنشاء الدوائر الافتراضية الدائمة الشاملة (PVCs)، تصبح الأنشطة مثل IP في بروتوكولات الطبقة العليا شفافة.
- دعم البروتوكولات المتعددة للمشترك.عندما يكون ال CPE في وضع يجسر، هو لا يعنى مع أي بروتوكول طبقة علوية يكون غلف.
- مثالي للوصول إلى الإنترنت في بيئة مستخدم واحد.نظرا لأن CPE يعمل كجهاز فك تشفير، فإن أستكشاف الأخطاء وإصلاحها المعقد غير مطلوب لبروتوكولات الطبقة العليا. لا تتطلب أجهزة الكمبيوتر الطرفية تثبيت عميل إضافي.

مساوئ

- يعتمد التوصيل بشكل كبير على عمليات البث لإنشاء الاتصال.البث بين آلاف المستخدمين غير قابل للتوسع بطبيعته. سبب هذا أن البث يستهلك عرض نطاق عبر المستعمل xDSL أنشوطة، والبث يتطلب مورد على المسحاج تخديد طرف أن يكرر ربط ل البث عبر نقطة إلى نقطة (ATM PVC).
- التوصيل غير آمن بطبيعته ويتطلب بيئة موثوق بها.يمكن انتحال الردود على بروتوكول تحليل العنوان (ARP) وخطف عنوان شبكة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن بدء الهجمات الإذاعية على الشبكة الفرعية المحلية، مما يؤدي إلى رفض الخدمة لجميع أعضاء الشبكة الفرعية المحلية.
- إختطاف عنوان IP ممكن.

اعتبارات التنفيذ

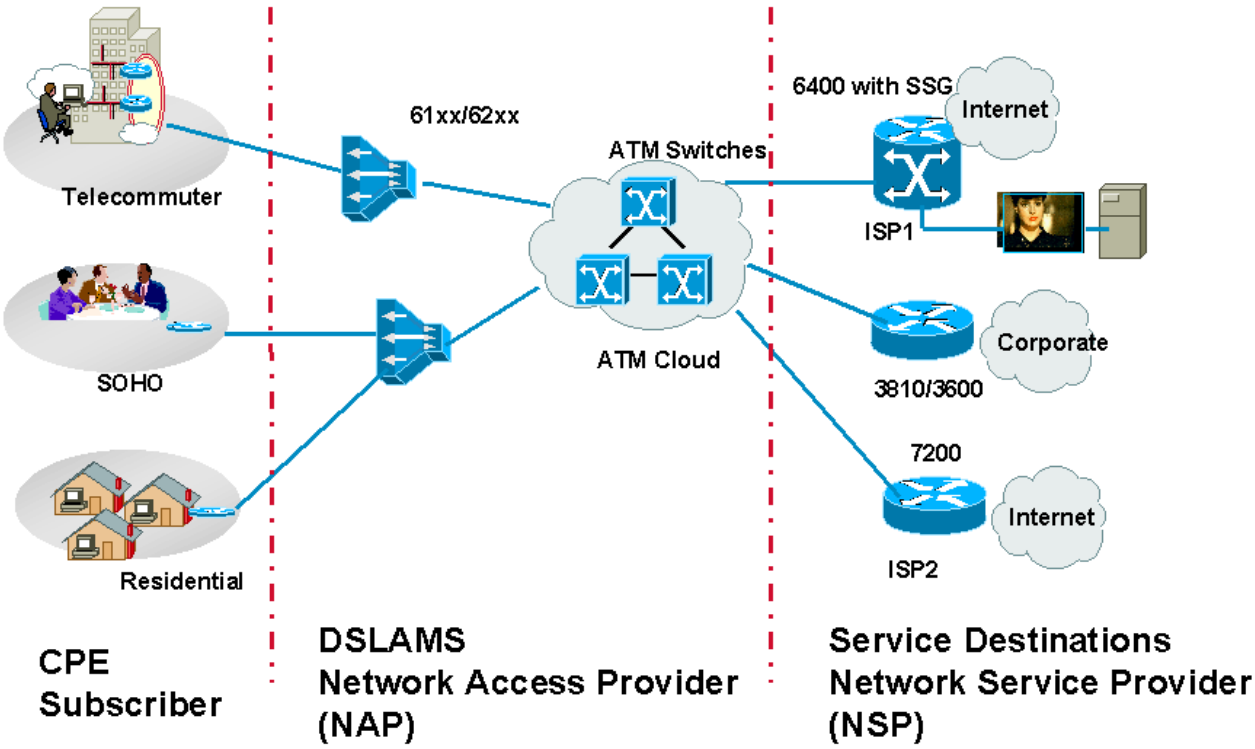
فكر في الأسئلة التالية قبل تنفيذ بنية التوصيل عبر بروتوكول RFC1483.

- ما هي الأرقام الحالية والمخططة للمشتركين المراد صيانتها؟
- هل يحتاج المشتركون إلى التواصل مع بعضهم البعض؟
- هل هؤلاء المشتركون زبائن مقيمون بمستخدم واحد؟ هل تقوم بخدمة عملاء المكاتب الصغيرة والمكاتب المنزلية (SOHO) الذين قد يكون لديهم شبكة محلية (LAN) صغيرة خلف برنامج CPE؟
- ما هو نشر وإمداد CPEs ومضاعفة الوصول إلى خط المشترك الرقمي (DSLAM) وبروتوكولات مكتب البريد المتكامل للتجميع (POPs)؟
- هل موفر الوصول إلى الشبكة (NAP) وموفر خدمة الشبكة (NSP) هما نفس الكيان؟ هل يتضمن النموذج التجاري لخطط التكيف الوطنية أيضا بيع خدمات بالجملة مثل ضمان وصول الشركات، والخدمات ذات القيمة المضافة مثل الصوت والفيديو؟
- هل يريد NSP توفير إمكانيات تحديد الخدمة؟

- كيف يمكن تحقيق المحاسبة وإعداد الفواتير؟ هل يتم ذلك حسب الاستخدام أو النطاق الترددي أو حسب الخدمة؟
- هل نموذج الأعمال للشركة هو نموذج شركة نقل محلية مستقلة (ILEC)، أو شركة نقل محلية تنافسية (CLC)، أو مزود خدمة الإنترنت (ISP)؟
- ما أنواع التطبيقات التي يريد NSP تقديمها للمشترك النهائي؟
- ما هو حجم تدفق البيانات من الخادم والتدفق؟

مع وضع هذه النقاط في الاعتبار، فيما يلي أوصاف لكيفية تناسب بنية جسر RFC1483 مع نماذج الأعمال المختلفة وتطويرها.

بنية الشبكة



الربط وفقا لمعيار RFC1483: بنية الشبكة

اعتبارات التصميم

كما ذكر سابقا، هناك بعض المشاكل المتأصلة في بنية الربط مع RFC1483.

وتعالج ميزة ربط مشترك IOS بعض من هذه المشاكل. يتحكم التطبيق الانتقائي لسياسات المشترك إلى مجموعة جسر في تدفق ARPs والحزم غير المعروفة والحزم الأخرى في كل حلقة ADSL. على سبيل المثال، لمنع بث ARPs، لا يمكن لمستخدم معاد اكتشاف عنوان IP لمستخدم آخر.

وهناك حل آخر يتمثل في وضع جميع المشتركين في واجهة فرعية واحدة. لن يقوم سلوك الربط العادي بإعادة توجيه الإطارات إلى المنفذ الذي تم تلقي الإطار عليه. وفي الأساس، يفرض هذا نوع من ربط المشترك تتم فيه تصفية جميع

الحزم بين المشتركين. غير أن هذا النهج ينطوي على العيوب التالية:

- يتم تطبيق سياسة المشترك فقط بين الواجهات الفرعية. لتطبيق سياسات المشترك بين مستخدمين مختلفين، يجب أن يكون كل مستخدم في واجهة ATM فرعية مختلفة.
- نظرا لأنه يتم التعرف على تخطيط العنوان من الطبقة الثانية إلى الطبقة الثالثة (عبر بروتوكول تحليل العناوين (ARP)، فلا يزال بإمكان المستخدمين المعادين إختطاف اتصال المستخدمين الآخرين. ويتم القيام بذلك عن طريق إنشاء حركة مرور ARP باستخدام عنوان IP لمستخدم آخر واستخدام عنوان MAC مختلف.

أما السيناريو الثاني فهو أكثر خطورة بالنسبة للناقل أو مزود خدمة الإنترنت. في هذه الحالة، يمكن لأي مستخدم تعيين العنوان الخطأ لجهاز كمبيوتر أو جهاز متصل بشبكة إيثرنت مثل الطابعة، كما يمكن أن يتسبب في حدوث مشاكل في الاتصال لمستخدم آخر. من الصعب تحديد وتصحيح مثل هذه الأخطاء أو الهجمات لأنه يمكن تعقب المسيء فقط من خلال تتبع عنوان MAC الخاص بالمسيء.

تحاول بعض شركات الاتصالات العمل على حل هذه المشكلة من خلال فصل المستخدمين عبر مجموعات الجسر، ومن خلال تنفيذ ربط المشترك عبر الواجهات الفرعية. في هذه الحالة عندما يكون التوجيه والربط المدمجين (IRB) مطلوبا، يتم تعيين واجهة ظاهرية (BVI) لكل مستخدم لمجموعة جسر وواجهة مجموعة جسر فريدة. يستخدم هذا النهج واجهتين لكل مشترك وقد يكون إدارته صعبة.

يتم معالجة هذه المشاكل وحلها من خلال ميزة التضمين الوسيط الموجه (RBE) التي تم تقديمها في برنامج Cisco IOS® الإصدار 12.0(5)DC على Cisco 6400.

نظرا إلى بعض مساوئ التوصيل، قد تتساءلون لماذا سيتم تطبيق بنية التوصيل في أي وقت. الإجابة بسيطة. معظم شبكات ADSL المثبتة في الحقل قادرة فقط على إعادة توجيه الإطارات العابرة. وفي هذه الحالات، يجب أن يقوم NSP بتنفيذ الربط.

اليوم، يمكن أن تقوم نقاط الوصول للبنية الأساسية (CPEs) ببروتوكول من نقطة إلى نقطة عبر ATM (PPPoA)، ووصلة التوصيل RFC1483، وتوجيه RFC1483. يحدد NSP ما إذا كان سيتم الربط أو PPP. ويستند القرار إلى اعتبارات التنفيذ المذكورة آنفا، بالإضافة إلى إيجابيات وسلبيات كل بنية.

وحتى في ظل عيوب بنية التوصيل، فقد تكون ملائمة لمزود خدمة الإنترنت (ISP) الصغير (الذي قد لا يكون برنامج العمل الوطني) أو برنامج العمل الوطني/NSP الذي يخدم عددا أقل من المشتركين. في هذه السيناريوهات، تقوم خطة العمل الوطنية عادة بإعادة توجيه حركة مرور المشترك إلى ISP/NSP، مما يؤدي إلى إنهاء هؤلاء المشتركين. يمكن أن تختار NAP توفير حركة مرور المشترك باستخدام ATM أو ترحيل الإطارات كبروتوكول الطبقة 2.

يمكن أن تقوم نقاط الوصول في الوضع Lightweight باستخدام الجيل الحالي من DSLAM بنقل حركة مرور المشترك فقط باستخدام ATM. في هذه الحالة، ينبغي أن ينهي ISP ATM الدوائر الظاهرية الدائمة (PVCs) إلى مسحاج تخديد.

إذا لم يكن لدى ISP/NSP واجهة ATM، يمكن إستخدام واجهة تسلسلية عادية مع عملية كبسلة ATM Data Exchange Interface (DXI) (ربما على جهاز إضافي) لقبول وحدات بيانات بروتوكول الجسر الواردة.

في كلا السيناريوهين، قد يحتاج NSP/ISP إلى تكوين IRB على الموجه (باستثناء عند إستخدام عملية كبسلة ATM DXI أو في حالة التوصيل الشفاف). واليوم، فإن الممارسة الأكثر شيوعا لإنهاء المشتركين الذين تم قطع الاتصال بهم على موجه NSP/ISP هي تنفيذ IRB. (من المتوقع أن يقوم موفرو الخدمة بالترحيل تدريجيا إلى RBE).

ونظرا لبعض القيود المذكورة أعلاه، قد يختار NSP/ISP تكوين مجموعات جسر منفصلة لكل مجموعة من المشتركين أو تكوين جميع المشتركين في مجموعة جسر واحدة. والممارسة الشائعة هي تكوين بضع مجموعات جسر، ثم تكوين جميع المشتركين تحت واجهات متعددة النقاط منفصلة. كما تمت الإشارة مسبقا، قد لا يتمكن المشتركون الموجودون ضمن نفس الواجهة متعددة النقاط من الاتصال ببعضهم البعض. إذا كان بعض المستخدمين بحاجة إلى الاتصال، فقم بتكوين هؤلاء المشتركين تحت واجهات مختلفة (يمكن أن يظلوا في نفس مجموعة الجسر).

بالنسبة لبروتوكول ISP/NSP صغير، فإن الموجهات الأكثر شيوعا المستخدمة لإنهاء المشتركين الجسري هي Cisco 3810 و Cisco 3600 و Cisco 7200. بالنسبة إلى ISP/NSP مع قاعدة مشترك كبيرة، يفضل إستخدام Cisco

6400. قبل حساب متطلبات الذاكرة لهذه الموجهات، ضع في الاعتبار العوامل نفسها التي لأية بيئة أخرى: عدد المستخدمين وعرض النطاق الترددي وموارد الموجه.

النقاط الرئيسية لهذه البنية

فيما يلي النقاط الرئيسية في الهندسة المعمارية.

CPE

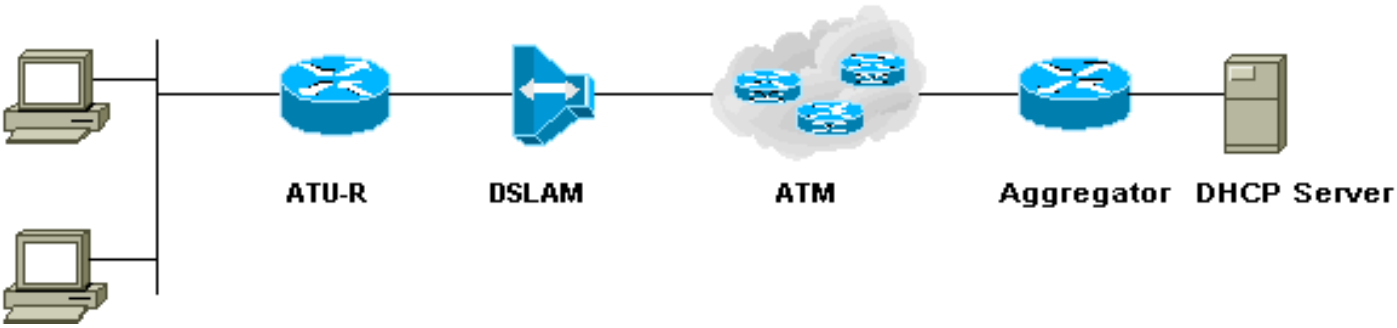
تقدم Cisco العديد من نقاط الوصول الخاصة (CPE) التي تعمل باستخدام وحدات التحكم في الوصول إلى البنية الأساسية (DSLAM) من Cisco وغير Cisco. ويكون التكوين الخاص بكل من نقاط الوصول الخاصة بالمنفذ (CPE) هذه خاليا من المشاكل ولا يتطلب أي إدخال من المشترك. المتطلب الأساسي هو أن يقوم CPE بتعريف معرف مسار ATM الظاهري/معرف القناة الظاهرية (VPI/VCI). ويتيح هذا لفريق التدريب الموحد التدريب على إدارة المرور وبدء مرور البيانات. في معظم الحالات، تختار NAP تكوين نفس VPI/VCI لجميع المشتركين. عادة ما تقوم حماية مستوى التحكم (NAP) بتوفير CPE قبل نشره في موقع المشترك.

في بنية الربط، يكون الاعتبار الرئيسي ل CPE ونشرها هو كيفية إدارة NAP ل CPE بعد تثبيته في الحقل. هذا شاغل لأن التوصيل لا يتطلب عنوان IP ل ال CPE. ومع ذلك، يمكن تزويد Cisco CPEs بعنوان IP في وضع التوصيل. قد تستخدم NAP هذه الميزة إلى Telnet إلى CPE لجمع الإحصائيات أو لمساعدة المشترك في أستكشاف الأخطاء وإصلاحها. للسماح بإدارة نقاط الوصول الخاصة (CPE) من خلال DSLAMs، تتم إضافة وظيفة عنصر وكيل جديد.

في وضع التوصيل، في حال عدم تعيين عنوان IP للإدارة إلى CPE، يمكن للمشغل إدارة CPE فقط من خلال منفذ إدارة CPE. في حالة تعيين عنوان IP للإدارة، يمكن للمشغل إستخدام مستعرض بروتوكول نقل النص التشعبي (HTTP) لإدارة الجهاز. ومع ذلك، فإن هذا الخيار غير متاح بشكل عام.

عندما يكون CPE في وضع التوصيل، يجب أن توفر وجهة الخدمة (والتي يمكن أن تكون NSP/ISP) عنوان IP الذي سيتم إستخدامه كبوابة افتراضية لأجهزة الكمبيوتر الموجودة خلف CPE. يجب تعيين أجهزة الكمبيوتر هذه على البوابة الافتراضية الصحيحة. وإلا، حتى إذا تم تدريب المودم (مما يعني أن الطبقة المادية جيدة بين CPE و DSLAM)، فقد لا يتمكن المشترك من تمرير حركة المرور. لا تمثل هذه مشكلة إذا تم إستخدام بروتوكول التكوين الديناميكي للمضيف (DHCP) لتعيين عناوين DHCP للمشترك لأن الموجه الافتراضي يتم إرجاعه بواسطة خادم DHCP.

إدارة IP



الربط وفقا لمعيار RFC1483: إدارة بروتوكول الإنترنت (IP)

في بيئة جسر، يتم تخصيص عناوين IP للمحطات الطرفية بواسطة خادم DHCP الموجود في وجهة الخدمة، عادة في شبكة NSP/ISP. وهذا هو النهج الأكثر شيوعا وينفذه معظم مقدمي خدمات الإنترنت/مقدمي خدمات الإنترنت باستخدام هذا النموذج.

نهج آخر هو توفير عناوين IP ثابتة للمشتركين. في هذه الحالة، يتم تخصيص إما شبكة فرعية من عناوين IP أو عنوان IP واحد لكل مشترك، حسب متطلبات المشترك. على سبيل المثال، سوف يحتاج المشتركون الذين يرغبون في

إستضافة خادم ويب أو خادم بريد إلكتروني إلى مجموعة من عناوين IP بدلا من عنوان IP واحد. تتمثل المشكلة في أنه يتعين على NSP/ISP توفير عناوين IP العامة وقد ينفد منها بسرعة.

قامت بعض NSPs/ISPs بتوفير عناوين IP الخاصة للمشتركين فيها. ثم يقومون بإجراء ترجمة عنوان الشبكة (NAT) في موجه وجهة الخدمة.

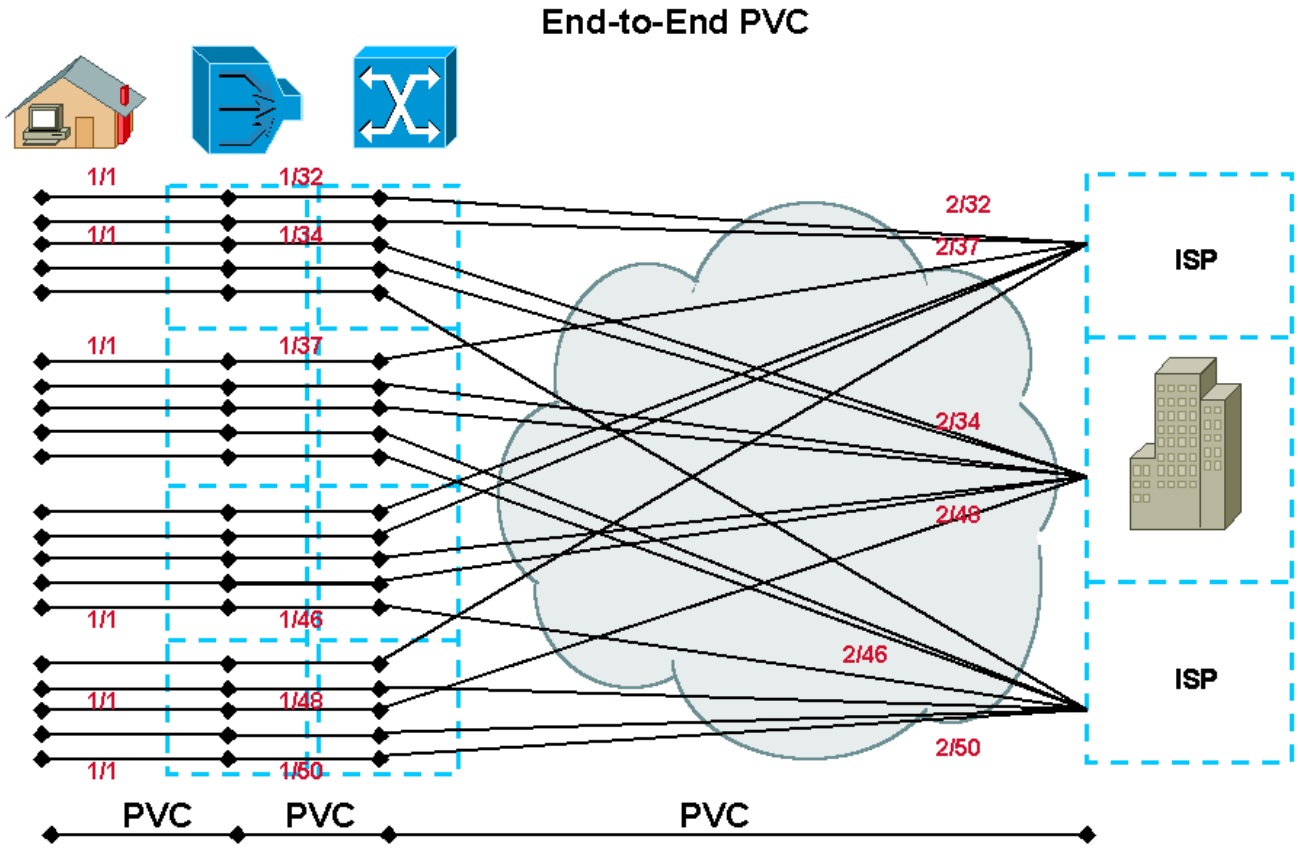
يجب أن تعرف NSPs/ISPs التي توفر شبكة فرعية كاملة لمجموعة جسر واحدة (مع أكثر من مشترك واحد) أنه يمكن لمستخدم واحد تعيين العنوان الخطأ إلى جهاز كمبيوتر أو جهاز مرتبط بشبكة إيثرنت، مثل الطابعة، كما تتسبب في حدوث مشاكل في الاتصال لمستخدم آخر.

كما يمكن أن يقوم NSP/ISP بتقييد عدد أجهزة الكمبيوتر التي يمكنها الوصول إلى الخدمة في وقت واحد. ويتم تحقيق ذلك من خلال تكوين الحد الأقصى للمستخدمين على واجهة إيثرنت.

ومع ذلك، فإن هذه الطريقة بها الخلل التالي. إذا تم تكوين ثلاثة أجهزة كمبيوتر لاستخدام الخدمة وقام أحد المشتركين بإضافة طابعة شبكة (لها عنوان MAC خاص بها) أثناء فترة خمول أحد أجهزة الكمبيوتر، فسوف يختفي عنوان MAC الخاص بالكمبيوتر من إدخال ARP الخاص ب CPE.

إذا أصبحت الطابعة نشطة أثناء خمول الكمبيوتر، فسيتم إدخال عنوان MAC الخاص بالطابعة في إدخال ARP. عندما يقرر المستخدم إستخدام هذا الكمبيوتر للوصول إلى الإنترنت، فلن يكون متوفرا لأن CPE قد سمح بالفعل بثلاثة إدخالات MAC. يمكن إستخدام إستراتيجية تحديد المستخدمين في نموذج التكوين الأساسي (CPE)، ولكن يجب توخي الحذر في تحديد الأرقام.

كيفية الوصول إلى وجهة الخدمة



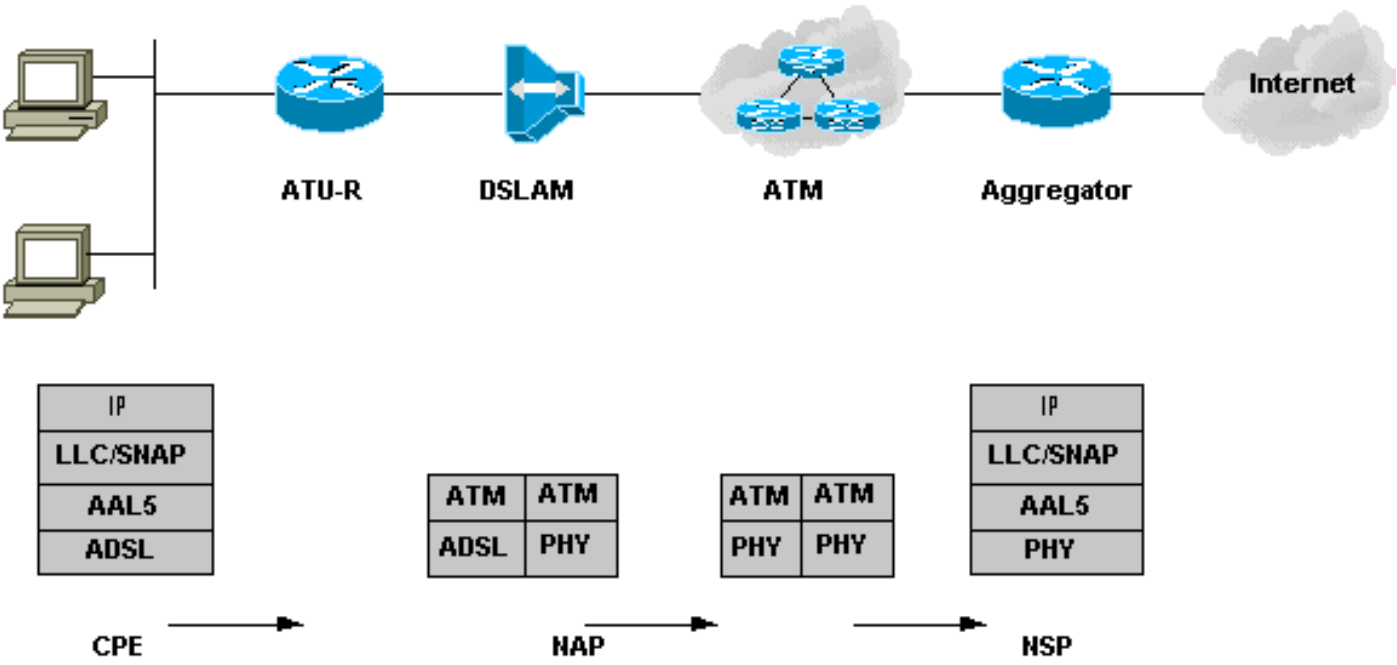
الربط مع المعيار RFC1483: بروتوكول PVC شامل

في بنية PVC شاملة مع التوصيل، يتم الوصول إلى وجهة الخدمة بإنشاء PVCs بين كل خطوة. غير أن إدارة هذه الملوثات قد تشكل تحديا لخطط العمل الوطنية/برنامج العمل الوطني. وبالإضافة إلى ذلك، يكون عدد شبكات PVC التي يمكن تعريفها من خلال سحابة ATM محدودا. ويؤثر هذا القيد على العديد من برامج العمل الوطنية/برامج العمل الوطنية التي تعتمد نموذجا شاملا لمركبات البولي فينيل كلوريد. لكل مشترك ستكون هناك مجموعة فريدة وثابتة من شبكات VPI/VCIs على طول المسار بأكمله. تساعد الدوائر الظاهرية المحولة (SVCs) في التغلب على بعض هذه المشاكل، كما يقوم العديد من موفري الوصول بالترحيل إلى الشبكات الأساسية التي تدعم IP لحل مشكلة إستهلاك VC.

كما يحتوي NSP/ISP على خيار إستخدام وظيفة عبارة تحديد الخدمة (SSG) من Cisco لتوفير خدمات مختلفة للمشتركين.

في هذه البنية، يتم تحقيق الوصول الآمن إلى بوابة الشركة من خلال إنهاء حركة مرور المشترك PVC بشكل مباشر في موجه الشركة في الطبقة 2. تتميز البنى القائمة على تقنية PVC بالأمان التام عند مشاركة البيانات مع وجهات الخدمة الأخرى.

الوصف التشغيلي



الربط وفقا لمعيار RFC1483: وصف التشغيل

الإعدادات الافتراضية ل Cisco 6xx CPE إلى وضع التوجيه. لذلك، عند تكوينها لوضع العبور وتثبيتها في موقع المشترك باستخدام الفواصل/عوامل التصفية الدقيقة الضرورية، فإنها تتدرب تلقائيا عند زيادة الطاقة. عندما يتم تدريب CPE، فإنه يشير إلى أن الطبقة الفعلية بين CPE و DSLAM جيدة. بناء على كيفية تكوين عنوان IP للمحطة الطرفية (أي، ما إذا تم تعيينه عبر خادم DHCP أو هو عنوان IP ثابت مع معلومات العبارة الافتراضية)، يمكنه بعد ذلك الاتصال بوجهة الخدمة.

فيما يلي وصف لتدفق الحزم.

يتم تضمين بيانات المستخدم في IEEE 802.3 من الكمبيوتر الشخصي وتدخل إلى Cisco 6xx CPE. ثم يتم تضمينه في رأس بروتوكول الوصول إلى الشبكة الفرعية/التحكم في الارتباط المنطقي (LLC/SNAP)، والذي يتم تضمينه بدوره في طبقة ملاءمة AAL5) ATM 5) ويتم تسليمه إلى طبقة ATM.

ثم يتم تعديل خلايا ATM بواسطة تقنية الإرسال ADSL أو تضمين الاتساع والطور غير القابل للنقل (CAP) أو النغمة

المتعددة المنفصلة (DMT)، ويتم إرسالها عبر السلك إلى DSLAM. وفي DSLAM، يتم إستقبال هذه الإشارات المعدلة لأول مرة من قبل جهاز تقسيم POTS، والذي يتحقق مما إذا كان تردد الإشارة أقل من 4 كيلوهرتز أو أعلى منها. وبعد تحديد الإشارات بأنها أعلى من 4 كيلو هرتز، فإنها تمررها إلى وحدة الإرسال ADSL - المكتب المركزي (ATU-C) في DSLAM.

يزيل ATU-C تدريجيا الإشارة ويسترجع خلايا ATM، والتي يتم تمريرها بعد ذلك إلى بطاقة واجهة الشبكة (NIC) في جهاز التجميع (MUX). تبحث بطاقة واجهة الشبكة (NIC) في معلومات معرف فئة المورد (VPI)/معرف فئة المورد (VCI) الخاص بالمشترك في رأس ATM وتصنع قرار التحويل إلى معرف فئة المورد (VPI)/معرف فئة المورد (VCI) الآخر الذي سيتم إعادة توجيهه إلى موجه وجهة الخدمة. بعد أن يستقبل موجه وجهة الخدمة هذه الخلايا على واجهة ATM معينة، فإنه يعيد تجميعها، وينظر إلى الطبقة العليا، ويمرر المعلومات إلى واجهة BVI. تبحث واجهة BVI في معلومات الطبقة 3 وتقرر مكان تسليم الحزمة.

القرار

ويعتبر نموذج الربط RFC1483 أكثر ملاءمة لموفري خدمات الإنترنت (ISP) الأصغر حجما أو لوصول الشركة الذي لا تشكل قابلية التوسع فيه مشكلة. نظرا لأنه من السهل للغاية أن يتم فهم هذا الأمر وتنفيذه، فقد أصبح خيارا للعديد من مزودي خدمة الإنترنت (ISP) الأصغر حجما. ومع ذلك، فإنه نتيجة لبعض مشاكل الأمان وقابلية التطوير، تفقد بنية التوصيل شعبيتها. تختار NSPs/ISPs RBE أو تتحرك نحو PPPoA أو PPPoE، وهي قابلة للتوسع بدرجة كبيرة وآمنة للغاية، ولكنها أكثر تعقيدا وصعوبة في التنفيذ.

معلومات ذات صلة

- الدعم الفني ل DSL
- الدعم الفني - Cisco Systems

حول هذه الترجمة
ترجمت Cisco هذا المستند باستخدام مجموعة من التقنيات الآلية والبشرية لتقديم محتوى دعم للمستخدمين في جميع أنحاء العالم بلغتهم الخاصة. يُرجى ملاحظة أن أفضل ترجمة آلية لن تكون دقيقة كما هو الحال مع الترجمة الاحترافية التي يقدمها مترجم محترف. تخلي Cisco Systems مسئوليتها عن دقة هذه الترجمات وتُوصي بالرجوع دائمًا إلى المستند الإنجليزي الأصلي (الرابط متوفر).