المحاضرة الخامسة

المحطة الأرضية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***هوائي المحطة الأرضية***

- في جهة الاستقبال فإن العاكس يقوم بتجميع طاقة الترددات الراديوية ثم يغذي بها المغذي
- ثم تدخل علي LNA لتقليل من تأثير حرارة المنظومة وتكبر تلك الإشارة ومن ثم تجري عليها عدة عمليات إلي أن يتم استلام الإشارة المعنية
- من أهم أجزاء الهوائي هي المساحة المؤثرة والتي تحدد كسب الهوائي G

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

- ***هوائي المحطة الأرضية***
  - الضوضاء الحرارية الكلية للمنظومة تشمل :-
    I. ضوضاء الهوائي
    II. ضوضاء LNA
  - ضوضاء الهوائي تعتمد علي:-
    I. الضوضاء السماوية والتي بدورها تعتمد علي زاوية ارتفاع الهوائي
    II. الضوضاء الناتجة من الرابط الأرضي Terrestrial noise

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***هوائي المحطة الأرضية***

- ضوضاء الهوائي تعتمد علي الضوضاء السماوية والتي بدورها تعتمد علي زاوية ارتفاع الهوائي
- هذه الضوضاء تقل كلما كانت هذه الزاوية كبيرة
- الضوضاء السماوية تنتج بواسطة الحزمة الرئيسية من الشعاع main beam
- أما الضوضاء الناتجة من الرابط الأرضي تنتج من الحزم الجانبية side lobes

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***هوائي المحطة الأرضية***

- شكل العاكس الهوائي هو الذي يؤثر علي قيمة G و T الكسب وضوضاء المنظومة
- مخطط مرت G_r/T_S يعرف علي أنه مقدرة المحطة الأرضية علي استقبال الإشارات من القمر
- أيضاً هو نسبة بين كسب هوائي المستقبل بالنسبة للضوضاء الحرارية للمنظومة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***هوائي المحطة الأرضية***

- الهوائيات المستخدمة في المحطة الأرضية تأخذ أشكالاً متعددة
- إما أن تكون في شكل بوق horn أو شكل عاكس reflector
- الهوائي البوق يعطي تغطية واسعة للشعاع ولكنه يستخدم كمشع أولي أو مغذي
- في نظام العاكس يعطي كسب عالي وعرض نطاق ضيق مطلوب بواسطة المحطة الأرضية

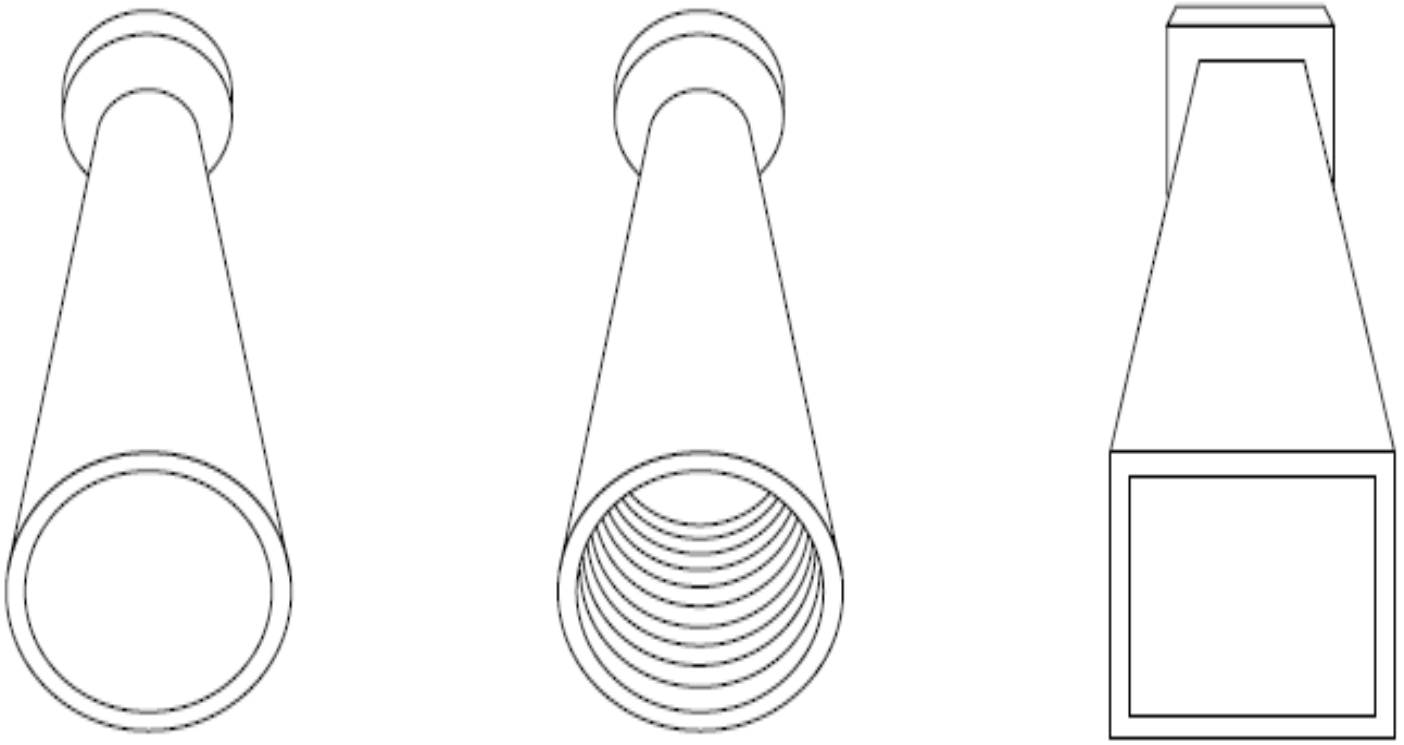
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***هوائي المحطة الأرضية***

- مقطع الهوائي من النوع البوق إما أن يكون دائري أو مستطيل وهذا يؤدي إلي التحسن في عرض شعاع الموجة
- الهوائيات التي تستخدم عاكس واحد ومغذي من ميزاتها أنها بسيطة وقليلة التكلفة
- الهوائيات الكبيرة تزيد من الضوضاء الناتجة من درجة حرارة المنظومة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



أشكال الهوائي من النوع بوق horn

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***هوائي المحطة الأرضية***

✓ كسب الهوائي يعطي بالعلاقة الآتية

$$G = \acute{\eta} 4\pi\, A / \lambda^2$$

✓ حيث:-

A : مساحة فتحة الهوائي

$\acute{\eta}$: كفاءة فتحة الهوائي وتكون أقل من واحد

λ : الطول الموجي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***هوائي المحطة الأرضية***

- أيضاً كسب الهوائي يعطي بالعلاقة الآتية

$$G = 4\pi \frac{A_{eff}}{\lambda^2}$$

- حيث A_{eff} هي المساحة المؤثرة
- A : تمثل المساحة الكلية لسطح الهوائي وتعطي بالاتي

$$A = \pi D^2/4 = \pi r^2$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***هوائي المحطة الأرضية***

D: قطر العاكس الهوائي الباربوليكي

r: نصف القطر

✓ ومن ذلك نجد أن الكسب يعطي بالعلاقة الآتية

$$G = \acute{\eta} 4\pi \frac{(\pi D^2)}{4\lambda^2} = \acute{\eta} \left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)^2$$

✓ من هذه المعادلة نلاحظ كسب الهوائي يتناسب طردياً مع قطره وعكسياً مع الطول الموجي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***هوائي المحطة الأرضية***

✓ اتجاهية عاكس الهوائي تعطي بالعلاقة الآتية

$$\Phi = \frac{70\ \lambda}{D}$$

✓ حيث أن:-

Φ : الاتجاهية بالدرجات

ʎ : طول الموجة بالمتر

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***هوائي المحطة الأرضية***

- ✓ الإشعاع المؤثر للقدرة المتساوية Effective Isotropic Radiated Power EIRP
- ✓ وهو عبارة عن القدرة الكلية المشعة من هوائي موجه بالنسبة لمصدر مثالي ذو إشعاع متساوي في كل الاتجاهات وله كسب عبارة عن 0dB أو 1W

$$EIRP = P_t G_t$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***الضوضاء الحرارية للمنظومة***

✓ يقصد بالضوضاء الحرارية للمنظومة مجموع الضوضاء الحرارية للمستقبل والهوائي

$$T_{sys} = T_{rec} + T_{ant}$$

✓ حيث أن:-

T_{sys} : الضوضاء الحرارية للمنظومة

T_{ant} : الضوضاء الحرارية للهوائي

T_{rec} : الضوضاء الحرارية للمستقبل

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***الضوضاء الحرارية للمنظومة***

✓ الضوضاء الحرارية للهوائي تعرف كالأتي

$$T_{ant} = \frac{T_0(L_a - 1)}{L_a} + T_s$$

✓ حيث:-

T_0 : هي الضوضاء الحرارية المحيطة 290 k

L_a : فقد الهوائي عند قاعدته dB

T_s : الضوضاء الحرارية السماوية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ مرسل المحطة الأرضية

- ✓ الوظيفة الأساسية للمرسل هي عملية إرسال متعدد للحزم الأساسية وتعدل هذه الإشارة بواحدة من طرق التعديل المختلفة
- ✓ ثم تكبر بواسطة مكبرات القدرة العالية ثم ترسل إلي القمر من خلال هوائي المحطة الأرضية
- ✓ عملية الإرسال المدمج Multiplexing تتم من خلال الإرسال المتعدد

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***مرسل المحطة الأرضية***

✓ عملية الإرسال المدمج Multiplexing تتم من خلال الإرسال المتعدد بواسطة:-

- ➢ الإرسال المتعدد بتقسيم الزمن **TDM**
- ➢ الإرسال المتعدد بتقسيم التردد **FDM**
- ➢ الإرسال المتعدد بتقسيم الكود **CDM**

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ مرسل المحطة الأرضية

- ✓ عملية الإرسال المدمج المتعدد تكون حسب عرض النطاق المتوفر للترددات بالنسبة للنطاق C وKu فإن عرض النطاق عبارة عن 500 MHz
- ✓ بعد عملية الدمج تنقل الترددات إلي ترددات أعلي في أكثر من مرحلة إلي أن يصل إلي 6 GHz أو 14 GHz
- ✓ بعد ذلك تكبر هذه الإشارات بواسطة مكبرات القدرة العالية وترسل من خلال الهوائي

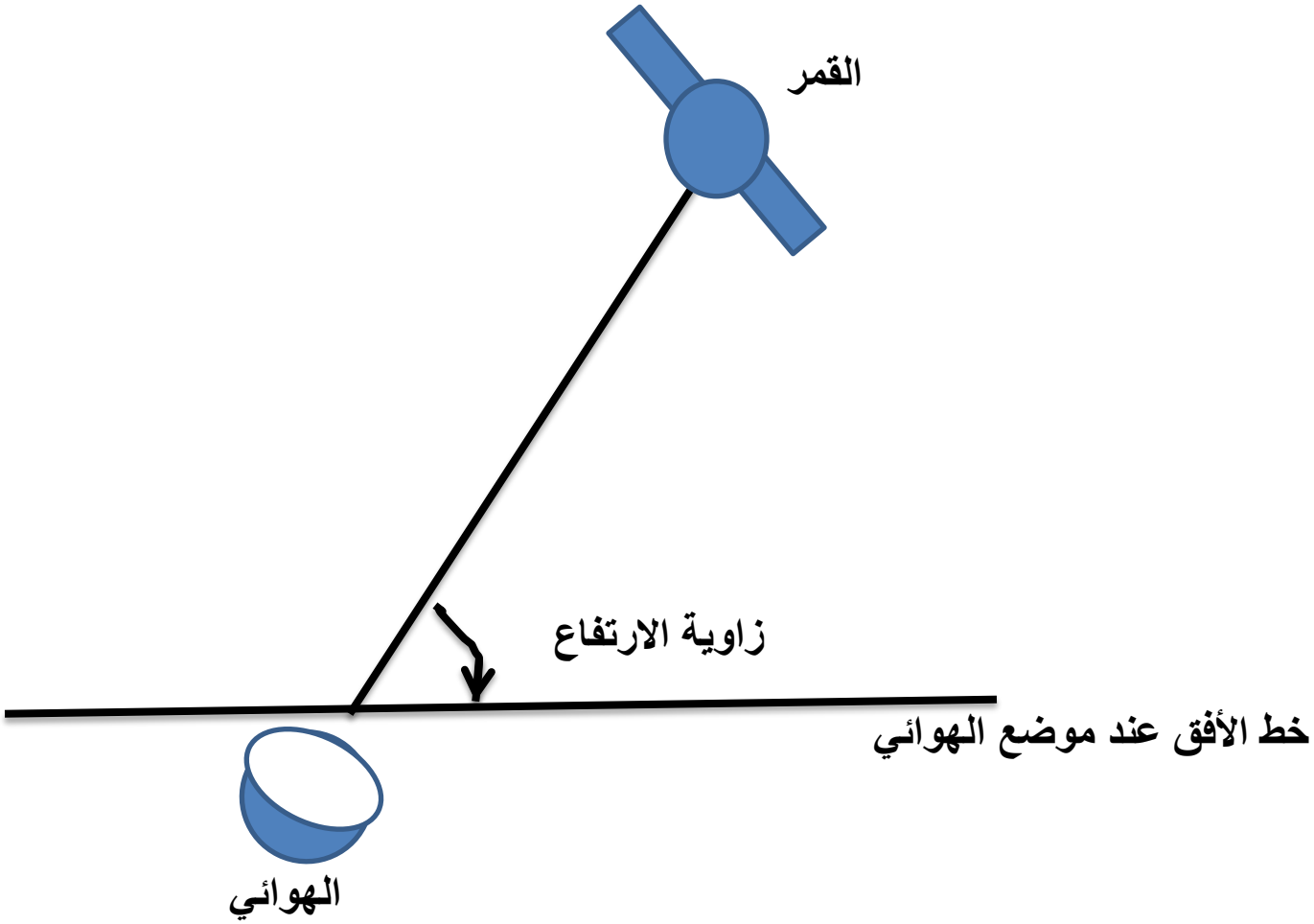
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***زوايا النظر***

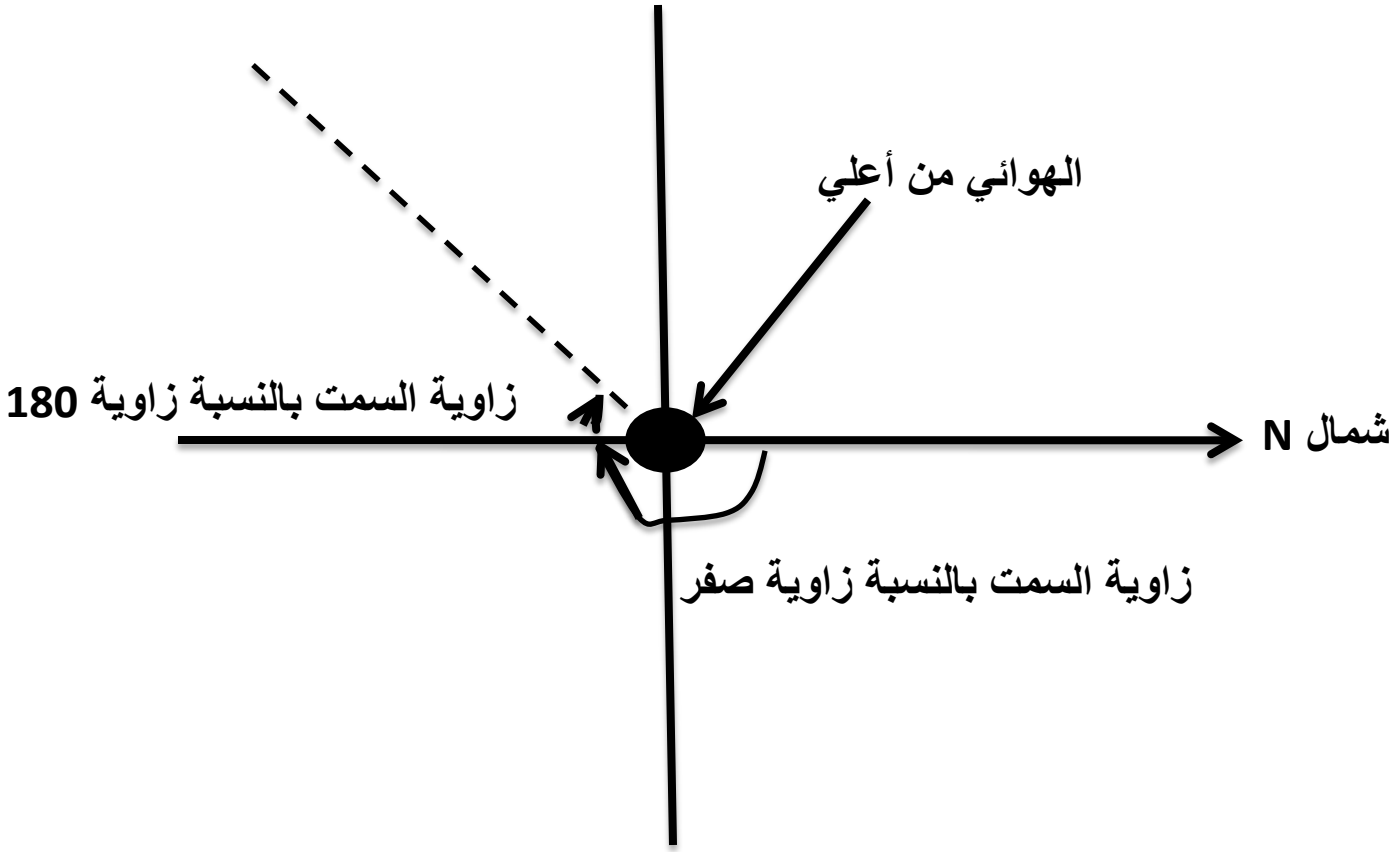
- ✓ لتثبيت هوائي المحطة الأرضية في اتجاه القمر لا بدأ من معرفة زاويتي الارتفاع وزاوية السمت
- ✓ هذه الزوايا تسمي زوايا النظر كما هو موضح الأشكال التالية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



زاوية الارتفاع

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



زاوية السمت

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ زاوية الإرتفاع Elevation

- ✓ تعرف علي أنها الزاوية المكونة بين اتجاه انتشار الموجات المنبعثة من هوائي المحطة الأرضية وخط الأفق
- ✓ أيضاً تعرف علي أنها الزاوية المقابلة عند هوائي المحطة الأرضية بين القمر وخط الأفق
- ✓ كلما كانت هذه الزاوية صغيرة كلما زادت المسافة التي تعبرها الموجات المنتشرة بين الهوائي والقمر من خلال الأتموسفير
- ✓ هذا يؤدي إلي إضعاف الإشارة المرسلة وذلك بفعل التوهين الذي يحدث للإشارة المرسلة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***زاوية الإرتفاع***

- ✓ أي موجة تنتشر من خلال الأتموسفير تعاني من عملية الامتصاص وكذلك تأثير الضوضاء
- ✓ عموماً أقل زاوية ارتفاع مقبولة هي 5 درجة
- ✓ زاوية الارتفاع تؤثر علي شدة الإشارة بالنسبة للموجات المنتشرة وهذا يعزي للاتي

i. الامتصاص بواسطة الأتموسفير

ii. الامتصاص الناتج من الضباب الكثيف

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ زاوية الإرتفاع

- ✓ نطاق الترددات 14/12GHz يعاني أكثر من 6/4GHz وذلك لصغر طول الموجة الناتجة من الترددات العالية
- ✓ عندما تقل زاوية الارتفاع عن 5 درجة فإن التوهين يكون عالياً وهذا يؤدي إلي عدم إستلام الإشارات المرسلة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ زاوية السمت Azimuth

- ✓ تعرف علي أنها زاوية التأشير الأفقية بالنسبة للهوائي
- ✓ عادة تقاس في اتجاه عقارب الساعة من الشمال الحقيقي
- ✓ زاوية الارتفاع وزاوية السمت تعتمد علي خط العرض للمحطة الأرضية وخط الطول للقمر والمحطة الأرضية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

- ***طريقة حساب زاويتي الإرتفاع والسمت***

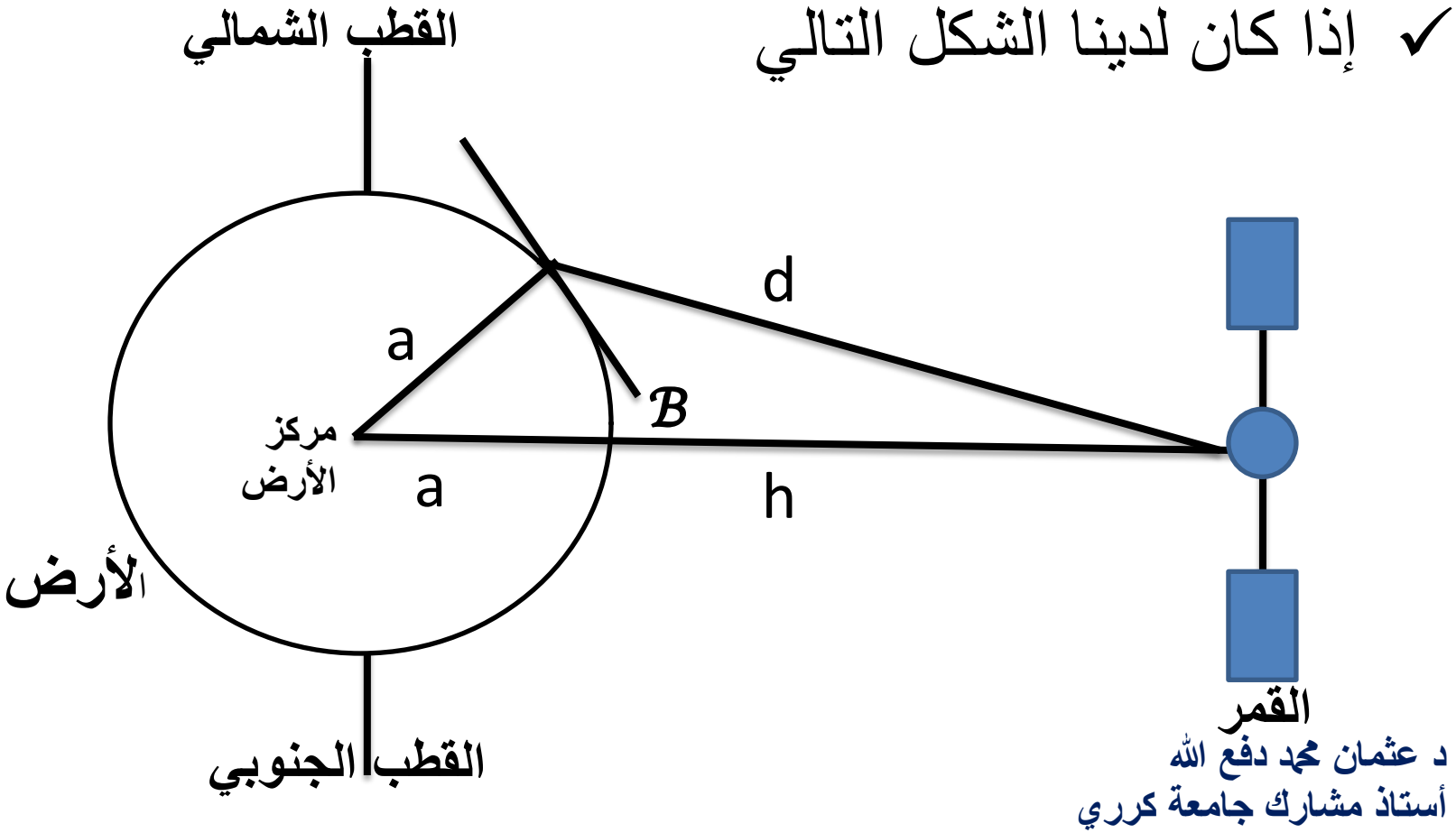
i. ايجاد خط الطول والعرض للمحطة الأرضية
ii. إيجاد خط طول القمر المعني
iii. حساب ΔL وهو الفرق بين خطي الطول للمحطة الأرضية والقمر
iv. من شكل محدد عند تقاطع ΔL مع خط العرض للمحطة الأرضية نوجد زاويتي الارتفاع وزاوية السمت

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ طريقة حساب زاويتي الإرتفاع والسمت

✓ إذا كان لدينا الشكل التالي



د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ طريقة حساب زاويتي الإرتفاع والسمت

- من الشكل أعلاه فإن d يمثل طول المسار للإشارة المرسلة و $\mathcal{B}$ هي زاوية الارتفاع
- من الشكل وبتطبيق قانون الزوايا فإن

$$(\mathrm{a}+\mathrm{h})^2 = \mathrm{a}^2 + \mathrm{h}^2 - 2ad(\cos 90 + \beta) = h^2 + a^2 - 2ah\sin\beta$$

$$d = \{(a+h)^2 - (\mathrm{a}\cos\beta)^2\}^{\frac{1}{2}} - a\sin\beta$$

- $\beta = 90$ ومن ذلك نجد $\cos\beta = 0$ و $\sin\beta = 1$

$$d = [(a+h)^2]^{\frac{1}{2}} - a = a + h - a = h$$

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ طريقة حساب زاويتي الإرتفاع والسمت

- عندما تكون $\beta = 0$ فإن
- $$d = [(a+h)^2 - a^2]^{\frac{1}{2}} - 0 = 41745\ km$$

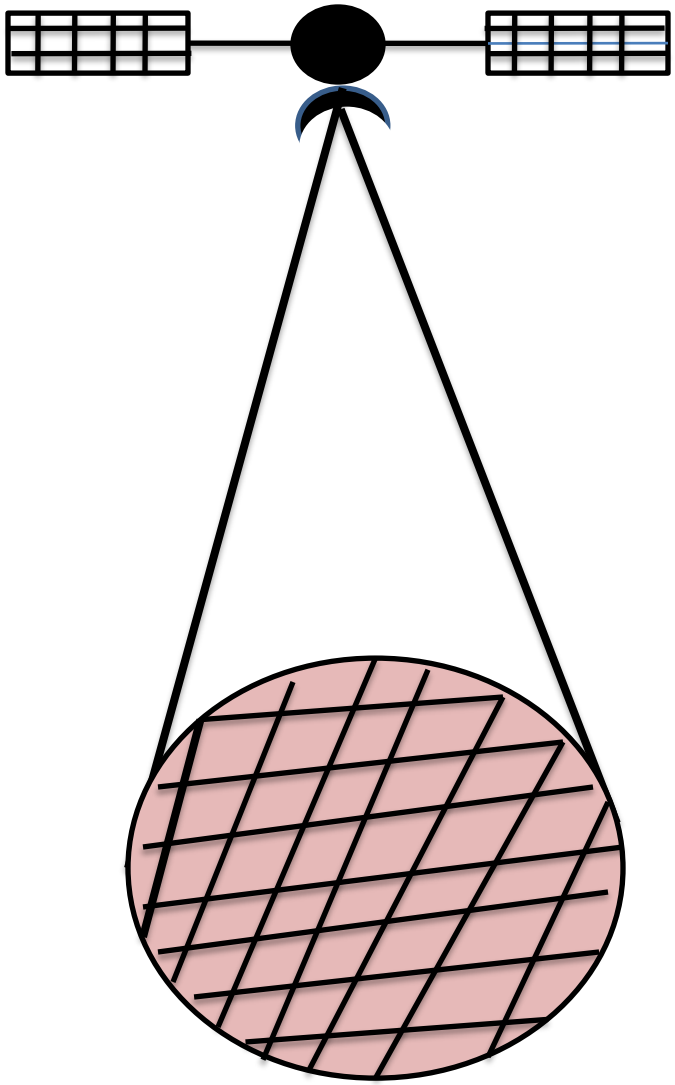
د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ خط التأشير الأرضي Satellite footprint

- هي المنطقة التي تغطي بواسطة شعاع الهوائي والإشارة المرسلة تكون قوية يمكن استقبالها بصورة صحيحة كما يوضح الشكل التالي
- عرض النطاق بالنسبة للوصلة النازلة يمكن أن يكون واسعاً جداً ويغطي ثلث الكرة الأرضية
- أيضاً يمكن أن يصمم الشعاع ليغطي منطقة جغرافية معينة كما في حالة المحطات التلفزيونية

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



خط التأشير الأرضي footprint

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

❑ ***خط التأشير الأرضي Satellite footprint***

- في الوقت الحالي أغلب الشعاع يكون ضيق ودائري ليغطي منطقة جغرافية معينة وتكون الإشارة قوية جداً وأيضاً تمكن من استخدام هوائيات صغيرة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

المحطة الأرضية

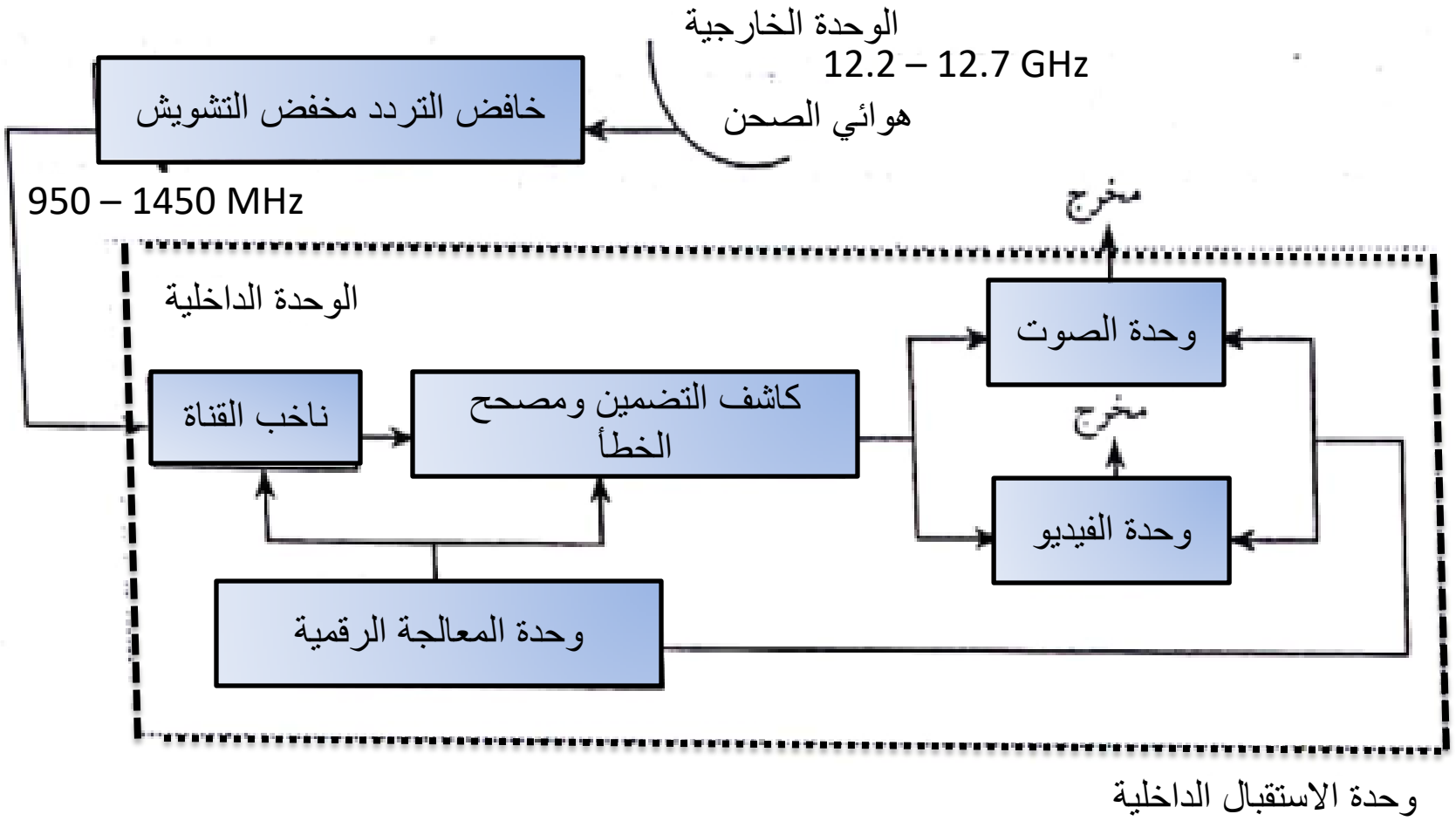
❑ ***فقد مسار التراسل***

- يحدث فقد مسار التراسل في مطال الإشارات المرسلة نتيجة لتمدد الشعاع المرسل من خلال منطقة جغرافية كبيرة
- كلما كان خط التأشير الأرضي كبير كلما كان فقد المسار كبير
- فقد مسار التراسل يعطي بالعلاقة الآتية

$$L_P = 32.5 + 20\log d + 20\log f \quad dB$$

- d : المسافة بين القمر والمستقبل km
- f : تردد التراسل MHz

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري



نظام استقبال تلفازي فضائي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري