

المحاضرة السادسة

المحطة الفضائية

د عثمان محمد دفع الله  
أستاذ مشارك جامعة كرري

# المحطة الفضائية

□ تتكون منظومة القمر من الأتي:-

ا. منصة الفضاء أو الوصلة Space platform

اا. الأنظمة الفرعية للاتصالات

✓ المنصة الفضائية وظيفتها الأساسية هي دعم كل الخدمات وأنظمة الاتصال وكذلك المحافظة علي القمر في مداره المخصص

# المحطة الفضائية

- ✓ الشكل البنائي للقمر يجب أن يصمم بحيث يقوم بحماية كل الأنظمة الفرعية من العوامل البيئية المعقدة والضغط والإجهاد والصدمات وذلك أثناء الإطلاق وخلال مدة الخدمة للقمر
- ✓ شكل القمر يكون اسطواناني أو صندوقي وذلك لتسهيل عملية الإطلاق بواسطة الصواريخ

# المحطة الفضائية

❖ يتكون القمر من المنظومات التالية:-

- i. منظومة الدفع
- ii. منظومة التحكم الحراري
- iii. منظومة القدرة
- iv. منظومة تكيف القدرة
- v. منظومة الإستقرارية
- vi. منظومة المقاييس والأوامر
- vii. منظومة الاتصالات

د عثمان محمد دفع الله  
أستاذ مشارك جامعة كرري

# المحطة الفضائية

## □ منظومة الدفع

■ هذه المنظومة وظيفتها الأساسية هي المحافظة علي وضع ارتفاع مدار القمر ويجب أن يكون في وضعه المحدد وهذا يتم بدفعات صغيرة بواسطة نفاثة غازية صغيرة وهي التي تقوم بعملية الدفع

# المحطة الفضائية

## منظومة التحكم الحراري Thermal control □

- يجب أن يكون هنالك توازن حراري دائم علي جسم القمر لكي لا يحدث خلل في عمل تلك المنظومات
- هذه المنظومة هي التي تحافظ علي درجة الحرارة المطلوبة والمناسبة لكل المنظومات علي جسم القمر بصورة دائمة طول العمر الافتراضي للقمر

# المحطة الفضائية

## منظومة القدرة □

- هذه المنظومة توفر القدرة المطلوبة لكل منظومة علي جسم القمر وتحافظ عليها
- كل الأقمار الاصطناعية تحصل علي القدرة الكهربائية من الخلايا الشمسية والتي تحول أشعة الشمس الساقطة عليها إلي طاقة كهربائية
- الشمس هي مصدر قوي جداً للطاقة وعند ارتفاع الأقمار الثابتة فإن كثافة الحرارة علي سطح القمر  $1.39\text{kw}/\text{m}^2$

# المحطة الفضائية

## □ منظومة القدرة

- الخلايا الشمسية لا تستطيع أن تحول كل هذه الطاقة إلى كهربائية وكفاءتها فقط هي 10 – 15% من هذه الكمية التي تحول
- هذه الأقمار يجب أن تحمل بطاريات شحن وهي ذات مواصفات خاصة ودرجة عالية من الموثوقية وتعمل لفترة كبيرة

# المحطة الفضائية

## منظومة تكيف القدرة □

- هذه الألية تقوم بتحويل القدرة المولدة بواسطة الخلايا الشمسية إلي قيم مناسبة لكل متطلبات الدوائر الكهربائية علي جسم القمر

# المحطة الفضائية

## منظومة الإستقرارية □

- وظيفة هذه المنظومة هي المحافظة علي وضع الهوائي
- أي وضع الهوائي دائماً في اتجاهه الصحيح الذي يشير إليه والذي يغطي منطقة جغرافية معينة
- كذلك لوحة الخلايا الشمسية تشير إلي الشمس

# المحطة الفضائية

## منظومة المقاييس والأوامر □

- تستخدم هذه المنظومة لإرسال بيانات من القمر إلى المحطة الأرضية
- تأخذ أوامر من المحطة الأرضية إلى القمر لمعالجة بعض المشاكل التي قد تحدث
- هذه المنظومة تقوم بقراءة كل البيانات عن قيم الإشارات المستقبلية بواسطة القمر عن حالة كل منظومة من تلك المنظومات وإرسال تلك البيانات إلى المحطة الأرضية التي تقوم بعملية التحكم

# المحطة الفضائية

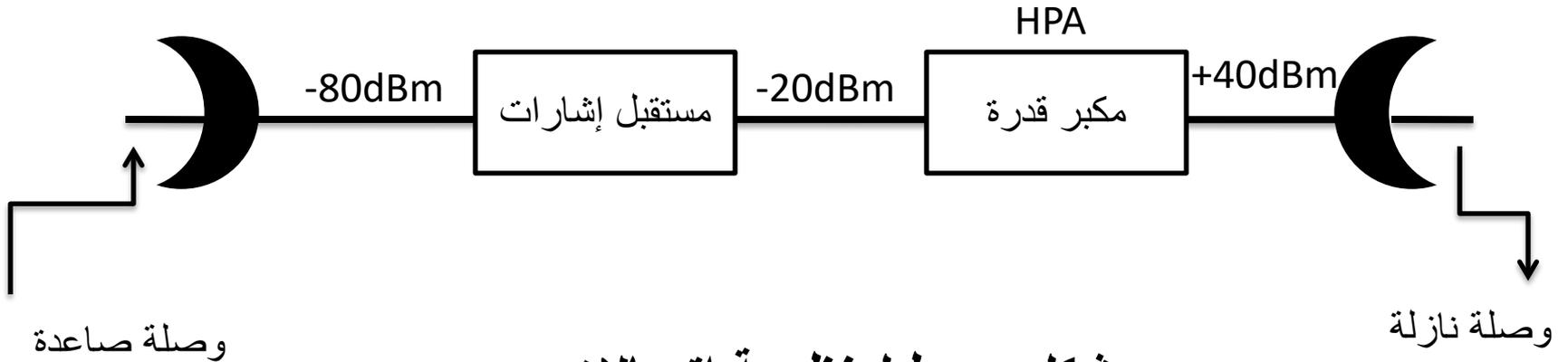
## منظومة المقاييس والأوامر □

- التعليمات التي تصدر من المحطة الأرضية تتعلق بالمحافظة علي ارتفاع المدار وعمليات التعقب للمنظومات

# المحطة الفضائية

## منظومة الإتصالات □

- هذه المنظومة عبارة عن محطة إعادة بث في الفضاء وتقوم بتكبير الإشارة قبل إعادة إرسالها مرة أخرى كما موضح بالشكل التالي



شكل مبسط لمنظومة اتصالات

د عثمان محمد دفع الله  
أستاذ مشارك جامعة كرري

# المحطة الفضائية

## منظومة الإتصالات □

- الدخـل لهذـه المنظـومة عـبارة عـن إـشارة ضـعيفـة جـداً وـيجب تكـبيرها إـلى مـستوي مـناسـب قـبل إـعادـة إـرسالها مـرة أـخري إـلى المـحطـات الأـرضيـة بـدون زيـادـة الضـوضاء
- مـستوي التـكبير يـجب أن يـكون مـناسـب كي لا يـحدث مـستوي عـالٍ مـن التـشوه للإـشارة نـتـيـجة للـطبيـعة الـغير خـطية للتـكبير لهذـه المـكـبرات
- حـيز التـرددات المـخصـص للاتـصـالات عـبارة عـن 6/4 GHz

# المحطة الفضائية

## منظومة الإتصالات □

- 6 GHz للوصلة الصاعدة و 4GHz للوصلة النازلة وتأثير التوهين عند الوصلة النازلة أقل ولذلك لا تحتاج إلي تكبير كبير مقارنة ب 6GHz للوصلة الصاعدة نسبة لوجود مكبرات القدرة العالية بالمحطات الأرضية
- كلما كانت الترددات عالية كان تعرضها للتوهين أكبر

# المحطة الفضائية

## منظومة الإتصالات □

- بداية عرض النطاق المخصص للقمر الاصطناعي للاتصالات كان 500 MHz والآن أرتفع إلي 1000 MHz
- الاستخدام الكلي لعرض النطاق يؤدي إلي عملية التداخل
- أيضاً خصصت 14/12 GHz و 30/20 GHz حديثاً للاتصالات وهذه تستخدم في حالة الازدحام ولكن ليست بالعملية السهلة لان هذه الترددات العالية جداً عرضة للتوهين وتحتاج إلي معدات عالية الجودة ومكلفة

# المحطة الفضائية

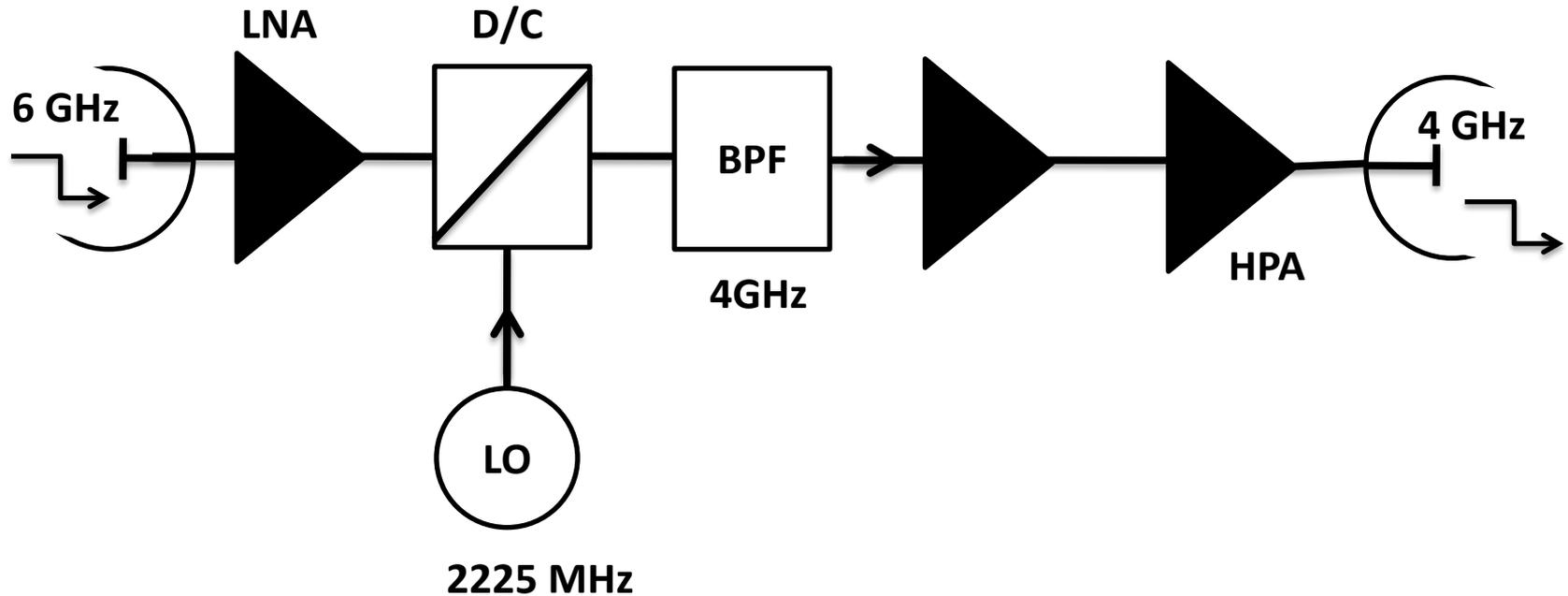
## منظومة الإتصالات □

- للملاحة البحرية يستخدم حيز الترددات 1.6/1.5 GHz ويسمي حيز L وهو أقل عرضة للتوهين ولا يحتاج إلى تكبير عالٍ وكذلك يعمل ب G/T أقل وكذلك هوائي صغير
- محطات إعادة البث يمكن تقسيمها إلى قسمين بالنسبة إلى القمر وهي
- ❖ محطات تقوم بتحويل الترددات وتكبير الإشارات وتسمى Transparent
- ❖ محطات تقوم بعمليات أخرى علي الإشارات بالإضافة الي عملية تحويل الترددات والتكبير

# المحطة الفضائية

## منظومة الإتصالات □

- الترانسبوندر Transponder وهو عبارة عن محطة إعادة بث من النوع Transparent
- عرض النطاق 500 MHz المخصص للاتصالات بواسطة القمر يقسم إلى قنوات بعرض نطاق يتراوح بين 40 – 80 MHz كل قناة عبارة عن محطة إعادة بث أو ترانسبوندر
- أي ترانسبوندر مسؤول عن نقل قناة من خلال مسار محدد
- الشكل التالي يوضح محطة إعادة بث Transparent



## محطة إعادة بث من النوع Transparent

د عثمان محمد دفع الله  
أستاذ مشارك جامعة كرري

# المحطة الفضائية

## منظومة الإتصالات □

- بعد ذلك كل هذه القنوات تضم في مجموعة واحدة من إشارات لعدد من الترانسبوندر بواسطة الدمج Multiplexing وتكبر بواسطة مكبرات القدرة وترسل من خلال الهوائي
- هوائي واحد فقط يستخدم لعملية التراسل ويستخدم مزدوج diplexer للفصل بين إشارات الاستقبال والإرسال

# المحطة الفضائية

## هوائي القمر □

- أغلب هوائيات الأقمار تصمم لتغطية منطقة جغرافية محددة ونتيجة لمحدودية وزن القمر فإن أقصى طول لقطر الهوائي عبارة عن 3m
- هوائي القمر إما أن يكون:-
  - i. موجه directional
  - ii. يشع في كل الاتجاهات omnidirectional

# المحطة الفضائية

## □ هوائي القمر

- النوع الثاني من الهوائيات يقوم بعملية التعقب للقمر وإرسال الأوامر من المحطة الأرضية إلى القمر ومن القمر إلى المحطة الأرضية أثناء وضع القمر في مداره الثابت
- الهوائي الموجه أيضاً يقوم بعملية التعقب وتلقي وإرسال التعليمات وبعد وضع القمر في مداره الثابت المحدد يقوم بعملية التغطية الأرضية

# المحطة الفضائية

## □ هوائي القمر

- الهوائي من النوع العاكس الباربوليكي له المقدرة علي إرسال شعاع بعرض 2 إلي 7 درجة والهوائي البوق عرض شعاعه 17.2 درجة بالنسبة للتغطية الشاملة

# المحطة الفضائية

## □ هوائي القمر

- عند تصميم هوائيات الأقمار الاصطناعية هناك محددات يجب أخذها في الاعتبار وهي:-
  - i. محددات الكتلة
  - ii. الإستقرارية
  - iii. متطلبات كسب الهوائي

# المحطة الفضائية

## □ هوائي القمر

- في كل الأحوال فإن المهمة الأساسية لقمر الاتصالات هي تقديم خدمة اتصال لمنطقة جغرافية محددة بدون تداخل مع المناطق الأخرى المجاورة
- نتيجة للتحديدات الخاصة بعملية تصنيع الهوائي فإن عملية التداخل لا يمكن تجنبها ولكن يمكن تقليل هذا التداخل وذلك باستخدام هوائيات موجهة توجيهاً دقيقاً

# المحطة الفضائية

## □ إستقطاب الهوائي

- لزيادة سعة منظومة الأقمار الاصطناعية يتم استخدام الاستقطاب الأفقي والرأسي
- تتكون الموجة الكهرومغناطيسية من مركبتين كهربية ومغناطيسية
- في حالة الاستقطاب الرأسي فإن المتجهة الكهربائية تكون عمودية علي اتجاه انتشار الموجة

# المحطة الفضائية

## إستقطاب الهوائي □

- في حالة الاستقطاب الأفقي تكون المتجهة الكهربائية موازية لاتجاه انتشار الموجة
- يقاس استقطاب الهوائي عادةً بعيداً جداً من نقطة الإشعاع للتأكد من أن الموجة لا تتغير بزيادة المسافة
- أقل مسافة مطلوبة لقياس استقطاب الهوائي تعطي بالعلاقة

$$d = 2D^2 / \lambda$$

# المحطة الفضائية

□ إستقطب الهوائي

حيث:-

$d$  : تمثل المسافة بين نقطة مصدر الإشعاع والنقطة المحددة بالمتر

$D$  : قطر الهوائي بالمتر

$\lambda$  : الطول الموجي بالمتر

# المحطة الفضائية

## □ إستقطاب الهوائي

- الاستقطاب بالنسبة للاتصالات بواسطة الأقمار مهم جداً لأنه يزيد من سعة المنظومة
- بالنسبة لهوائي القمر ذو الاستقطاب الراسي فإنه يرسل ويستقبل الموجة التي لها استقطاب رأسي
- أيضاً الهوائي ذو الاستقطاب الأفقي يرسل ويستقبل الموجة التي لها استقطاب أفقي

# المحطة الفضائية

## □ إستقطب الهوائي

- هنالك أنواع أخرى من الاستقطاب مثل الدائري والاهليجي
- أي منظومة اتصالات لا بدأ لها من استقطاب متقاطع أو متعامد
- أي قمر له مجموعتين من الهوائيات ذات الاستقطاب المتقاطع أو المتعامد
- الآن أغلب أقمار الاتصالات الحديثة تستخدم ما يعرف باستقطاب التنوع diversity لزيادة سعة المنظومة