

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

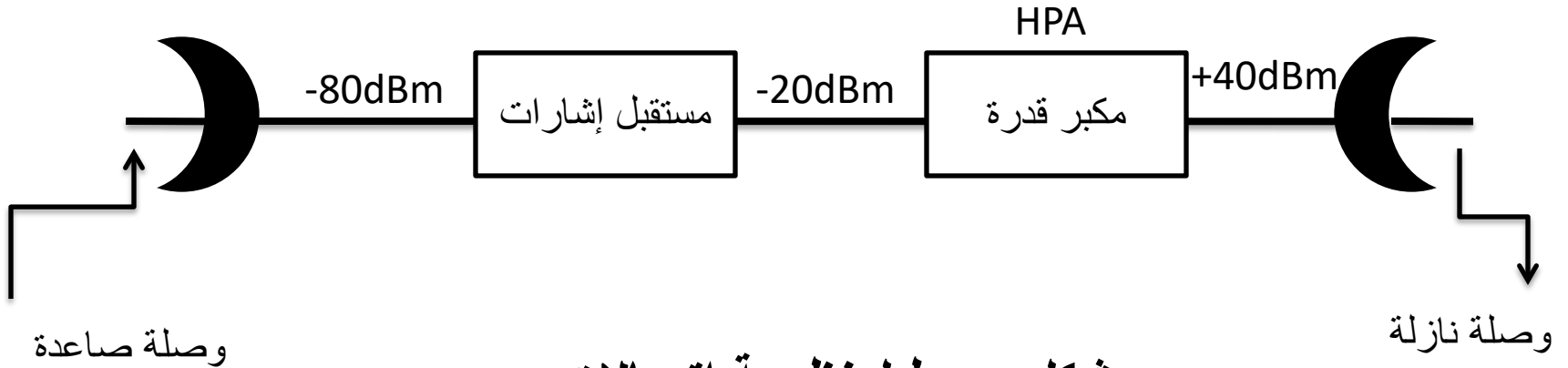
منظومة المقاييس والأوامر □

- 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 لهذه المنظومة عبارة عن إشارة ضعيفة جداً ويجب تكبيرها إلى مستوى مناسب قبل إعادة إرسالها مرة أخرى إلى المحطات الأرضية بدون زيادة الضوضاء
- مستوى التكبير يجب أن يكون مناسب كي لا يحدث مستوى عالٍ من التشوه للإشارة نتيجة للطبيعة الغير خطية للتكبير لهذه المكبرات
- حيز الترددات المخصص للاتصالات عبارة عن 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

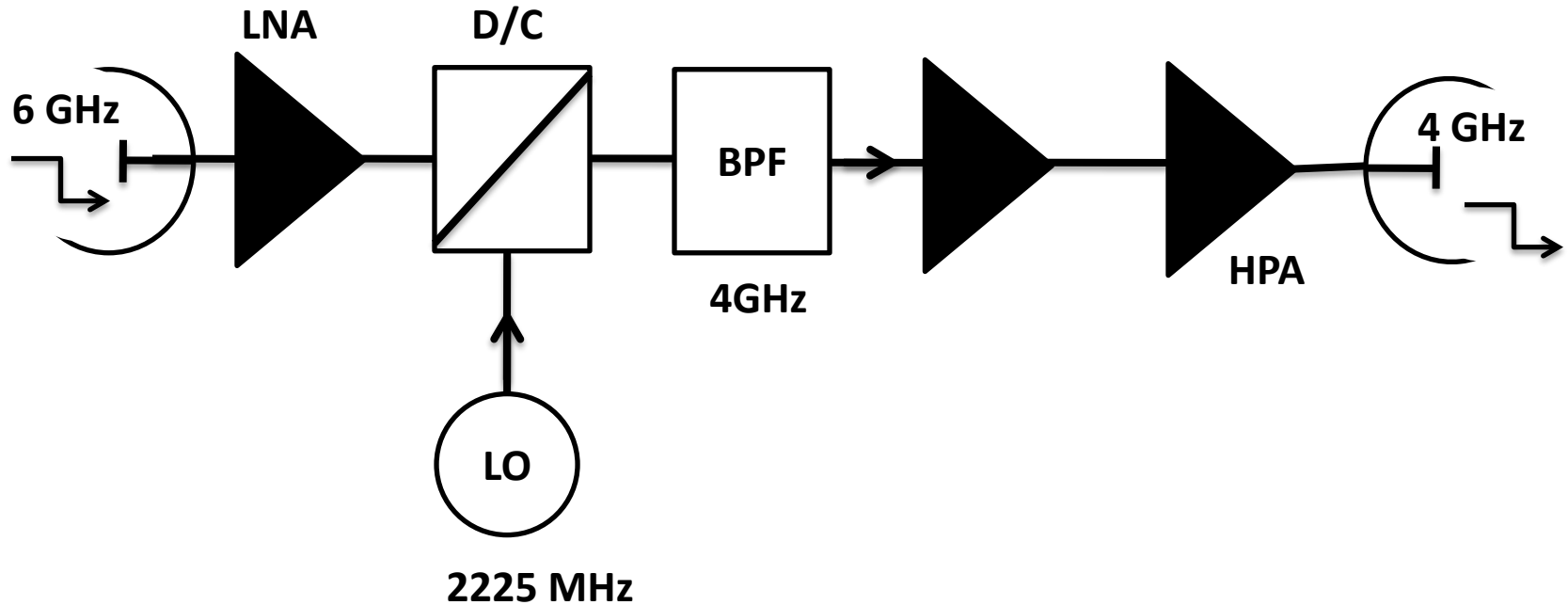
منظومة الإتصالات □

- 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 كروي

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

□ إستقطب الهوائي

- زيادة سعة منظومة الأقمار الاصطناعية يتم استخدام الاستقطاب الأفقي والرأسي
- تتكون الموجة الكهرومغناطيسية من مركبتين كهربية ومغناطيسية
- في حالة الاستقطاب الرأسي فإن المتجهة الكهربية 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

λ : 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