اتصالات الأقمار الصناعية

إن توافر الاتصالات عبر الأقمار الصناعية والوصول إليها في تزايد مطرد على مدى العقود القليلة الماضية، وبينما زاد عدد مقدمي الخدمات والتوافر على نطاق واسع لمزودي خدمات الإنترنت والصوت عبر الأرض أو المحلية بشكل كبير في العقود الماضية، فما تزال الوكالات الإنسانية تعتمد بشكل كبير على اتصالات الأقمار الصناعية في مجموعة متنوعة من السياقات.

الاعتبارات الفنية في الاتصالات الساتلية

اللوائح القومية

على الرغم من إمكانية استقبال إشارات الأقمار الصناعية نظريًا في أي مكان يقع تحت منطقة تغطية القمر الصناعي، فإنه ما تزال هناك قواعد ولوائح قومية تحكم استخدام الاتصالات عبر الأقمار الصناعية في بلدان مختلفة. قد تطلب بعض البلدان تراخيص وتسجيلات خاصة لاستخدام معدات الأقمار الصناعية، بينما قد تحظرها دول أخرى تمامًا. تتمتع العديد من الحكومات بعلاقات وثيقة مع مزودي الاتصالات المحليين؛ ما يمكِّنهم من مراقبة حركة الصوت والإنترنت والتحكم فيها، يمكن لأجهزة الاتصالات عبر الأقمار الصناعية التحايل على العديد من هذه الضوابط. تسمح بعض الدول باستخدام بعض معدات الاتصالات عبر الأقمار الصناعية، فإنها تتطلب تثبيت أجهزة إضافية في موقع المستخدم لمراقبة الأنشطة بشكل صحيح.

قبل شراء أي معدات اتصالات عبر الأقمار الصناعية أو استيرادها أو استخدامها أو بيعها، يجب على الوكالات الإنسانية البحث وفهم اللوائح المحلية. قد يؤدي عدم الامتثال للوائح إلى فرض عقوبات شديدة.

زمن الاستجابة

يُعرف التأخير الزمني بين وقت إرسال إشارة أو حزمة معلومات ووقت استلامها باسم "زمن الاستجابة" في مصطلحات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات (ICT). زمن الاستجابة هو ما يؤثر على جميع أشكال الاتصالات الإلكترونية، فإن مستخدمي الاتصالات عبر الأقمار الصناعية يتأثرون بهذا بشكل خاص. يمكن أن تؤدي المسافات المتأصلة التي تنطوي عليها الاتصالات الساتلية وأنواع البنية التحتية للاتصالات الموجودة لدعم الاتصالات الساتلية إلى مستويات عالية، إلى حد ما، من زمن الاستجابة بين المستخدمين. يكون ذلك ملحوظًا خصيصًا عند الاتصال الصوتي عبر هاتف يعمل بالأقمار الصناعية أو إجراء اتصال نقل الصوت باستخدام بروتوكول الإنترنت (VIOP) - من المحتمل أن يواجه المستخدمون شكلاً من أشكال التعليقات المتأخرة ويجب عليهم تعديل أساليب الاتصال الخاصة بهم وفقًا لذلك.

تركيز الهوائي

يمكن لأجهزة الاتصالات عبر الأقمار الصناعية أن تستخدم كلاً من الهوائيات "متعددة الاتجاهات" و"أحادية الاتجاه".

- **متعدد الاتجاهات** – لا يجب أن يكون اتجاه الهوائي موجهًا على نقطة محددة، ويمكنه إرسال/استقبال إشارات من أي اتجاه.
- **أحادي الاتجاه** - يمكن للهوائي إرسال واستقبال الإشارات في اتجاه واحد فقط، ويجب توجيهه مباشرة إلى القمر الصناعي. تهدف الهوائيات أحادية الاتجاه إلى استخدامها لإشارات أقوى.

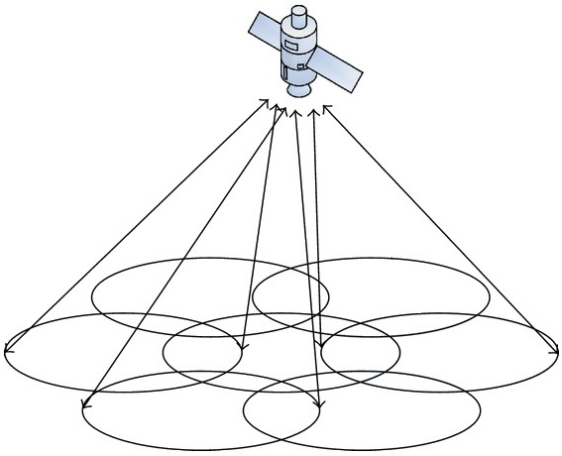
يعتمد الهوائي الذي يستخدمه كل جهاز على طبيعة الجهاز وعلاقته بالقمر الصناعي.

الحزمة النقطية

في عملية توصيل الاتصالات إلى الأرض، تستخدم الأقمار الصناعية مجموعة متنوعة من الهوائيات لإرسال الترددات واستقبالها. لتحكم أفضل في مناطق معينة تغطيها الأقمار الصناعية، أو للتعويض عن الأعطال المحتملة في المعدات، تستخدم العديد من أقمار الاتصالات ما يطلق عليها "الحزمة النقطية".

عند استخدام الحزمة النقطية، سيقوم القمر الصناعي بتقسيم الإشارة إلى العديد من مناطق التغطية الجغرافية الأصغر. في كثير من الأحيان، تتوافق الحزمة النقطية هذه بشكل مباشر مع مكونات الأجهزة المادية، مثل أجهزة المعالجة أو مكونات الهوائي الفردية أو غيرها من الميزات المستقلة. في معظم الحالات، بينما تمكّن الحزمة النقطية الخاصة مزودي الاتصالات الساتلية من رفع عرض النطاق الترددي المتاح في حزم نقطية معينة أو خفضها، فإنها تقيد أيضًا الحد الأقصى للإنتاجية لكل حزمة نقطية. بمعنى آخر، لا يمكن بالضرورة استخدام أقصى إخراج للبيانات القادرة على القمر الصناعي بأكمله في موقع واحد فقط.

مثال: الحزمة النقطية **تغطية الحزمة النقطية في العالم الحقيقي - انمارسات**



يُعد فهم تغطية الحزمة النقطية مهمًا للمنظمات الإنسانية التي تستخدم الاتصالات الساتلية. في كثير من الأحيان، في حالات ما بعد الكوارث أو في حالات الطوارئ المعقدة، توجد العديد من الوكالات الإنسانية في مجموعات البلدات والمجمعات ذاتها. في الحالات التي تحاول فيها معظم الجهات الفاعلة أو جميعها الوصول إلى خدمة الاتصالات الساتلية ذاتها في الوقت ذاته، فيمكن أن تزيد في تحميل سعة الحزمة النقطية المحددة. لذا، حتى إذا كان شخص واحد فقط أو

عدد قليل من الأشخاص يستخدمون الصوت أو البيانات داخل مجمعك، فقد يظل النظام يعمل ببطء، قد يقوم جميع جيرانك بنفس الشيء في الوقت ذاته.

نسبة الاتصال

تشير نسبة الاتصال في مصطلحات الشبكات العادية إلى نسبة سعة النطاق الترددي المحتملة للشبكة مقارنة باستخدامها الفعلي. في عالم الاتصالات الساتلية، تأخذ نسبة الاتصال سياقًا جديدًا تمامًا. تشير نسبة الاتصال "a" إلى عدد المحطات القاعدية الفردية التي تستخدم الاتصال ذاته والقناة ذاتها في آن واحد. تشير النسبة 8:1 إلى أن إجمالي المحطات القاعدية الثمانية متصلة بالقمر الصناعي في آن واحد، ويجب أن تكون أي منظمة تستخدم عقدًا بنسبة 8:1 مستعدة لمشاركة عرض النطاق الترددي مع سبع منظمات أخرى في أي وقت.

في ظروف الاستجابة الإنسانية، يمكن أن تتسبب نسبة الاتصال بين المستخدمين في نشوء مشكلات بسرعة. نظرًا إلى أن العديد من المنظمات تتدخل في بيئة الكوارث، غالبًا بدون أي بنية تحتية للاتصالات العاملة الأخرى، يمكن أن يتزايد عدد المنظمات المتزامنة التي تستخدم شبكة اتصالات عبر الأقمار الصناعية بسرعة، خاصة لخدمات الإنترنت. يمكن للعديد من مزودي الاتصالات عبر الأقمار الصناعية تقديم حزم مصممة خصيصًا تضمن معدلات اتصال أقل، ولكن هذه الحزم تكون أكثر تكلفة. عند التخطيط لاستخدام جهاز اتصالات عبر الأقمار الصناعية، يجب التخطيط مسبقًا ومعرفة الغرض منه. هل سيتم استخدام هذا الجهاز لاستخدام غير رسمي في مناطق تكون فيها تغطية الهاتف أو الإنترنت العادية متقطعة؟ أم سيتم استخدام هذا الجهاز كنقطة وصول أساسية للعديد من المستخدمين الأساسيين لإجراء الأعمال؟ إذا كان من المفترض أن يتم استخدام جهاز البيانات بكثافة في حالات الطوارئ، فربما ينبغي النظر في حزمة ذات نسبة اتصال أقل.

مركز إدارة الشبكة (NOC)

في الاتصالات الساتلية، يستخدم مصطلح "مركز إدارة الشبكة" (NOC) بالعامية للإشارة إلى أي موقع يوجه فيه القمر الصناعي حركة مرور أرضية من خلاله. عند استخدام هاتف أو إنترنت يعمل عبر الأقمار الصناعية، على الرغم من أن الهاتف أو المحطة الأساسية قد تتحدث إلى القمر الصناعي مباشرة، فإنه لا يزال يتعين على القمر الصناعي ذاته في النهاية توجيه حركة مروره من خلال شكل آخر من أشكال الاتصال لإكمال الاتصال. يوفر عدد قليل للغاية من الأقمار الصناعية اتصالاً مباشرًا من نقطة إلى أخرى، في حين أنه في غالب الوقت يكون الطرف الآخر المتلقي، سواء كان جهاز كمبيوتر أو خدمة مضيفة على الهاتف المحمول، على شبكة مختلفة تمامًا.

1 مزود خدمة الإنترنت (ISP) الخارجي

---

2 مركز إدارة الشبكة (NOC)

---

3 القمر الصناعي

4	المحطة الأساسية
5	مودم القمر الصناعي

مراكز إدارة الشبكة هي البوابة الموصلة لبقية العالم، ويمكنها توجيه الاتصالات بشكل مناسب. يتم تشغيل مراكز إدارة الشبكة خصيصًا، وقد تكون مملوكة أو متعاقد عليها من الباطن من قِبل مزود خدمة الأقمار الصناعية. في شبكات اتصالات الأقمار الصناعية الكبيرة، يمكن استخدام سلسلة معقدة من مراكز إدارة الشبكة لتغطية مناطق جغرافية مختلفة وتحقيقًا لأغراض خاصة. تُعد مراكز إدارة الشبكة أيضًا جزءًا لا يتجزأ من البنية التحتية المطلوبة لتمكين الاتصالات عبر الأقمار الصناعية، فإنها يمكن أن تكون أيضًا نقطة أخرى على طول سلسلة الاتصالات من شأنها بطء الاتصالات، وللأسف لا يتمتع مستخدمو الخدمة بأي سيطرة تقريبًا على المشكلات التي تسببها مراكز إدارة الشبكة.

نطاقات الإرسال

تعمل أقمار الاتصالات باستخدام أشكال مختلفة من الإرسال اللاسلكي والموجات الدقيقة، وكلاهما موجود في طيف الأطوال الموجية الكهرومغناطيسية. يتطلب الاتصال بالأقمار الصناعية من الأرض والعكس أطوالاً موجية يمكنها اختراق الغلاف الجوي والتعامل مع تداخل واسع النطاق في المحيط. بالإضافة إلى ذلك، اتفق مقدمو الاتصالات عبر الأقمار الصناعية على معايير معينة تتوافق مع اللوائح الحكومية والدولية. عند الحديث عن اتصالات الأقمار الصناعية، فإن نطاقات الإرسال الأكثر شيوعًا تتضمن:

الطول	1.0 - 2.0 جيجا هرتز (GHz)، نطاق الراديو
C	4.0 - 8.0 جيجا هرتز (GHz)، نطاق الموجات الدقيقة
Ku	12.0 - 18.0 جيجا هرتز (GHz)، نطاق الموجات الدقيقة
Ka	26.5 - 40.0 جيجا هرتز (GHz)، نطاق الموجات الدقيقة