

جامعة حلب  
كلية الهندسة الكهربائية والإلكترونية  
الجمهورية العربية السورية

# الأقمار الصناعية في مجال الاتصالات



السنة الرابعة هندسة الاتصالات

بإشراف الدكتور محمد نجيب صلاحو

إعداد: عبد السلام بكاية - علي العلي

## مقدمة:

الأقمار الصناعية لها أهمية بالغة في حياتنا اليومية فأبسطها المكالمات التليفونية التي نقوم بها بدون الوصول بأي من الأسلاك، أو مشاهدة التليفزيون، أو إجراء مكالمات هاتفية عابرة للقارات، ففائدتها عظيمة ولكنها لا ترى بالعين المجردة، وفي هذا المقال نستعرض أهمية الأقمار الصناعية في الوقت الحالي.

## ما هو القمر الصناعي؟

الأقمار الصناعية هي أجسام تدور في الفضاء الواسع في مدار محدد، فهو قمر يدور حول الأرض ضمن مدار محدد ومسارات محسوبة جيداً وبدقة ، وعلى مسافات متساوية من سطح الأرض.

## تاريخ الاقمار الصناعية

لم يكن يتخيل أحد في الماضي أن يجد وسيلة تمكنه من الوصول إلى الفضاء ومعرفة ما يتواجد خلف الفراغ، ولكن مع التطور التكنولوجي لم يكن هذا الحلم مستحيلًا، عندما كتب إدوارد ايفرت هيل في عام ١٨٦٩ ميلاديًا قصة قصيرة عن إطلاق قمر صناعي في الفضاء، وفي عام ١٩٠٣، ولم يمر على هذه القصة أكثر ٣٤ عامًا، حتى نشرت قسطنطين تشياكوفسكي عن اكتشاف طريقة لدفع الأجهزة المختلفة.

وبعد إجراء العديد من الأبحاث في هذا المجال حتى عام ١٩٥٧ ميلادية، الذي تم إطلاق أول قمر صناعي في العالم عن طريق الاتحاد السوفيتي، وتم تسميته "سبوتنيك ١"، وكان له العديد من الإمكانات التي مكنته من تحديد كثافة طبقات الغلاف الجوي، و أطلق بعد ذلك القمر الصناعي " سبتونيك ٢ " وكان على متنه كلب

يدعى لايقا، وتوالت بعد ذلك العديد من التطورات التكنولوجية في مجال الأقمار الصناعي حتى الوصول إلى وقتنا الحالي.

وتم إطلاق حتى الآن حوالي ٦٦٠٠ قمراً صناعياً عن طريق حوالي ٤٠ دولة على مستوى العالم، ولكن تختلف الأماكن التي تتواجد فيها في الفضاء، حيث يتم تقسيمها على حسب الغرض منها، ويتم إطلاق هذه الأقمار الصناعية من الأرض بواسطة أنواع محددة من الصواريخ لغرض محدد، ومدار يتم التوافق عليه من الدولة المعلقة له.

### أهمية الأقمار الصناعية

تعمل الأقمار الصناعية على التغلب على الحدود الكروية المختلفة ، فتمنحنا حياة خارجية لا يمكن ببساطة تخليها ، فهي تلعب دوراً أساسياً في إجراء المكالمات الهاتفية العابرة للقارات حيث يتم إطلاق إشارة للفضاء لتعود مرة أخرى نحو الوجهة المقصودة والمطلوبة كل ذلك يتم من خلال الأقمار الصناعية.

كما يتم استخدام الأقمار الصناعية في إجراء مسح للمحاصيل أو لمعرفة درجة حرارة المحيط ، فهو يمكنه منحنا معلومات أكثر دقة وبسرعة أكبر من معرفتها بشكل يدوي ، لذلك فيمكننا القول أن فائدة الأقمار الصناعية تكمن في إرسال المعلومات بشكل دقيق ومبسط وسريع في أي وقت إلى الكرة الأرضية.

### مميزات الأقمار الصناعية

من المميزات التي تقوم بها الأقمار الصناعية هي كالتالي:

#### الاتصالات

تستخدم الأقمار الصناعية في القيام بإعادة بث الموجات اللاسلكية من وعلى الأرض إلى مكان آخر ، حيث تقوم بالتقاط الإشارة القادمة لها من المحطة ، ثم تقوم بتضخيمها من أجل أن تمتلك

الطاقة الكافية للمتابعة ، ثم تقوم بعد ذلك بعكسها من جديد إلى المحطة الموجودة على الأرض ، حيث تقوم بنقل الموجات اللاسلكية ، من المكالمات الهاتفية أو من بيانات الإنترنت أو من بث الراديو والتلفزيون.

### **طريقة عمل الأقمار الصناعية الخاصة بالاتصالات**

الأقمار الصناعية الخاصة بالاتصالات هي المسؤولة عن عكس إشارة الراديو أو إشارة البث التلفزيوني أو بيانات الإنترنت أو أي نوع آخر من الأرض إلى الجانب الآخر.

### **محتويات القمر الصناعي**

الأقمار الصناعية هي آلات ضخمة تم صنعها من قبل الإنسان ، وتحتوي على أطنان من الأجزاء والقطع الإلكترونية بداخلها ، والتي تتكون من التالي:

- صحن ضخم بشكل قطع مكافئ لإرسال واستقبال الإشارة.
- صحن صغير بشكل قطع مكافئ لإرسال واستقبال الإشارة.
- بطارية طاقة شمسية سفلية مكونة من أربعة ألواح شمسية.
- بطارية طاقة شمسية علوية مكونة من أربعة ألواح شمسية إضافية.

– داعمات تفرد الألواح الشمسية السفلية حالما يستقر القمر الصناعي في مداره.

– داعمات تفرد الألواح الشمسية العلوية.

### **التصوير الفوتوغرافي والتصوير والمسح العلمي**

أهم استخدامات الأقمار الصناعية في الوقت الحالي هو الولوج إلى قمر تصوير مربوط ، والذي من خلاله يمكننا رؤية العديد من الصور بشكل مباشر مثل الغابات المطرية ، وأثار دمار تسونامي ،

ولكنها تقوم بجمع الصور على هيئة بيانات أخرى تتم بشكل منهجي على مساحات واسعة من العالم.

وتواجدت العديد من الأقمار الصناعية التي تؤدي هذا الدور خلال العقود الماضية ، مثال لذلك أقمار ناسا TOPEX/Poseidon and Jason ، والتي تعمل على قياس الصورة بشكل روتيني على مستوى سطح البحر.

### الأقمار الصناعية وفوائدها في الملاحة

أصبح استخدام الملاحة أو ما يعرف بأجهزة الجي بي أس أمر مهما في حياتنا اليومية ، فكم مرة لم نستطع الوصول إلى المكان المطلوب أثناء السير بالسيارة ، فقمنا باستخدام جهاز الجي بي أس من أجل معرفة الاتجاه الذي يمكننا السير فيه للوصول إلى المكان المطلوب ، ولفعل كل ذلك يتم من خلال الأقمار الصناعية.

### مدارات الأقمار الصناعية

وجود الأقمار الصناعية في الفضاء أمر ليس بالسهل ، فهي من الأشياء التي أبهرنا بها العلم ، فالمسارات التي تسير خلالها في الفضاء على ارتفاعات عالية من سطح الأرض ، احتاجت إلى الكثير من الاختبارات والتدخل العلمي من أجل التواجد على مسار ثابت ، وفي حركة ثابتة ، بحيث لا تسقط على الأرض ، أو تسير في اتجاهات مختلفة في الفضاء ، ولمنع حدوث ذلك فيجب على الأقمار الصناعية أن تقوم بالحركة في كل وقت بالرغم من استمرار وجود الجاذبية الأرضية ، كما يجب أن يدور بعضها بنفس سرعة دوران الأرض حول نفسها ، فتصنف مدارات الأقمار الصناعية إلى ثلاث أصناف هي منخفضة قصير ، ومتوسطة ، ومرتفعة طويلة عن سطح الأرض.

التكنولوجيا الحديثة في وقتنا الحالي لاستكشاف الفضاء الشاسع، بجانب دورها الكبير في المساهمة بنقل الإشارات بمختلف أنواعها

من أي مكان في العالم، مما يجعل الأقمار الصناعية المساهم الوحيد والفعال في البحث والاستكشاف بدقة عالية وبأداء متميز في كافة المجالات، وتكنولوجيا الاتصالات الحديثة، ولهذا سوف نتعرف معكم في مُحيط على دور الاقمار الصناعية في خدمة البشرية.

## أنواع الاقمار الصناعية

هناك العديد من الاقمار الصناعية التي تم إطلاقها على مدار أكثر من نصف قرن إلى الفضاء الخارجي للاستفادة منها بشكل كبير، سواء للبحث أو دعم شبكات الاتصالات والإنترنت، ناهيك عن الخدمات العلمية والاستكشافية الأخرى، ولهذا فإن هناك عدد كبير من أنواع الأقمار الصناعية التي يجب أن نتعرف عليها.

**الأقمار الصناعية الفلكية:** ويستخدم هذا النوع في رصد الكواكب البعيدة جدًا عن الأرض والمتواجدة في المجرات المجاورة لمجرتنا، بجانب البحث عن الأجسام الفضائية المختلفة.

**الأقمار الصناعية الحيوية:** ويعتبر هذا النوع من الأقمار الصناعية، تم تصميمه لحمل الكائنات الحية لعمل العديد من التجارب العلمية المختلفة عليها.

**أقمار الاتصالات:** وتعمل هذه الأقمار بشكل دائم في الفضاء الخارجي، وذلك لغرض تسهيل وتسريع عملية الاتصالات السلكية واللاسلكية.

**أقمار رصد الأرض:** تعتمد برمجة الأقمار الصناعية التي لا تستعمل في الغرض العسكري، على رصد الظواهر البيئية والأرصاد الجوية المختلفة.

**الأقمار الصناعية الملاحية:** ويستخدم هذا النوع من الأقمار إشارات الراديو لتحديد أماكن أجهزة الاستقبال لتحديد أماكنها بالتحديد.

**الأقمار الصناعية القتالة:** تم صناعة هذا النوع لقدرته العالية على تدمير الصواريخ والرؤوس الحربية للعدو، والأقمار الصناعية الأخرى.

### **أنواع المدارات المتواجدة فيها الأقمار الصناعية**

تختلف المدارات الجوية المتواجدة فيها الأقمار الصناعية على حسب الاستخدامات المحددة لمثل هذه الأنواع، حيث أن أهمية الأقمار الصناعية، تتمثل في الغرض المستخدم لها والمكان المتواجدة فيه، بجانب دور تخصصها الأساسي.

**المدار الأرضي المنخفض:** ويبلغ ارتفاعه ما بين ٠ إلى ٢٠٠٠ كيلو متر.

**مدار أرضي متوسط:** يتراوح ارتفاع هذا النوع من المدارات من ٢٠٠٠ كيلو متر إلى ٣٥٧٨٦ كيلو متر، ويعرف تحت اسم المدار الدائري الوسطي.

**المدار المتزامن مع الأرض:** ويتميز هذا المدار بأنه مدار دائري يصل ارتفاعه ٣٥٧٨٦ كيلومتر.

**المدارات الأرضية العالية:** يبلغ إرتفاع المدار الأرضي العالي إلى ما لا نهاية.

### **لماذا يتم إطلاق العديد من الأقمار الصناعية؟**

تتعلق الأسباب التي تجعل الدول في إطلاق أقمارها الصناعية بنوع الخدمات التي تقدمها للدولة المطلقة لهذا النوع من الأقمار، ومن ضمنها قدرتها على توصيل الإنترنت فائق السرعة، بدلاً من الاعتماد على الأسلاك، ولذلك فإن أهمية الأقمار الصناعية تتعلق في توصيل خدماتها إلى الأرض مباشرة، مما يمكنها من توصيل شبكة الإنترنت في جميع مدن العالم.

ولا تقتصر إرسال الأقمار الصناعية على هذا الأمر فقط، ولكن قد تصل إلى أن كل دولة تطمح بأن يكون لها قمرًا صناعيًا خاصا بها، بدل من الاعتماد على الدول الأخرى في تقديم خدماتها للجمهور، وذلك عن طريق البحث العلمي والاستكشافات داخل كوكب الأرض وخارجه، ناهيك عن المستخدمات العسكرية الأخرى، سواء عن طريق التجسس أو مراقبة نشاطات الدول الأخرى.

### **انظمه الاحداثيات والحركة المدارية:**

لغرض تحديد موقع ايه نقطه على سطح الارض فإننا نستخدم احداثيتين هما خطي العرض والطول المحسوبين من دائرة الاستواء الارضي والدائرة عموديه عليها بين الشمال والجنوب الجغرافي وتمر ايضا بمنطقة غرينتش في بريطانيا والتي تسمى خط غرينتش حيث ان خط الطول يحسب شرقا او غربا من خط

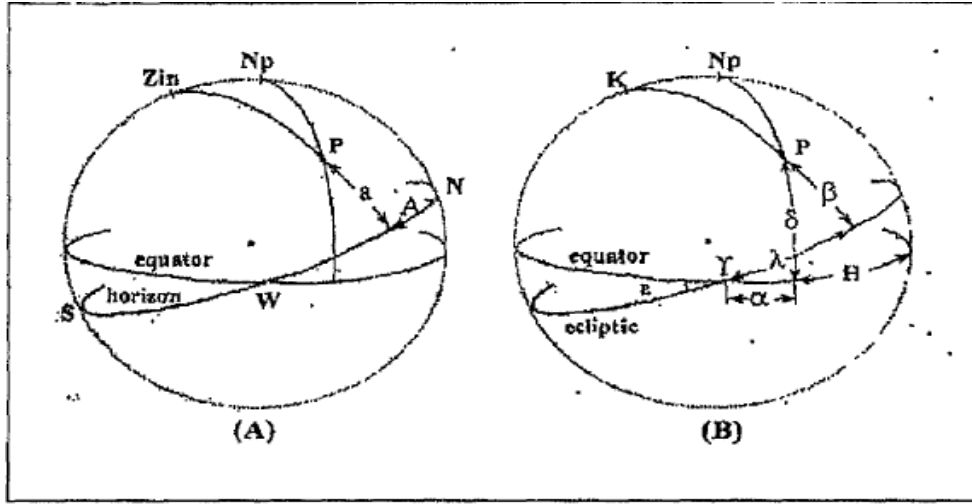


جرينتس وخط العرض هو الإزاحة الزاوية للنقطة شمال أو جنوب خط الاستواء مقاسه بالدرجات ولكن لغرض حسابي موقع اي جسم في السماء فان ذلك يتطلب احداثيات اخرى وهي عديده ومختلفة من نظام احداثيات لأخر.

من انظمه الاحداثيات هذه النظام البروجي والاستوائي والافقي.

#### ١-النظام البروجي:

ان هذا النظام قديم جدا ويستخدم للأجرام السماوية ،والدائرة الأساسية في هذا النظام هي دائرة البروج التي يمكن تعريفها بانها المسار الظاهري للشمس في مركز منطقه البروج والتي تميل عن دائرة الاستواء السماوي بزاويه ٢٣ درجه و ٢٧ دقيقه تقريبا والاحداثيان المستخدمان هما خط الطول البروجي لمدا الذي يمثل نقطه التقاء الدائرة العمودية على دائرة النظام المارة بالجسم (المراد تعيين موقعه) مع دائرة البروج عن نقطه الاعتدال الربيعي التي تمثل نقطه تقاطع دائرة البروج مع دائرة الاستواء السماوي وتقاس لمدته بالدرجات باتجاه الشرق حيث ٠ اصغر من لمدته اصغر من ٣٦٠ ، الاحداث الآخر هو خط العرض البروجي بيتا ويمثل مسافه الزاوية بين موقع الجسم ودائرة البروج حيث صفر اصغر من بته اصغر من ٩٠ درجه كما في الشكل التالي:



الشكل رقم (1-3) يمثل أنظمة الإحداثيات

## ٢- النظام الافقي:

في هذا النظام الدائرة الاساسية هي دائرة افق الراصد والاحداثيان هما الارتفاع الزاوية للجسم عن الافق  $h$  الذي يقاس بالدرجات واجزائها تتراوح ما بين ٠ و ٩٠ درجة والاتجاه الافقي  $a$  الذي يمثل الازاحة الزاوية المحصورة بين دائرة الزوال للراصد والدائرة الرأسية المارة بالجسم وتقاس على دائرة الافق من اتجاه الشمال الجغرافي وقيمتها تتراوح بين ٠ و ٣٦٠ درجة كما في الشكل السابق

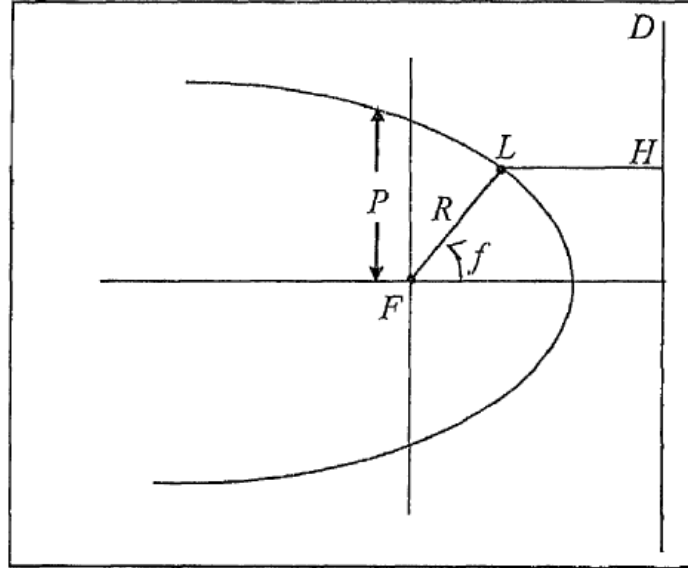
يعتمد هذا النظام على دائرة الاستواء السماوي التي تكون امتدادا لدائرة الاستواء الارضي وإحداثيات هذا النظام هي الميل  $\xi$  الذي يمثل البعد الزاوية للجسم عن دائرة الاستواء ويقابل خط العرض الجغرافي يقاس بالدرجات تتراوح قيمته بين  $(90^\circ > \xi > -90^\circ)$  والآخر هو زاوية الساعة  $h$  التي تمثل الازاحة الزاوية المحصورة بين دائرة الزوال الدائرة الرئيسية المارة بالجسم وتقاس بوحدات الزمن من  $0h > H > 24h$  وتقابل من ٠ درجة الى ٣٦٠ درجة، والمسافة بين الدائرة الرأسية المارة بالجسم ونقطه الاعتدال

التربيعي تسمى المطلع المستقيم الفا وهو يقابل خط الطول الجغرافي لكنه يقاس من جهة واحدة كما في الشكل السابق (1-3) وإن مجموع الزاوية الساعة والمطلع المستقيم يمثل الزمن النجمي:

$$S. T = \alpha + H$$

### مدارات القطع المخروطي:

القطع المخروطي هو المحل الهندسي للنقاط الواقعة في مستوى والذي له البعد  $R$  عن نقطه ثابتة (البؤرة) ونسبه هذا البعد الى مسافه (Lh) ثابتة تسمى الانحراف المركزي للمدار (e) كما في الشكل التالي:



ويضم ثلاثة انواع نسبة الى الانحراف المركزي وهي (القطع الزائد والقطع المكافئ والقطع الناقص)

ومعادله القطع المخروطي بدلالة الاحداثيات القطبية هي:

$$R = \frac{h/\mu}{1 + (A''h^2/\mu)\cos(f)}$$

حيث:

$h$  هو مقدار رقم الزاوي للجسم لوحده الكتلة

$A''$  ثابت التكامل

$\mu$  ثابت الجذب الارضي وقيمتها

$g$  ثابت الجاذبيه العام وقيمتها

$f$  زاويه الانحراف الحقيقي

$m$  كتله الجسم المركزي

$$P=h^2/\mu$$

كما ان  $p$  هي نصف معلم المدار ويعرف هندسيا *semi-latus rectum*

وان الحد  $(A''h^2/\mu)$  يمثل الانحراف المركزي  $e$  الذي يعرف انه النسبة بين بعد المركز عن بؤرة المدار الى نصف المحور الكبير له.

والطاقة الكلية للقطع المخروطي توصف بالعلاقة التالية:

$$E = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot \left( \frac{1}{2} V^2 + \frac{\mu}{R} \right)$$

أو

$$E = \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} \cdot C$$

وحيث المعادلة:

$$V = \sqrt{R^2 + (R\theta)^2}$$

تمثل السرعة المدارية و  $C$  تمثل مقدار الطاقة لوحده الكتلة او ثابت الطاقة الذي يساوي:

$$C = \frac{1}{2} V^2 - \frac{\mu}{R}$$

وفي حال دوران القمر الصناعي حول الارض فإن كتلته  $m_1$  تكون صغيره جدا بالنسبة لكتله الارض  $m_2$  يمكن ان تهمل لذلك فإن الحد  $C$  يمثل مقدار الطاقة الكلية للقمر.

## الأقمار الصناعية والبث التلفزيوني:

بعد إطلاق أول قمر صناعي ظهرت العديد من الأحداث المهمة من وجهة التلفزيون الفضائي، مثل انبعاث أول إشارة تلفزيونية، في عام ١٩٦٢م، باستخدام القمر الصناعي Telstar 1 أو إطلاق أول قمر صناعي للبث (DBS) Direct، Ekran، المصمم لاستقبال الإشارة التلفزيونية إلى المنزل.

وامتد استخدام الأقمار الصناعية للاتصالات إلى النقطة التي يوجد فيها أكثر من ٣٠٠ قمر اتصال في المدار الثابت بالنسبة للأرض، ومنها الإذاعة وإشارات تلفزيونية تبث في أي مكان في العالم.

## خدمات الاتصالات الفضائية

الخدمات الرئيسية للاتصالات الفضائية هي:

الخدمة الثابتة عبر القمر الصناعي (FSS): الاتصالات بين المحطات الأرضية الموجودة في نقاط ثابتة عبر الأقمار الصناعية.

البث المباشر عبر القمر الصناعي (DBS أو DTH): بث الصوت والصورة إلى المستلمين بشكل فردي أو جماعي.

الخدمة الفضائية المتنقلة (SMS): الاتصالات بين المحطات الأرضية.

المحمول (البحري أو الجوي أو الأرضي) عبر الأقمار الصناعية. خدمة الاستدلال الراديوي الفضائية: لتحديد موقع وسرعة جسم ما (الملاحة وتحديد المواقع)

خدمة التشغيل الفضائي عبر القمر الصناعي: القياس عن بعد، التحكم عن بعد والمراقبة.

خدمة راديو الأقمار الصناعية خدمة عبر الأقمار الصناعية للروابط بين الأقمار الصناعية وأنظمة الأقمار الصناعية. الطريقة الأكثر

استخدامًا للبث المباشر هي عبر الأقمار الصناعية (DSNG)

حيث يتم بهذه الطريقة إرسال إشارة التي تنتقل بدورها إلى جدول تحرير (CRA) قبل الوصول إلى تلفزيوناتنا. ومع التقدم التكنولوجي، تحولت عملية إعادة الإرسال إلى شيء أبسط وأقل تكلفة بفضل المعدات التي لا تحتاج إلى إعادة إرسال إشارة عبر الأقمار الصناعية، باستخدام تقنية 3G و 4G مع بطاقات SIM (نفس الهواتف المحمولة). على سبيل المثال، معدات مثل بث حقائب الظهر أو الأجهزة ذات الحجم الصغير التي تتناسب لوضعها في الجيب أو تعليقها بالكاميرا عبر نظام البطارية.

بعض المعايير الفنية والدعم المادي

يمكن توزيع الانبعاثات من خلال وسائل مادية مختلفة:

**الهوائي:** يستخدم في أبراج محطات الخدمة. إرسال البرامج الإذاعية أو التلفزيونية مباشرة، وبالتالي استخدام سلسلة الهواء لنقل المعلومات.

**القمر الصناعي:** محطة تسمح بزيادة التغطية، ويمكن القول أنه توجد دائمًا حاجة للدعم الأرضي للوصول إلى المستخدم النهائي. بدوره، يمكن أن يكون التوزيع على المحطات أو الشبكات من خلال الدعم المادي، مثل: أشرطة الفيديو التناظرية أو الرقمية CD ، DVD.

عادةً ما يمكن أن تحدث هذه الحالات في التقارير الإخبارية، حيث يقوم المراسلون بتسجيل الأخبار على الوسائط المادية وإرسالها بهذه الطريقة إلى المحطات لنشرها لاحقًا. غالبًا ما يستخدم مصطلح "شبكة البث" لتمييز الشبكات التي تنبعث منها إشارة التلفزيون عن طريق الجو، والتي يمكن استقبالها بواسطة هوائي التلفزيون، من الشبكات التي تنبعث عبر الكابل أو القمر الصناعي. ويشير مصطلح "البث التلفزيوني" إلى برمجة هذه الشبكات.

### أنظمة النقل التلفزيون والراديو

يتمتع كلا النظامين بتغطية محدودة، اعتمادًا على قوة جهاز الإرسال. عندما يكون لدينا نظام بث منخفض الطاقة، لا تصل الإشارة إلا إلى مساحة صغيرة. يقال أن النظام لديه تغطية على المستوى المحلي وفي هذه المجموعة ستدخل محطات الإذاعة والتلفزيون المحلية. من أجل التغطية الوطنية، يتم استخدام مكررات الإشارة، بحيث تنتشر مسافة أكبر، وبالتالي تصل إلى مستقبلات أكثر.

هناك أيضًا إمكانية إرسال الإشارة عبر الأقمار الصناعية، وبهذه الطريقة نحصل على تغطية قارية. حيث أنه سمحت التقنيات الرقمية الجديدة بتحقيق معايير جديدة لنشر الصوت (DAB) أو

الصورة التلفزيون (DVB). وتعمل هذه المعايير على تحسين استخدام الطيف الترددي الراديوي بطريقة تسمح بجودة أعلى وبسعة حمل أكبر.

يمكن تصنيف أنظمة الأقمار الصناعية على النحو التالي:

النظم العالمية: اتحادات دولية ذات تغطية عالمية.

النظم الإقليمية: المنظمات الدولية.

الأنظمة المحلية: المشغلون المرتبطون بكل بلد نطاق (GHZ 6/4).

ومن المزايا التي تتمتع بها الأقمار الصناعية بأنها أقل عرضة لانقطاعات المطر

ومن السلابيات: الفرقة المزدحمة (مشاركة مع الميكروويف الأرضي).

حجم هوائيات الاستقبال أكبر بسبب انخفاض القدرة EIRP الفضائية والتباعد المنخفض للأقمار الصناعية.

تصنف الأقمار الصناعية للبث التلفزيوني

الأقمار الصناعية منخفضة الطاقة  $PS < 30 \text{ W}$ .

الأقمار الصناعية متوسطة الطاقة DTH (مباشرة إلى المنزل) مع  $30\text{W} < Ps < 100\text{W}$ .

الأقمار الصناعية عالية القدرة DBS (البث المباشر الفضائية) مع  $PS > 100 \text{ W}$ .

هناك العديد من الأقمار الصناعية التلفزيونية التجارية، بما في ذلك INTELSAT و EUTELSAT و TELECOM و GORIZONT و HISPASAT و ASTRA.



الفرق بين القمر الصناعي الطبيعي والقمر الصناعي الاصطناعي؟

القمر الطبيعي: هو جسم سماوي يدور حول الكوكب. حيث يكون القمر الصناعي أصغر ويرافق الكوكب في مداره حول النجمة الأم. على عكس الشظايا التي تشكل حلقة المدار، فهو الجسم الوحيد في مداره.

الأقمار الصناعية الاصطناعية: هي أقمار تدور حول الأرض أو القمر أو بعض الكواكب وقد صنعها الإنسان.

### موقع الأقمار الصناعية المستخدمة للإشارات التلفزيونية:

تقع الأقمار الصناعية المستخدمة للإشارات التلفزيونية في مدار ثابت بالنسبة للأرض، على ارتفاع ٣٥٧٨٦ كم فوق خط الاستواء للأرض. لأنهم يدورون حول الأرض في نفس الاتجاه والسرعة التي تدور حولها، فإنه يعطي الشعور بأنهم لا يتحركون. لهذه الحقيقة أهمية حيوية، لأنه من الممكن استخدام جهاز الإرسال أو الاستقبال دون الحاجة إلى تغيير موقعه أثناء تحرك القمر الصناعي. ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أن عدد الأقمار الصناعية التي يمكن أن تكون في المدار الثابت بالنسبة للأرض محدود، لأنه من الضروري تجنب التدخلات المحتملة التي قد تنشأ بينهما. أي إذا أخذنا في الاعتبار أن الأقمار الصناعية التي تعمل في النطاق C يجب فصلها ٢ separ بينهما، فإننا نرى أن الحد الأقصى لعدد الأقمار الصناعية التي يمكن أن تكون لدينا هو  $2/360 = 180$ . وفيما يتعلق بالنطاق Ku، الفصل أصغر (الأول)، لذلك يمكن أن يكون لدينا ما يصل إلى  $1/360 = 360$ .

### متى يبدأ البث التلفزيوني؟

يبدأ البث التلفزيوني عبر الأقمار الصناعية في الوقت الذي ترسل فيه المحطة الإشارة، المعدلة مسبقاً بتردد معين، إلى قمر الاتصالات. لجعل هذه الانبعاثات ممكنة، ومن الضروري استخدام

هوائيات مكافئ يبلغ قطرها من ٩ إلى ١٢ مترًا. يسمح استخدام أبعاد الهوائي العالية بزيادة الدقة في وقت تركيز القمر الصناعي، مما يسهل استقبال الإشارة بقوة عالية بما فيه الكفاية. فيستقبل القمر الصناعي الإشارة التي تنبعث من خلال أحد مستجيبياته، ويتم ضبطها على التردد الذي تستخدمه المحطة. وبشكل عام، يتكون القمر الصناعي إلى ما يصل إلى ٣٢ جهاز إرسال في النطاق الترددي لنطاق Ku و ٢٤ في النطاق الترددي C. يتراوح عرض النطاق الترددي للمستجيب بين ٢٧ و ٥٠ MHz (وحدة قياس التردد).

أخيرًا، هناك وضع تليفزيون متصل بالأقمار الصناعية يسمى "Free to air" أو FTA، حيث يتم استقبال قنوات التلفزيون المفتوحة (بدون تشفير) عبر الأقمار الصناعية. حيث تحظى هذه الطريقة بشعبية كبيرة في الولايات المتحدة وأوروبا والشرق الأوسط وشمال إفريقيا، وهي المناطق التي تم إنشاؤها منذ سنوات عديدة حيث توجد المئات أو حتى الآلاف من قنوات اتفاقية التجارة الحرة، والعديد منها مصمم للاستقبال المباشر في المنزل، و منها إشارات للربط بين محطات التلفزيون.

التحكم المركزي في مركز الإرسال التلفزيوني

في نهاية القرن العشرين أصبح التلفزيون بمثابة علم تكنولوجي حقيقي للبلدان ويقوم كل واحد منهم بتطوير أنظمتهم التليفزيونية الوطنية والخاصة. في عام ١٩٥٣م، تم إنشاء يوروفيجن، وربط العديد من الدول الأوروبية من خلال ربط أنظمة التلفزيون الخاصة بهم من خلال وصلات الميكروويف. وفي عام ١٩٦٠م، تم إنشاء Mundovisión، والتي بدأت في إقامة روابط مع الأقمار الصناعية المستقرة بالنسبة إلى الأرض التي تغطي العالم بأسره.

تم تطوير الإنتاج التلفزيوني مع التطورات التقنية التي سمحت بتسجيل إشارات الفيديو والصوت. سمح ذلك بتحقيق البرامج المسجلة التي يمكن تخزينها وإصدارها لاحقاً. في نهاية الخمسينيات من القرن العشرين، تم تطوير أول فيديوهات فيديو وكاميرات بصريات قابلة للتبديل تدور في برج أمام أنبوب الصورة. أدت هذه التطورات، إلى جانب التطورات في الآلات اللازمة للخلط والتوليد الإلكتروني للمصادر الأخرى، سمحت بتطوير كبير للغاية للإنتاج.

وفي السبعينيات من القرن العشرين، تم تنفيذ بصريات Zoom، وتم تطوير مناظير مغناطيسية أصغر سمحت بتسجيل الأخبار في هذا المجال. حيث ولدت الصحافة الإلكترونية أو فرق ENG. بعد وقت قصير من بدء تطوير المعدات على أساس رقمنة إشارة الفيديو والجيل الرقمي للإشارات. وولدت الآثار الرقمية ولوحات الرسومات من تلك التطورات. في نفس الوقت الذي سمح فيه التحكم في الآلات بتجميع غرف ما بعد الإنتاج، ومن خلال الجمع بين عدة عناصر، تنفيذ برامج معقدة.

### استخدام المساحات الخيالية في تطور التلفزيون

لم يتوقف تطور التلفزيون مع نقل الصورة والصوت فقط، لكن سرعان ما شوهدت ميزة استخدام القناة لتقديم خدمات أخرى. ومن خلال هذه الفلسفة، تم تنفيذ النص التلفزيوني الذي ينقل الأخبار والمعلومات بتنسيق نصي باستخدام المساحات الخالية من معلومات إشارة الفيديو في نهاية الثمانينيات من القرن العشرين. وتم أيضاً تنفيذ أنظمة صوت محسنة، مع ظهور تلفزيون استريو أو تلفزيون مزدوج وإعطاء الصوت جودة استثنائية، وكان النظام الذي تمكن من الانتشار في السوق هو NICAM.