

# الهوائيات والأسلاك

إعداد: Alberto Escudero Pascual  
النسخة العربية: أنس طويلة

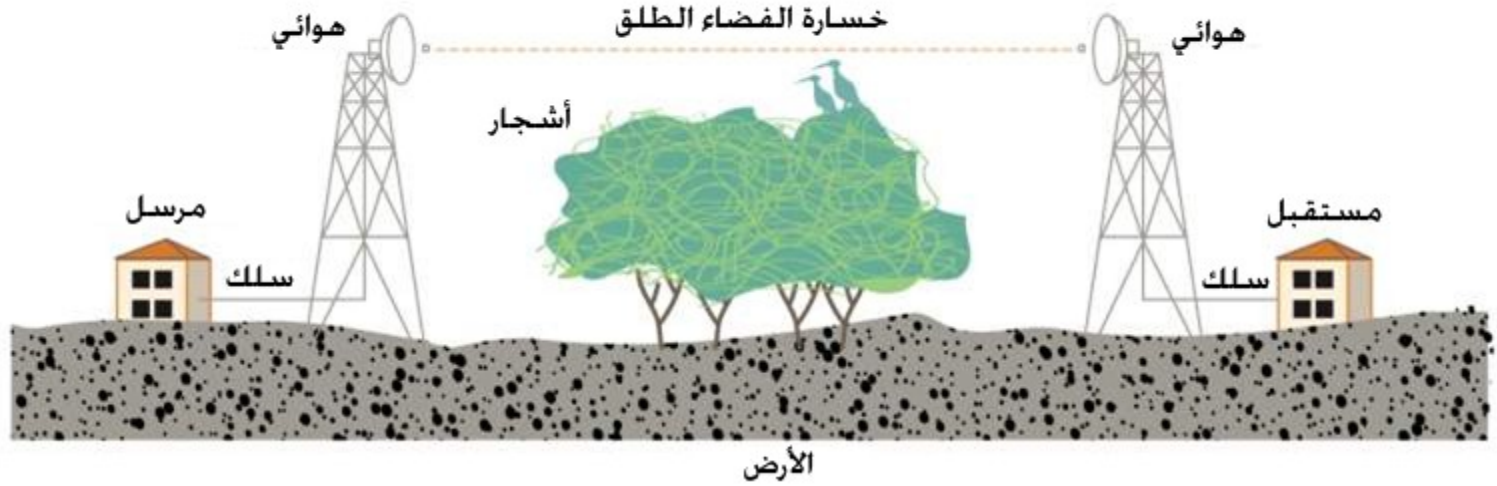
# الأهداف

- التركيز على شرح الخسائر والأرباح في معادلة ميزانية الوصلة
- التعريف بمجموعة من أنواع الهوائيات والأسلاك
- كيف تتخذ القرارات الصحيحة فيما يتعلق ب:
  - منطقة التخميد الأمثل
  - تخفيض التشويش
  - الإستثمار الأمثل لطيف الترددات

# المحتويات

- مراجعة ميزانية الوصلة
- مقدمة إلى الهوائيات
- أنواع الهوائيات
- الإستقطاب
- عزل الهوائيات والمجزئات ( كراسة للمتدرب فقط )
- الأسلاك والموصلات

# مراجعة ميزانية الوصلة



- تحتوي الوصلة اللاسلكية على عناصر فعالة Active عناصر خاملة Passive
- تعتبر الهوائيات والأسلاك عناصر خاملة

# مراجعة ميزانية الوصلة

## • العناصر الخاملة Passive

تمتص القدرة أو تقوم بتوجيه قدرة الإشارة الكهربائية (إشعاع)  
- لا تقدم أيّة طاقة تزيد عن تلك التي تستهلكها

## • ميزانية الوصلة

الهامش = قدرة الإرسال - **خسارة الأسلاك في جهة الإرسال** + ربح الهوائي  
في جهة الإرسال - **خسارة الفضاء المطلق** + ربح الهوائي في جهة  
الإستقبال - **خسارة الأسلاك في جهة الإستقبال** - حساسية الإستقبال

# تعريف الهوائي

- جهاز حامل يستخدم لتحويل الإشارة الراديوية RF التي تعبر النواقل إلى أمواج كهرومغناطيسية Electromagnetic Wave تنتقل في الفضاء الطلق
- جهاز حامل يقوم عبر تجميع الأمواج الكهرومغناطيسية من الفضاء الطلق وتحويلها إلى إشارات راديوية RF ضمن ناقلٍ ما

# رَبْحُ الْهَوَائِي

- تعتبر الهوائيات عناصر خاملة لا تقوم بتضخيم الإشارة الراديوية
- لا تقوم الهوائيات بمجرد توجيه الإشارة في اتجاه محدد
- يعتبر ربح الهوائي قيمة إيجابية لدى حساب ميزانية الوصلة

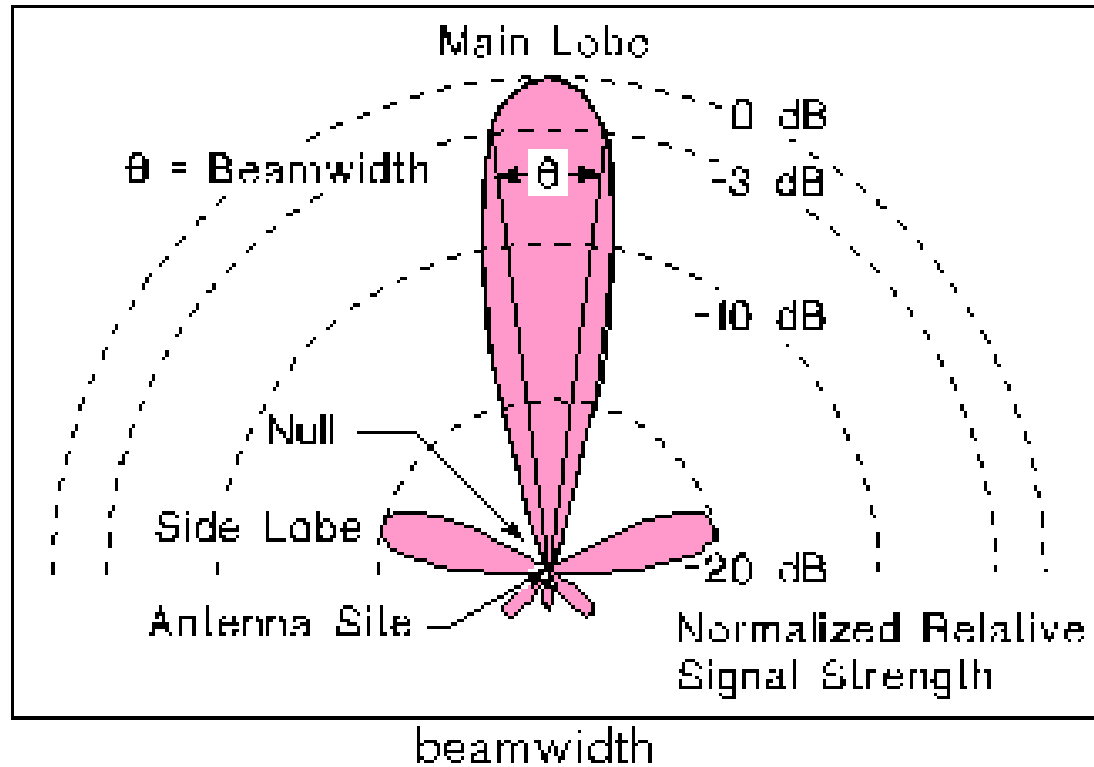
# ربح الهوائي

- يقارن القدرة التي يرسلها الهوائي في اتجاه محدد بقدرة الهوائي الأيزوتروبي Isotropic
- تقاس بالديسيبل الأيزوتروبي dBi
- الهوائي الأيزوتروبي
  - هوائي تخيلي يشع أو يستقبل الإشارة بشكل متساو في جميع الاتجاهات
  - مرجع نظري يستخدم أسلوب للتعبير عن الخصائص الإتجاهية للهوائيات الحقيقية

# نمط الإشعاع Radiation Pattern

- تمثيل بياني لشكل الإشعاع اللاسلكي
- يمثل الإتجاهات الي يعمل ضمنها هوائي بشكل أفضل (منطقة التخميد)
- عرض الإشعاع Beam width: المنطقة التي يتركز ضمنها 90% من القدرة

# نمط الإشعاع



المصدر: <http://www.its.bldrdoc.gov/projects/devglossary/images/beamwi4c.gif>

# نمط الإشعاع

- يجب تمثيل نمط الإشعاع بأشكال ثلاثية الأبعاد 3D
- غالباً ما يتم تمثيله بنماذج أبسط ثنائية الأبعاد: 2D x 2 (أفقية وشاقولية)
- محاور الشكل: الزوايا وقيمة الديسيبل المطبعة Normalized

# نمط الإشعاع

● مقياس الديسيبل المطبوع Normalized dB Scale:

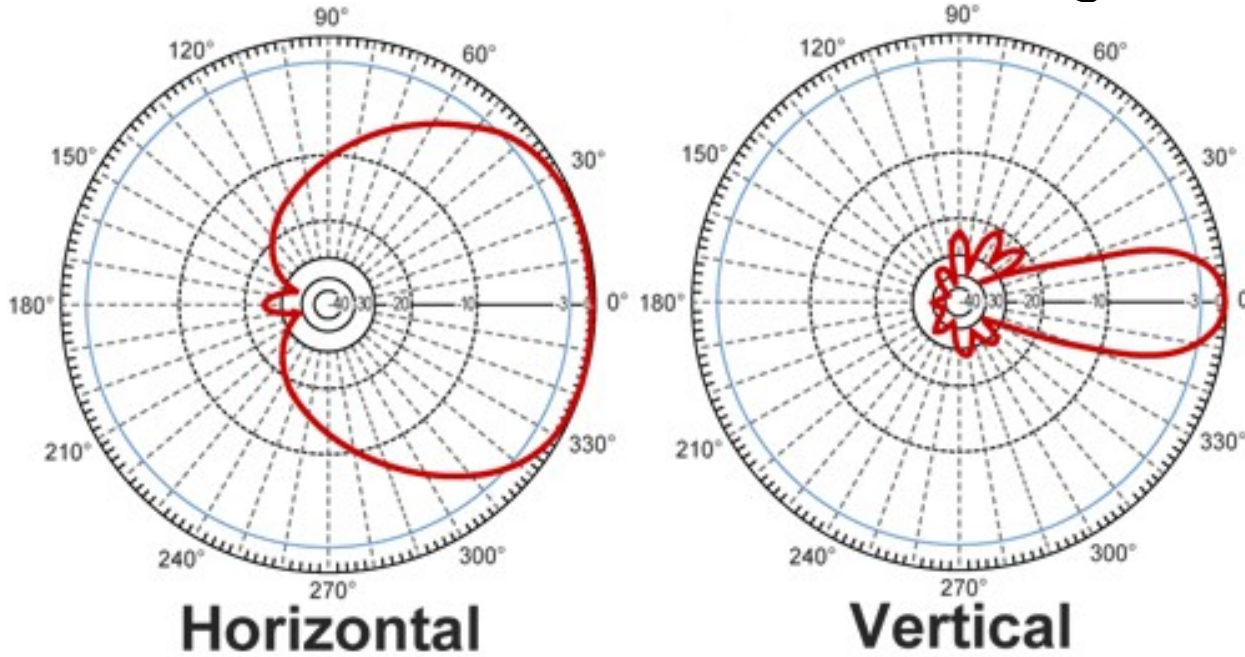
- 0dB : إتجاه الربح الأعظمي للهوائي

- 3-dB: الزاوية التي يعمل الهوائي ضمنها نصف قدرته 50%

- يعرف **Service Area** الإشعاع الموافق للقيمة 3 dB بمنطقة التخدم

# نمط الإشعاع

- نمط الإشعاع النموذجي لهوائي قطاعي
- يعادل عرض الإشعاع الأفقي الموافق للقيمة 3 ديسيبل 20 درجة والشافولي 90 درجة



# أنواع الهوائيات

تصنيف يعتمد على طبيعة الإستخدام:

• هوائيات نقطة الولوج أو التوزيع (مجمع)

- عرض إشعاع واسع

- تستخدم عادة لربط عدو وصلات تقع في مواقع مختلفة ضمن زاوية لسمت

Azimuth

# أنواع الهوائيات

تصنيف يعتمد على طبيعة الإستخدام:

## • الهوائيات الإتجاهية Directional Antennas

- عرض إشعاع ضيق

- تستخدم في مواقع الزبائن للوصلات من نقطة إلى عدة نقاط أو من نقطة إلى نقطة

# الهوائيات: نقطة الولوج

- توصل بنقطة الولوج التي تعمل كبوابة Gateway للعديد من زبائن الشبكة اللاسلكية
- منطقة التخدم:

- 360 درجة للهوائيات متعددة لإتجاهات Omnidirectional

- 30 - 120 درجة للهوائيات القطاعية Sectoral

# الهوائيات متعددة الإتجاهات Omnidirectional Antennas

• نمط إشعاع يغطي 360 درجة



- تكون عائدات استقطاب شاقولي للحقل الكهربائي E-Field
- تملك عادة ربحاً منخفضاً حوالي 3-7 ديسيبل أيزوتروبي (dBi)

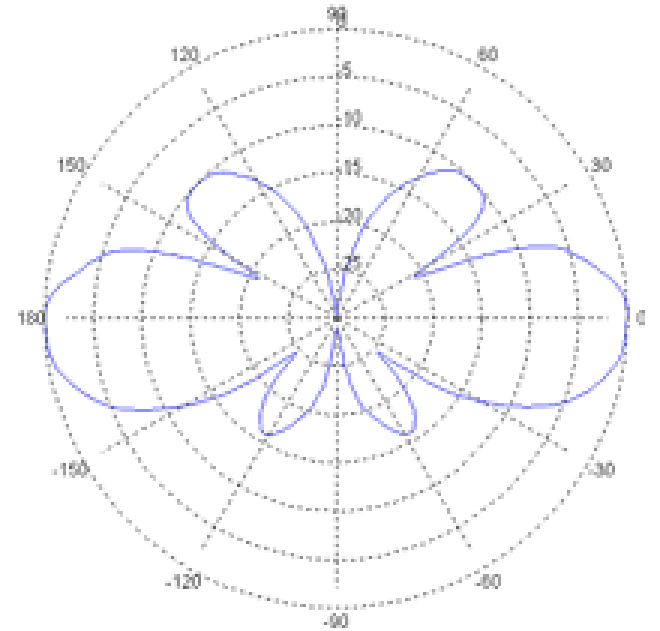
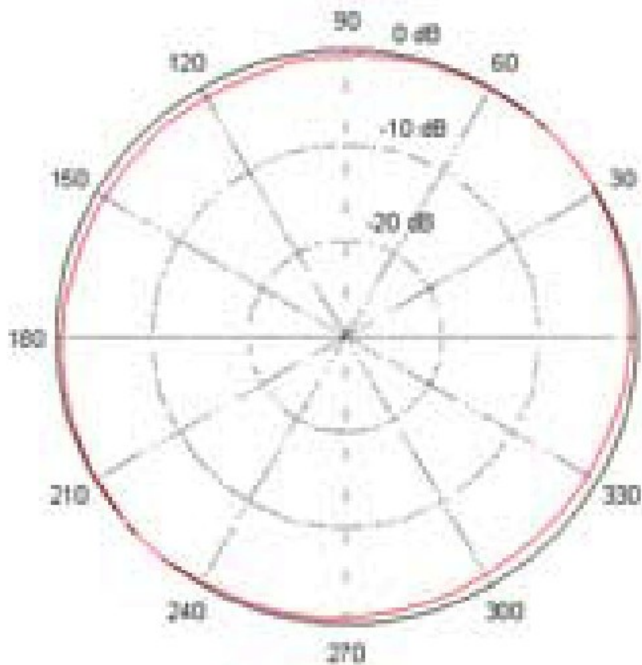
# الهوائيات متعددة الإتجاهات

## Omnidirectional Antennas

- تناسب مناطق التخديم الواسعة والتي تحتوي على وصلات لاسلكية قصيرة وفي المناطق ذات الوصلات القليلة
- تتم مشاركة القناة الراديوية بقدرتها الكاملة
- عليك توخي الحذر الشديد أثناء استخدام الهوائيات متعددة الإتجاهات
  - فكر بالمشاكل التي قنتحدث نتيجة النقاط الخفية
  - فكر بالمشاكل التي قنتحدث نتيجة التشويش

# الهوائيات متعددة الإتجاهات

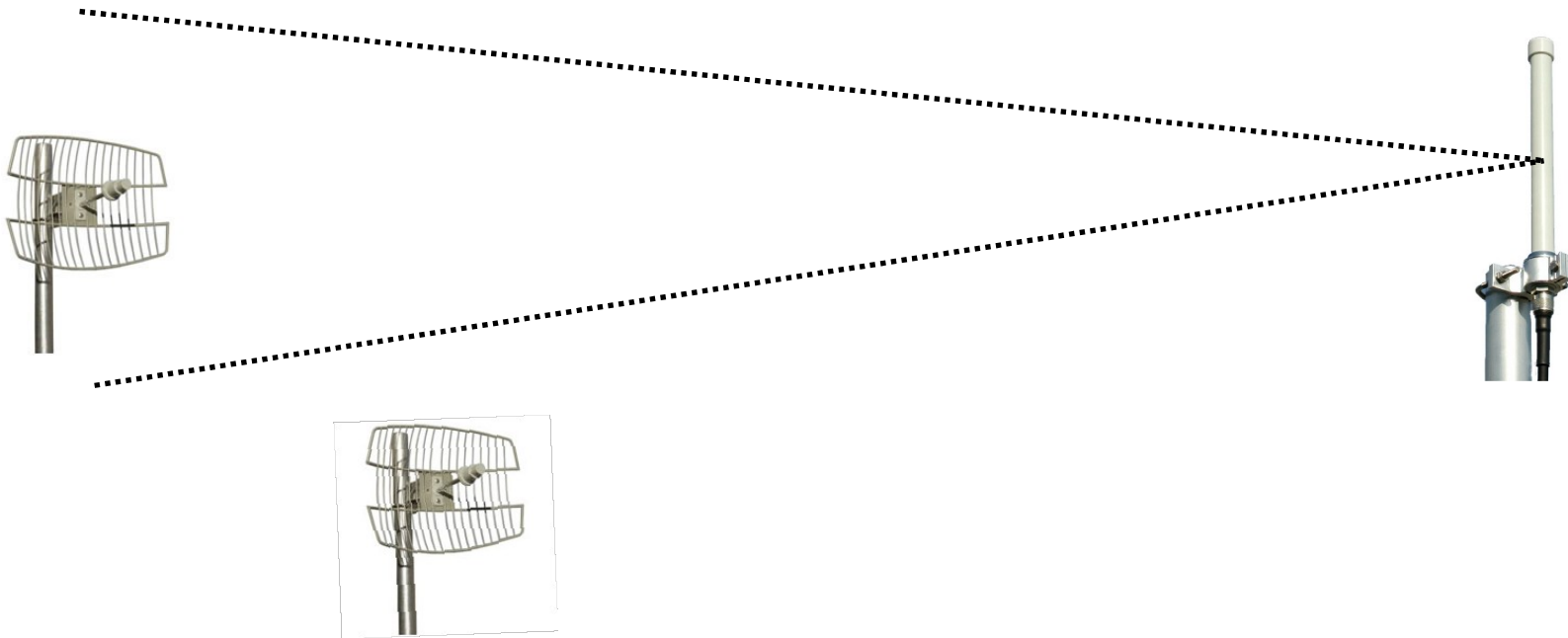
## Omnidirectional Antennas



# الهوائيات متعددة الإتجاهات

## Omnidirectional Antennas

- قد تواجه بعض المشاكل في النقاط القريبة جدًا من الهوائي أثناء محاولة توسيع منطقة الترخيم



# الهوائيات القطاعية

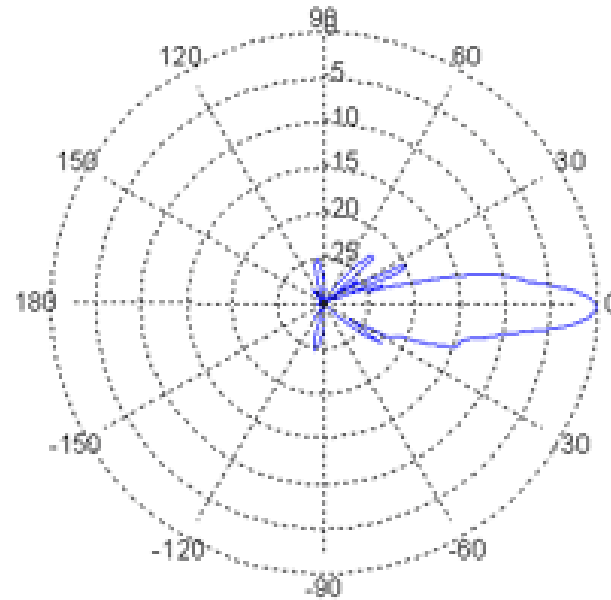
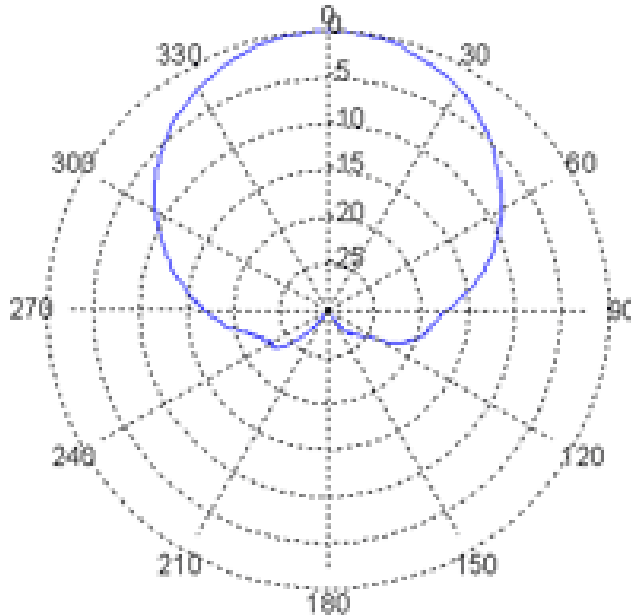
## Sectoral Antennas

- تستخدم في نقاط الولوج الهوائيات / المجمعات (التخديم الوصلات من نقطة إلى عدة نقاط Point-to-Multi-Point (PtMP))
- تكون عادة شاقولية الإستقطاب، لكن تتوفر بعض الأنواع ذات الإستقطاب الأفقي
- تملك عادة ربح يعادل 6dBi – 13

# الهوائيات القطاعية

## Sectoral Antennas

- ملائمة لتخدم مناطق واسعة تحتوي على كثافة كبيرة لوصلات اللاسلكية
- يتراوح عرض الإشعاع الأفقي ما بين 30 - 120 درجة



# الهوائيات القطاعية

## Sectoral Antennas

• يتطلب تركيب الهوائيات القطاعية ذات الريح المرتفع عناية خاصة فيما يتعلق بميلانها باتجاه الأسفل

• مثال هوائي من طراز  
AntennSpecialisten  
VP870/24 ذو ربح قدره 16.5  
dBi وزاوية تخديم تساوي 70  
درجة



# الهوائيات القطاعية

## Sectoral Antennas

- تتيجعض الهوائيات القطاعية إمكانية تعديل نمط الإشعاع عبر تعديل زوايا العاكس بشكل حرف V



# الهوائيات القطاعية

## Sectoral Antennas

- لماذا نحتاج لاستخدام الهوائيات القطاعية؟
  - لإتاحة استخدام عدتقاط ولوج على نفس البرج مملوؤدي إلى زيادة سعة نقا البيانات Bandwidth الكلية
  - لإتاحة عزل المناطق التي تحتوي على نسب تشويش مرتفعة
  - لإتاحة الفصل بين الوصلات القصيرة والطويلة (الثبات)

# الهوائيات الإتجاهية

## Directive Antennas

• هوائي ياغي الإتجاهي في موقع الزبون

- ياغي Yagi

- الهوائي القطعي Parabolic

- هوائي الصفيحة المنخفض المرتفع Patch Panel

• الوصلات بين نقطتين (PtP) إشعاع ضيق)

- ياغي Yagi

- الهوائي القطعي Parabolic

- هوائي دليل الموجة Wave Guide Antenna (أثري، يدعى أيضا هوائي

العلبة Cantenna)

# هوائي ياغي مركب ضمن علبة حماية Radome



- تسمح علبة الحماية Radome (Radar Dome) (مروور الإشارات الراديوية عبرها
- توفر حماية ميكانيكية
- هوائي ياغي باختصار:
- عنصر الإرسال: دايبول Dipole
- عناصر التوجيه: إتجاه الإرسال
- العواكس: إختيارية

# الهوائيات القطعية

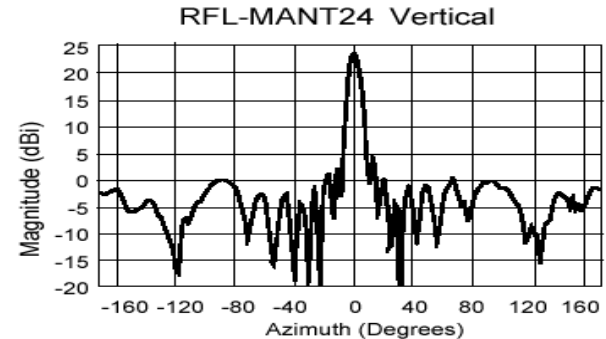
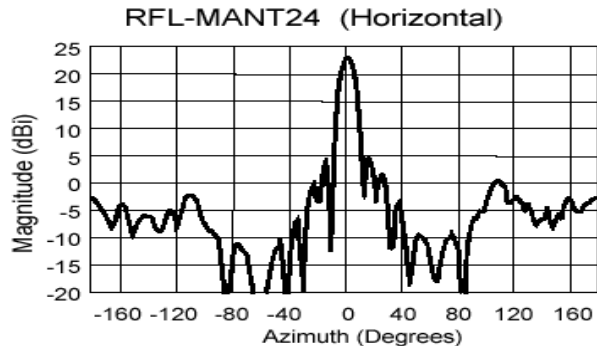
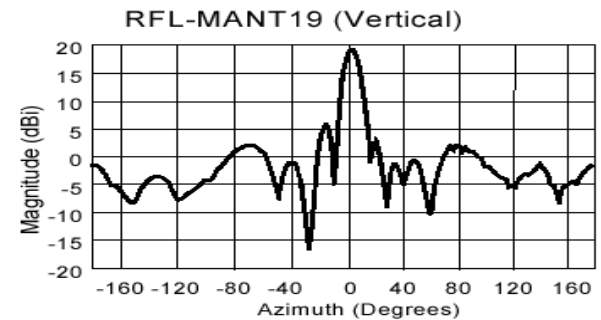
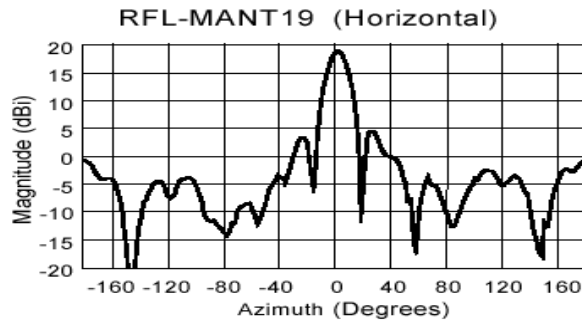
## Parabolic Antennas



- كلما ازداد حجم العاكس كلما ازداد الربح
- إشعاع ضيق
- فائق الحساسية للإضطرابات الفيزيائية والميكانيكية
- قديمك استقطاباً أفقياً و شاقولياً

# الهوائيات القطعية Parabolic Antennas

- الريح مقابل عرض الإشعاع: 19 dBi مقابل 24 dBi
- نمط إشعاع ديكارتي Cartesian Radiation Pattern



# أنواع أخرى من الهوائيات

- هوائيات الصفحة Patch/Microstrip
- هوائيات Biquad
- هوائيات دليل الموجة Wave Guide

# كيف تبني الهوائي الخاص بك؟

- يمكن تصنيع هوائيات جيدة وبكلفة منخفضة باستخدام بعض المواد الموجودة في المنزل
  - يمكن استخدام الأنابيب النحاسية لتصنيع هوائيات ياغي
  - يمكن تصنيع الهوائيات أيضاً باستخدام ألعاب المعدنية Tin cans
- تتوفر تعليمات التصنيع على الإنترنت وضمن دليل مخبر الراديو CTP عن الأسلاك والهوائيات (ISBN: 92095003-24-1)

# إستقطاب الهوائي

## Antenna Polarization

- تبني هوائيات الشبكات اللاسلكية للسماح للإشارة اللاسلكية بالانتشار ضمن مستويات أفقية و شاقولية
- يشير الإستقطاب إلى إتجاه الحقل الكهربائي للأمواج اللاسلكية
  - إذا كان الحقل الكهربائي E-Field أفقيًا يقال عن الهوائي أنه مستقطب أفقيًا
  - إذا كان الحقل الكهربائي E-Field شاقوليًا يقال عن الهوائي أنه مستقطب شاقوليًا

# إستقطاب الهوائي

## Antenna Polarization

- يستخدم لإستقطاب لـ :
  - زيادة عزل مصادر الإشارات غير المرغوبة وبالتالي تخفيض التشويش
  - تحديد مناطق تغطية مختلفة عبر إعادة إستخدام الترددات.

# إستقطاب الهوائي

## Antenna Polarization

- ينبغي أن تملك جميع الهوائيات المستخدمة في نفس الوصلة اللاسلكية نفس الإستقطاب
- تقاطع الإستقطاب **Cross Polarization**  
- قد تصل الخسارة الإضافية عندما يكون أحد الهوائيات ذو استقطاب شاقولي والآخر أفقي إلى 25 ديسيبل!

# إستقطاب الهوائي

## Antenna Polarization

- استخدام عددهوائيات قطعية على نفس الصارية
- تقاطع الإستقطاب Cross Polarization

المصدر: [www.radioscanner.ru](http://www.radioscanner.ru)



# الأسلاك والإشارات الراديوية RF

- تستخدم الأسلاك المحورية ذات الخسارة المنخفضة لتوصيل مرسل الشبكة اللاسلكية بالهوائي
- يتصرف السلك المحوري عند استخدامه كناقل للإشارة الراديوية RF كسلك عادي
- يتصرف السلك المحوري عند وجود الإشارة الراديوية RF كخط للإرسال Transmission Line - تخيل هوائياً إضافياً، إشعاع
- الممانعة **Impedance** هي مقياس لمقاومة التيار في ناقل معين

# الأسلاك والإشارات الراديوية RF

- تبقى الممانعة Impedance ثابتة عن نظر عن طول السلك
- ينبغي أن تمتلك جميع عناصر الدارة نفس قيمة الممانعة بغية الحصول على أقصى إنتقال للطاقة بين جهاز الإرسال والهوائي

# الأسلاك والإشارات الراديوية RF

- تبلغ قيمة الممانعة على الدوام في تجهيزات نقل البيانات بما فيها الشبكات اللاسلكية WiFi 50 أوم Ohm
- إذا قمنا بتركيب سلك ذو ممانعة تساوي 50 أوم فإن الإشارة (الراديوية) القدرة (تنعكس ثانية إلى جهاز الإرسال عوضاً عن انتقالها إلى الهوائي

# خسارة القدرة في الأسلاك

- يؤدي استخدام السلك المحوري بين جهاز الإرسال أو الإستقبال والهوائي إلى ضياع في قدرة الإشارة
- عند الإرسال تضعف الإشارة المرسلّة باتجاه الهوائي، كمتضعف أيضاً عند انتقالها من هوائي الإستقبال إلى جهاز الإستقبال
- تتراوح قيمة الخسارة بشكل عام في الأسلاك المصممة للإستخدام في الشبكات اللاسلكية WiFi من 0.07 وحتى 0.22 ديسيبل في المتر dB/m

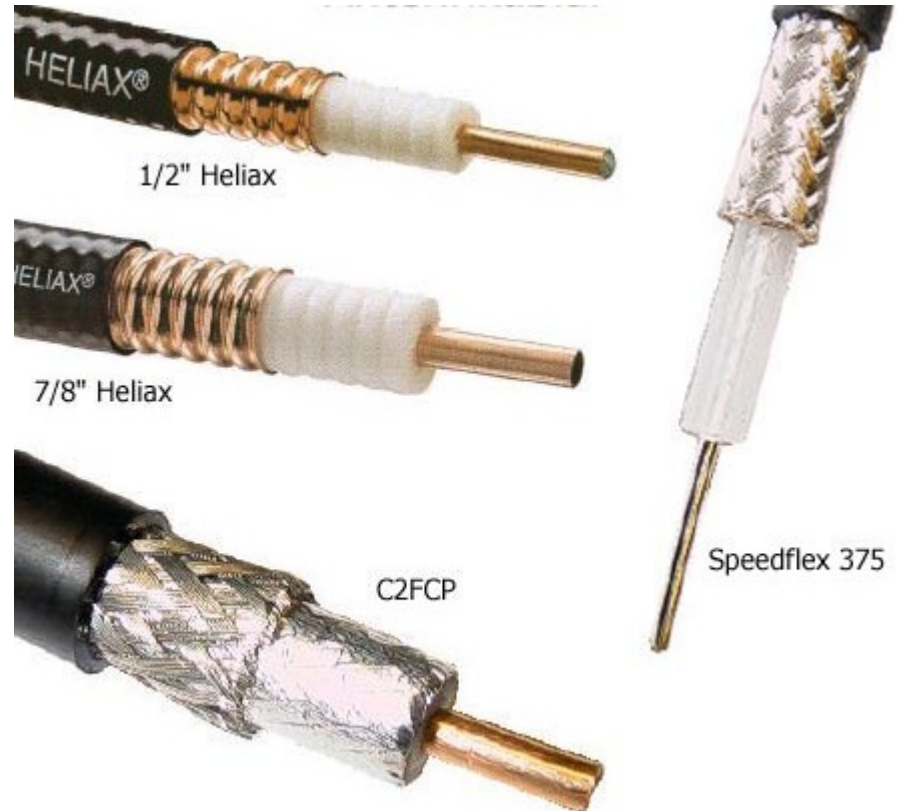
# خسارة القدرة في الأسلاك

بعض الأسلاك الشائعة:

LRM400/600 –

Helias –

Speedflex 375 –



# خسارة القدرة في الأسلاك

- عليك الإنتباه إلى العوامل التالية أثناء اختيار الأسلاك:
  - ما هو طول السلك الذي ستحتاجه؟
  - هل ستحتاج إلى ثني السلك بزوايا حادة؟
  - هل ستحتاج إلى نقل / شحن الأسلاك من خارج البلاد؟

# الموصلات Connectors

- طيف هائل من الأنواع والأشكال
- الموصل الجيد: 0.1 ديسيبل dB
- الموصل السيء: أكثر من 1 ديسيبل
- حاول دومًا الحصول على موصلات جيدة



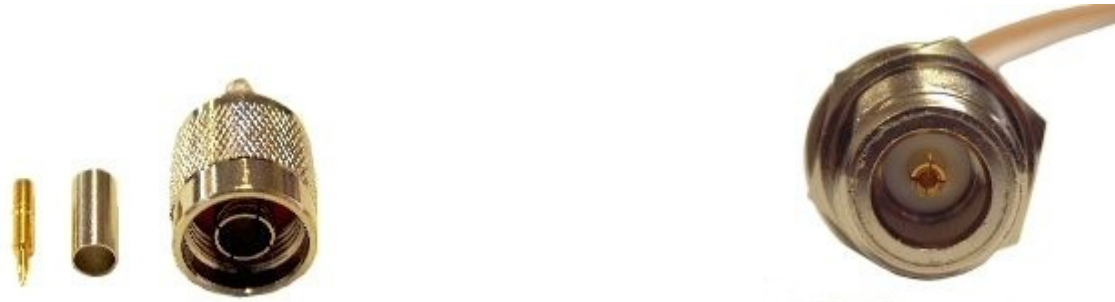
# الموصلات

## • قواعد أساسية

تمتلك الهوائيات عادة، بالإضافة إلى جميع العناصر الفعالة مثل أجهزة الإرسال موصلات سلبية Female Connectors

– تمتلك الأسلاك عادة موصلات إيجابية Male Connectors

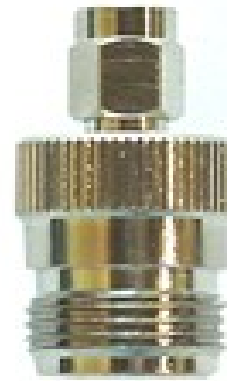
– يعتبر الموصل N-type male أو Navy الأكثر استخدامًا في الأسلاك الطويلة



# الضفيرة Pigtail / المحول Converter

- تستخدم الضفائر للمواءمة بين نوعين من الموصلات
- تعادل الخسار في الضفيرة 0.2 – 0.6 ديسيبل dB
- أسلاك قصيرة تصل
  - جهاز الإرسال / الإستقبال بالهوائي
  - جهاز الإرسال / الإستقبال بسلك طويل
- المحول Converter قطعة واحدة تحتوي على نوعين من الموصلات، تصل خسارة الإشارة ضمنها حتى: 0.1 – 0.2 ديسيبل dB

# الضفيرة Pigtail / المحول Converter



# الخلاصة: الهوائيات

## • الهوائيات:

- استخدم طيف الترددات بشكل فعال واتبع قوانين تنظيم القدرة
- ضرورة المواءمة بين تجهيزات الإرسال والإستقبال والهوائيات للحصول على القدر الكافي من الإشارة مع هامش بسيط لضمان عمل الوصلة
- قم بتحديد قطاعات تغطية نقاط الولوج وتوجيه الهوائيات لتلائم المنطقة التي ترغب بتغطيتها
- خطط للمدى البعيد واختر تجهيزات ذات مواصفات ميكانيكية جيدة

# الخلاصة: الأسلاك

## • الأسلاك:

- إعتن جيداً الأسلاك والموصلات كونهاتشكل على الدوام مصدراً محتملاً للمشاكل والأعطال
- تعتبر أسلاك نقل الإشارات اللاسلكية والموصلات بشكل خاص عناصر فائقة الدقة والحساسية
- لذلك تأكد من معرفة إلى مدى إمكانك ثني الأسلاك التي تختارها وحاذر أن تدوس على أي موصل!

# الخلاصة

تعتمد إمكانية اختيار الحلول المثلى على قدرتك على استيعاب أنماط الإشعاع وميزانيات الوصلات بالإضافة إلى نوع الخدمة التي ترغب بتقديمها.