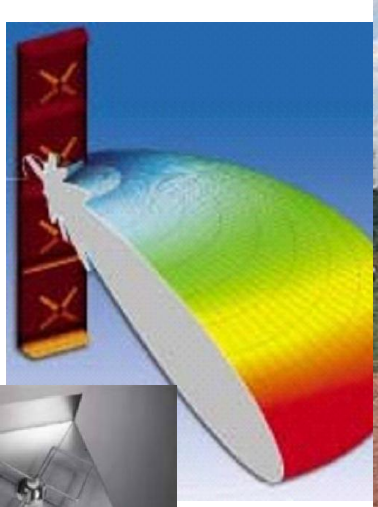
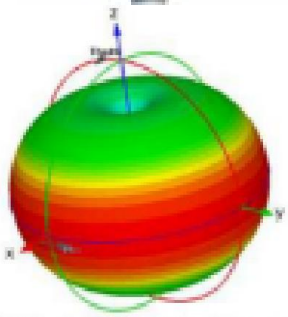
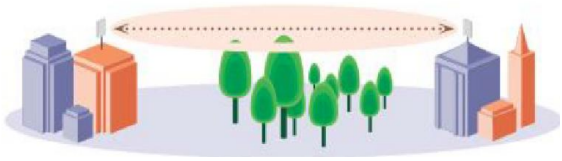
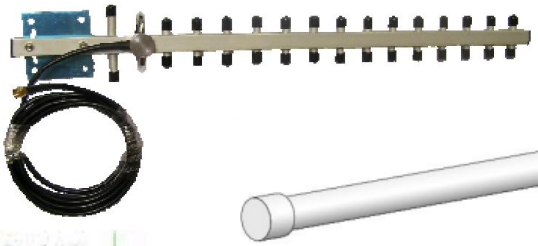
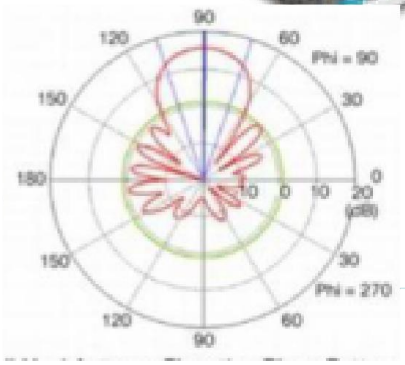
هوائيات الشبكات اللاسلكية











المهندس:
جميل حسين طويله

cwnp Official Study Guide

Certified Wireless Network Professional

Exam PW0-105

CWNA®

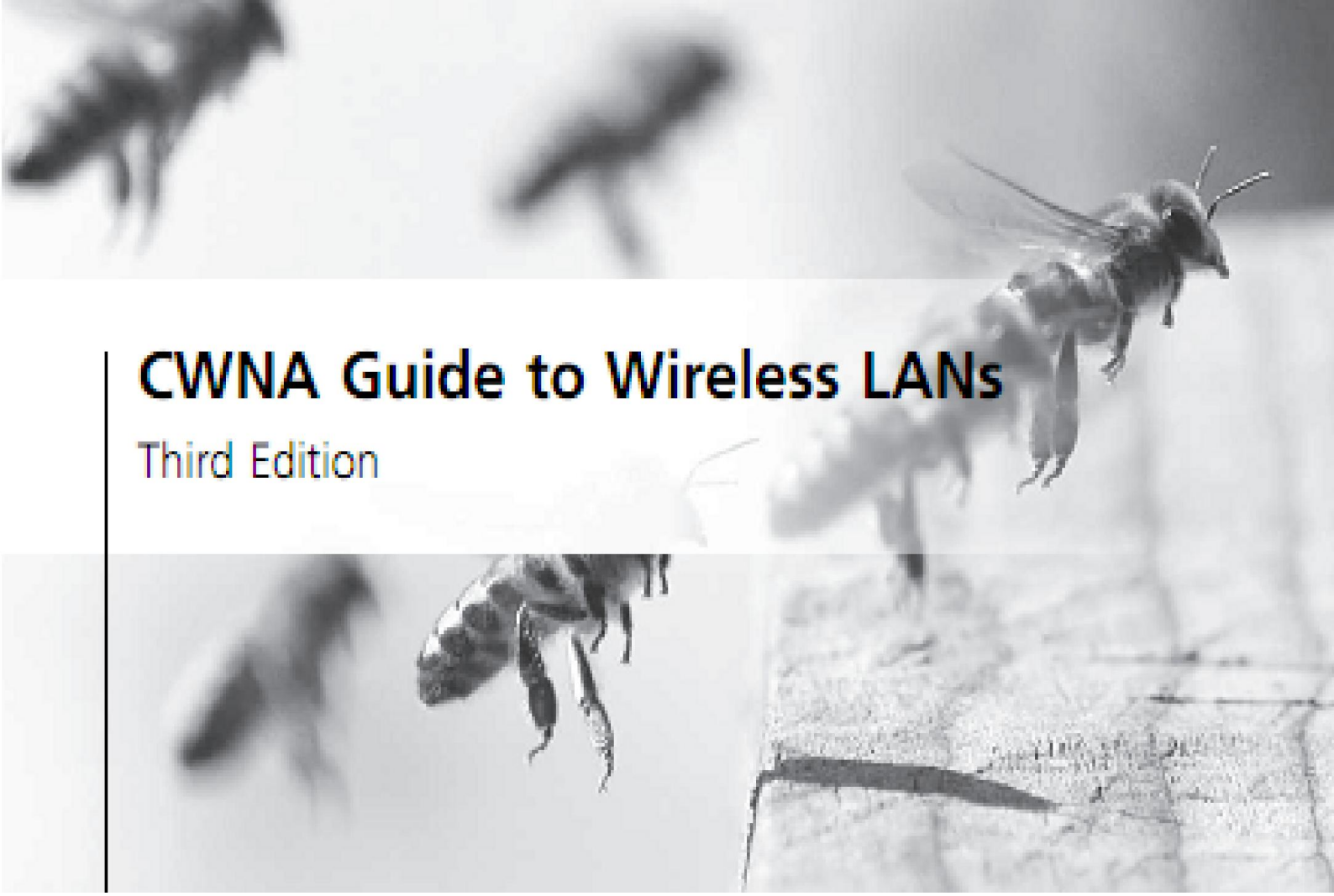
Certified Wireless Network Administrator

Official Study Guide

شهادة مدير شبكة لاسلكية

باللغة العربية

المهندس: جميل حسين طويله



جميل حسين طويله

إجازة في الهندسة الالكترونية قسم الاتصالات (جامعة حلب 2013)

Jameel Tawelh

BSc electronics and Communication Engineering (University of Aleppo 2013)

Dolphin-syria@hotmail.com

creative commons

يخضع هذا الكتاب لرخصة المشاع الابداعي Creative Commons النسبة للكاتب والمشاركة بالمثل ٣.٠ – Attribution-Share Alike 3.0، لك مطلق الحرية في نسخ، نشر، مشاركة وعمل نسخة مشتقة من الكتاب وذلك بموجب الشروط التالية

النسبة للكاتب – يجب عليك أن تنسب العمل بصفته الخاصة إلى المؤلّف أو المرخِّص.

المشاركة بالمثل – إذا غيرت في العمل أو حولته أو بنيت عليه نسخة مشتقة يجب عليك نشر العمل النهائي بنفس الرخصة.

- أي إعادة استخدام أو توزيع يجب عليك التأكد من توضيح الشروط الموضحة أعلاه.
- أي من هذه الشروط يمكن ألا يُعمل بها إذا حصلت على ترخيص من صاحب الملكية.
- أنت مرخص لك بالاستخدام وكافة الحقوق الأخرى التي لا تتعارض مع الشروط الموضحة أعلاه.

بسم الله الرحمن الرحيم

ما مكنني ربي فهو خير

للشبكات اللاسلكية مساهمة خاصة في تسهيل بناء مجتمع المعلومات والمعرفة التي تصبوا إليه جميع دول العالم حيث تقدم الشبكات اللاسلكية بديلاً أرخص ويمكن نشره بوقت أقل من الكبلات أو الألياف الضوئية أو بشكل مؤقت في بعض الأحيان وبذلك نستطيع تقليل الفجوات الرقمية بيننا وبين دول العالم المتقدم.

إن انتشار الشبكات اللاسلكية يسهل وصل المباني والدوائر الحكومية ويؤمن الولوج للشبكة و الوصول للانترنت في قاعات ومخابر الجامعات والكليات وتوصيل الانترنت للمناطق والقرى البعيدة دون الحاجة للبنية التحتية المعقدة من الكابلات

بعد أن قرأت كتاب ccna wireless باللغة العربية للمهندس نادر المنسي و كتاب الشبكات اللاسلكية في الدول النامية للمهندس محمد أنس طويلة زاد اهتمامي بمجال الشبكات اللاسلكية وبعد البحث عبر الانترنت وجدت أن أشهر وأقوى شهادة في الشبكات اللاسلكية هي شهادة CWNA المقدمة من شركة CWNP

و بعد دراستي لمنهج هذه الشهادة وعدم وجود مركز لتقديم الامتحان في بلدي سوريا وعدم قدرتي على السفر بسبب ظروف الحرب في بلدي قررت أن أترجم هذا المنهج للعربية ليكون كتاب مساعد في فهم الشبكات اللاسلكية يضاف للمكتبة العربية الضعيفة جداً في هذا المجال

ولمساعدة الطلاب الجدد والمهندسين الحديثي التخرج الذين لا يتقنون اللغة الانكليزية

منهج CWNA كُتب ليعلمك تقنية الشبكات اللاسلكية هذا الكتاب لا يساعدك لاجتياز الامتحان فحسب ولكنه يعلمك كيفية تصميم وتركيب وصيانة الشبكات اللاسلكية

طريقتي في الترجمة:

ترجمة حرفية لبعض الفقرات وترجمة حسب فهمي لفقرات أخرى ولكن بشكل عام لقد إلتزمت بأفكار المنهج الأصلي

سأقوم بنشر المنهج على شكل كتيبات كل كتيب يضم فصل أو أكثر إلى أن انتهي من ترجمة المنهج بشكل كامل ونشره بصورة نهائية على شكل كتاب يضم جميع الكتيبات

اسأل الله العظيم أن يكون هذا العمل صدقة جارية لأبي وأمي رحمها الله

المهندس: جميل حسين طويله

حلب 7/4/2014

About CWNP and CWNA:

CWNP: is an abbreviation for Certified Wireless Network Professional

CWNP طورت برنامج تعليمي وامتحانات لشهادات في شبكات الحاسب اللاسلكية

برنامج CWNP هو حيادي vendor-neutral program

CWNP تمنح شهادات في تقنية الشبكات اللاسلكية وليس في منتج شركة معينة

منهج هذه الشركة صمم لتفهم الشبكات اللاسلكية وليس لتعليم طريقة التعامل مع منتج محدد

إذا أردت تعلم قيادة سيارة فإنك تجلس في سيارة وتتدرب على القيادة

وعندما تريد أن تذكر ذلك أنت لا تقول لأحد أنك تعلمت قيادة سيارة فورد مثلاً

بل تقول أنك تعلمت القيادة بواسطة سيارة فورد

أنت ستتعلم تقنية الشبكات اللاسلكية لتصبح قادراً على التعامل مع أي منتج يتبع المعايير القياسية

هناك سبع شهادات في برنامج CWNP:

CWTS: Certified Wireless Technology Specialist

شهادة أخصائي الشبكات اللاسلكية وهي تعتبر مستوى ابتدائي غير ملزم وتستطيع أن تتخطاها للمستوى التالي وهي موجهة أساسا للأشخاص الذين لم يسبق لهم التعامل مع أي تكنولوجيا لاسلكية من قبل وهي تؤهلك لتكون مختص مبيعات بالشبكات اللاسلكية

CWNA: Certified Wireless Network Administrator

شهادة مدير الشبكات اللاسلكية وهي الشهادة الأشهر على مستوى العالم في الشبكات اللاسلكية ولم تنجح سيسكو حتى بعد أن أطلقت ccnp wireless بمناهجها الأربعة من أن تزيحها عن عرشها

فالشهادة بالإضافة إلى عراقتها فهي غير موجهة ولا مختصة في أجهزة شركة ما بل تعطيك كل ما يلزمك لإدارة شبكة لاسلكية بغض النظر عن الشركة المصنعة لهذه الأجهزة وهذا ما جعلها من أحد اكبر شهادات تكنولوجيا المعلومات انتشاراً وبنظرة سريعة عن إحصائيات رواتب العاملين في تكنولوجيا المعلومات تستطيع أن تعرف مكانة هذه الشهادة

قبل البدء بهذه المنهج يجب أن تكون على معرفة بأساسيات الشبكات مثل

OSI model, IP addressing, PC hardware, and network operating System

CWSP: Certified Wireless Security Professional

هذه الشهادة تركز على البرتوكولات المعيارية لحماية الشبكات اللاسلكية وعلى سياسة الحماية وعلى تصميم الشبكات اللاسلكية الآمنة

CWDP: Certified Wireless Design Professional

وهو مستوى احترافي في الشبكات اللاسلكية متعمق في تقنية الأمواج الراديوية وتطبيقاتها في الشبكات اللاسلكية

هذه الشهادة تحضر لمحترف شبكات لاسلكية قادر على التصميم الصحيح للشبكة لتطبيقات مختلفة وبالأداء الأمثل في البيئات المختلفة

CWAP: Certified Wireless Analysis Professional

وهو مستوى احترافي يعتمد على الفهم العميق لتقنية الأمواج الراديوية وتطبيقاتها في الشبكات اللاسلكية

هذه الشهادة تؤمن نظرة عميقة لتشغيل الشبكة اللاسلكية

وتجهز محترف شبكات لاسلكية قادر على فهم بكيتات الشبكة اللاسلكية وتحليل الطيف

CWNE: Certified Wireless Network Expert

هي أعلى مستوى في برنامج CWNP وتعتبر الحزام الأسود في الشبكات اللاسلكية

CWNT: Certified Wireless Network Trainer

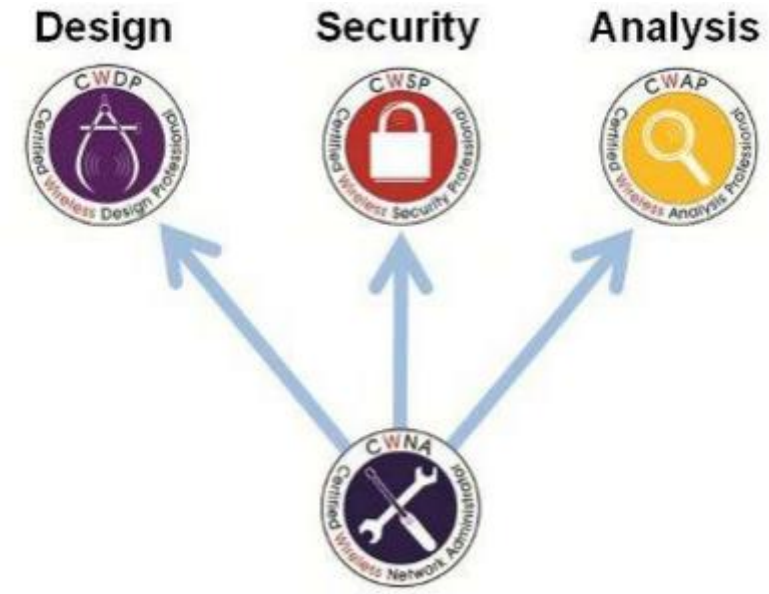
هي شهادة مدرب لمنهج CWNP ويوجد عدة شروط يجب أن تحققها قبل حصولك على هذه الشهادة

How to Become a CWNA

The information for the exam is as follows:

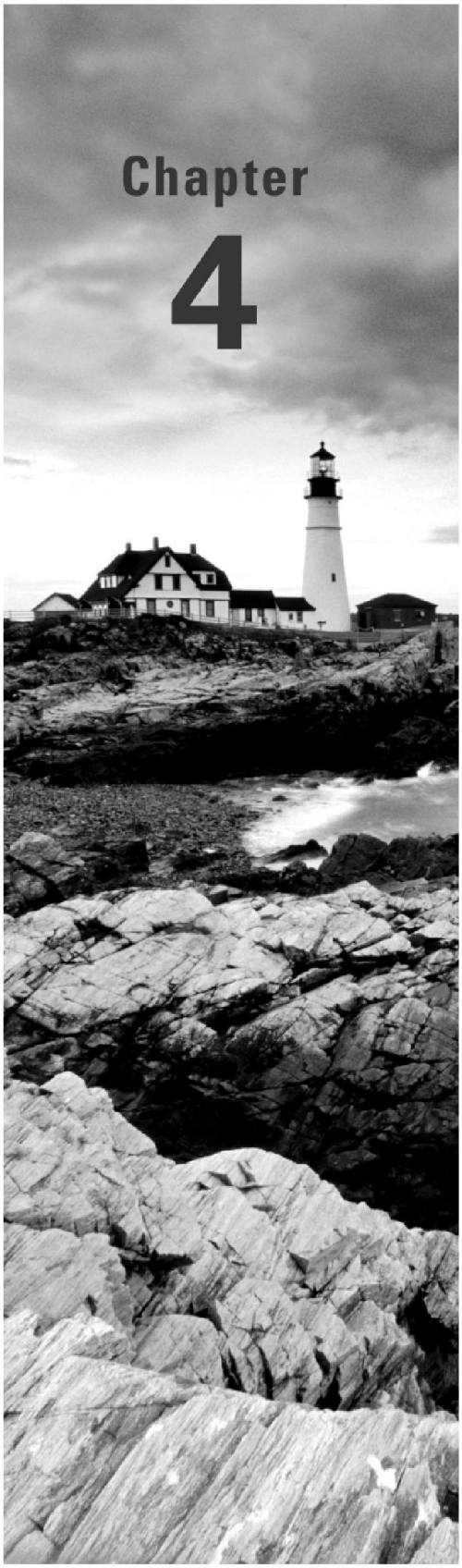
- **Exam name:** Wireless LAN Administrator
- **Exam number:** PW0-105
- **Cost:** $175 (in U.S. dollars)
- **Duration:** 90 minutes
- **Questions:** 60
- **Passing score:** 70 percent (80 percent for instructors)
- **Available languages:** English
- **Availability:** Register at Pearson VUE (www.vue.com/cwnp)

بعد نجاحك في CWNA أنت أمام ثلاث مسارات CWSP,CWAP and CWDP



Exam Objectives

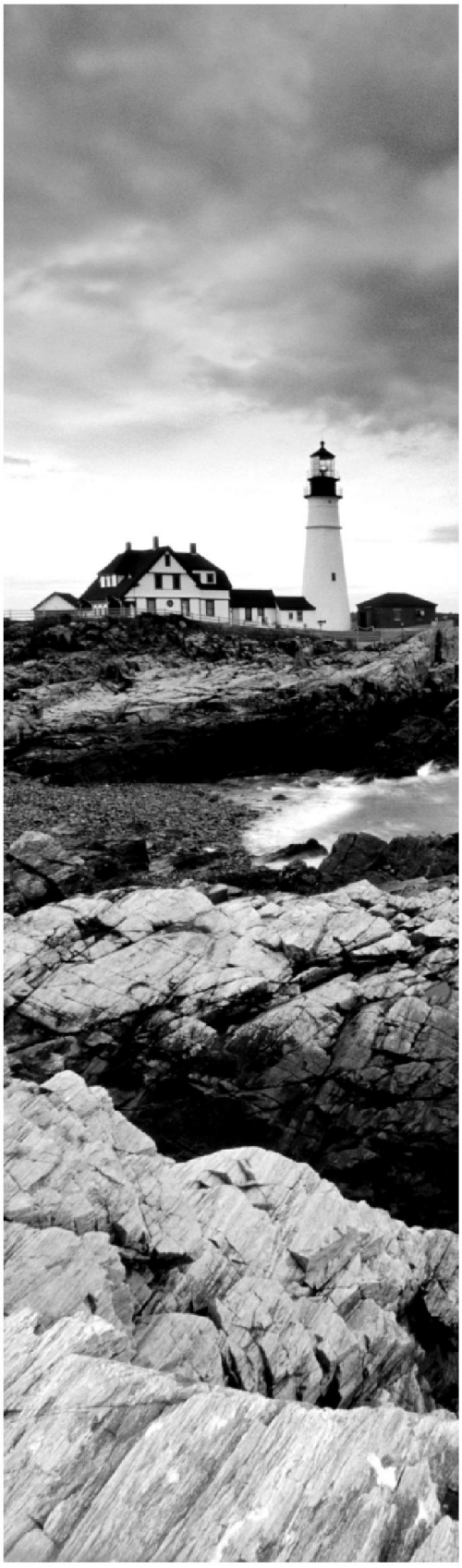
Subject Area	% of Exam
Radio frequency (RF) technologies	21%
802.11 regulations and standards	17%
802.11 protocols and devices	17%
802.11 network implementation	20%
802.11 network security	10%
802.11 RF site surveying	15%
Total	**100%**



Radio Frequency Signal and Antenna Concepts

IN THIS CHAPTER, YOU WILL LEARN ABOUT THE FOLLOWING:

- ✓ **Active and passive gain**
- ✓ **Azimuth and elevation charts (antenna radiation envelopes)**
- ✓ **Interpreting polar charts**
- ✓ **Beamwidth**
- ✓ **Antenna types**
  - Omnidirectional antennas
  - Semidirectional antennas
  - Highly directional antennas
  - Sector antennas
  - Antenna arrays
  - Static Beamforming
  - Dynamic Beamforming
  - Transmit Beamforming
- ✓ **Visual line of sight**
- ✓ **RF line of sight**
- ✓ **Fresnel zone**
- ✓ **Earth bulge**
- ✓ **Antenna polarization**
- ✓ **Antenna diversity**
- ✓ **Multiple-input multiple-output (MIMO)**



- MIMO antennas
- Indoor MIMO antennas
- Outdoor MIMO antennas

✓ **Antenna connection and installation**

- Voltage standing wave ratio (VSWR)
- Signal loss
- Antenna mounting
- Placement
- Outdoor mounting considerations
- Indoor mounting considerations
- Appropriate Use and Environment
- Ingress Protection Rating
- NEMA Enclosure Rating
- ATEX Directive
- National Electrical Code (NEC)
- Orientation and Alignment
- Safety
- Maintenance

✓ **Antenna accessories**

- Cables
- Connectors
- Splitters
- Amplifiers
- Attenuators
- Lightning arrestors
- Grounding rods and wires

لتتمكن من أجراء الاتصال الاسلكي بين جهازين يجب أن تشع الإشارة الراديوية من هوائي بطاقة كافية ليتمكن المستقبل من فهم هذه الإشارة
تركيب الهوائي يمكن أن يكون ببساطة بوصل الهوائي مع الأكسس بوينت في منتصف مكتب صغير لتامين تغطية لكل الشركة أو يمكن أن يكون معقد وذلك باستخدام هوائي موجه
بفهمك الجيد للهوائيات وكيفية عملها ستتمكن من تحديد نوع الهوائي ومكان تركيبه لتؤمن التغطية المرغوبة
هذا الفصل يركز على أنواع وتصنيفات الهوائيات
اختيار وتركيب الهوائي مثل اختيار وتركيب إنارة المنزل ،عندما تريد تركيب أضواء في المنزل فإنك تختار نوع المصابح ومكان تركيبها لتؤمن الإنارة المرغوبة
نفس المبدأ في اختيار نوع ومكان تركيب الهوائي
في هذا الفصل سوف تتعلم كل العناصر اللازمة للتركيب الصحيح للهوائي
ستتعلم كيفية تركيب الهوائيات لوصلة point-to-point لوصل مبنيين متباعدين
وستتعلم كيفية تركيب هوائي لتأمين تغطية عبر أو داخل مبنى

Azimuth and Elevation Charts (Antenna Radiation Envelopes):

مخططات السمت والارتفاع غلاف إشعاع الهوائي:

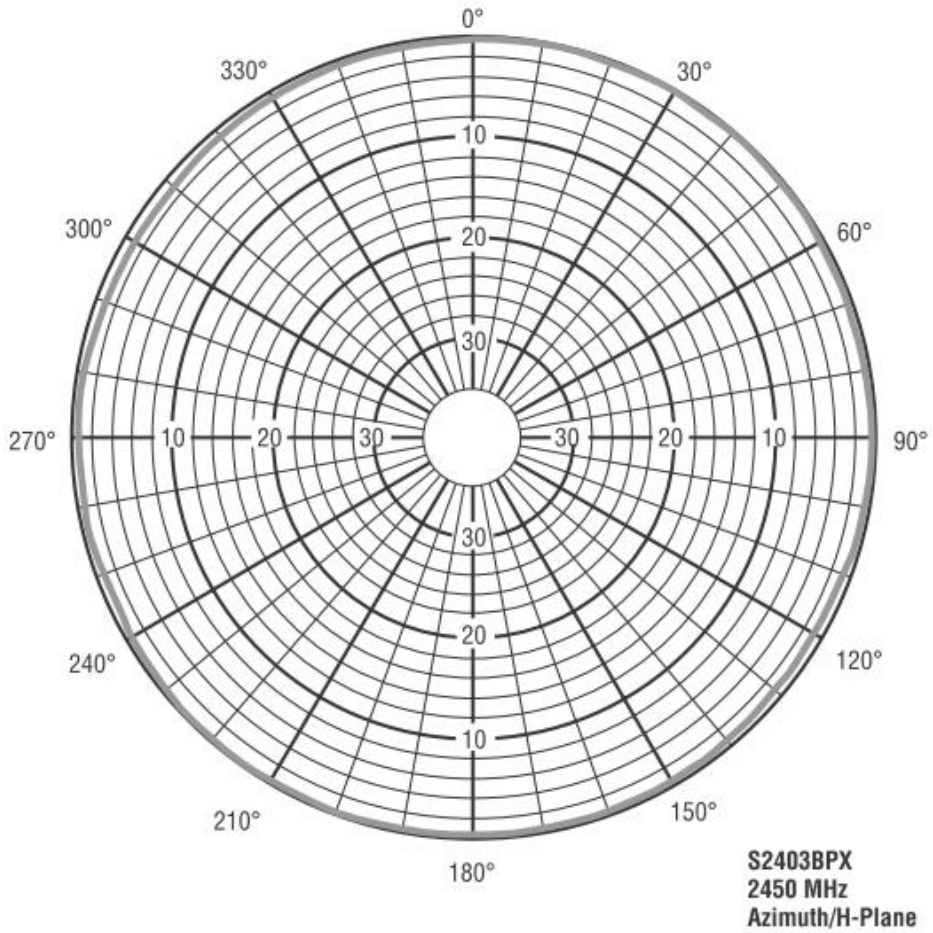
هناك العديد من أنواع الهوائيات المصممة لأغراض مختلفة كما انه يوجد أنواع مختلفة للمصابيح الإنارة ،من السهل المقارنة بين مصباحين وذلك بتشغيلهم ورؤية الضوء الصادر عن كل منهما لسوء الحظ هذا غير ممكن لمقارنة الهوائيات
عملياً يجب أن تمشي حول الهوائي وأنت تحمل جهاز قياس راديوي و تأخذ عدة قراءت للإشارة ثم ترسم مخطط بالاعتماد على هذه القياسات ، هذه العملية تأخذ وقت طويل والنتيجة يمكن أن تكون مشوهه بسبب مؤثرات خارجية على الإشارة الراديوية كوجود إشارات راديوية أخرى في نفس المنطقة
مصنعوا الهوائيات اوجدوا مخطط السمت azimuth charts ومخطط الارتفاع elevation chart
غالبا ما يعرفا بنمط الإشعاع radiation patterns
هذه المخططات تنتج في بيئة مخصصة لا تسبب تشوه للإشارة
هذه المخططات تعرف بالمخططات القطبية polar charts
أو غلاف إشعاع الهوائي antenna radiation envelopes
مخطط السمت azimuth chart, labeled H-plane يظهر نظره من الأعلى للأسفل على نمط الإشعاع
لهوائي غير موجه مخطط السمت هو عبارة عن شكل دائري

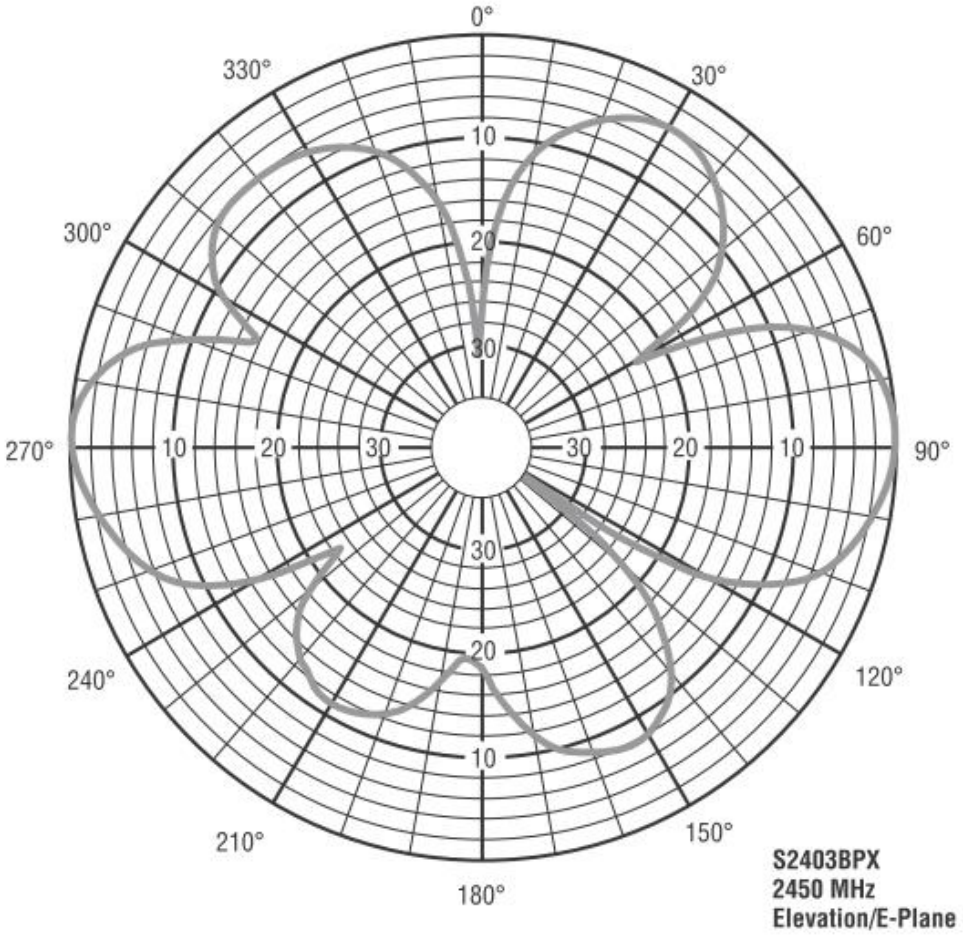
مخطط الارتفاع elevation chart, labeled E-plane يظهر نظرة جانبية على نمط الإشعاع

- In either chart, the antenna is placed at the middle of the chart.
- Azimuth chart = H-plane = top-down view
- Elevation chart = E-plane = side view

الحلقة الخارجية للمخطط عادتاً تمثل الإشارة الأقوى للهوائي
المخطط لا يمثل المسافة أو أي مستوى من الطاقة أو الشدة هو يمثل فقط علاقة الطاقة بين نقطتين مختلفتين على المخطط
المخطط التالي هو لهوائي غير موجه omnidirectional antenna

FIGURE 4.1 Azimuth and elevation charts





Interpreting Polar Charts:

تفسير المخططات القطبية:

كما ذكرنا أن azimuth (H-plane) and elevation (E-plane) charts غالباً ما يشار إليها بمخططات قطبية ،هذه المخططات غالبا ما يساء فهمها أو تقرأ بشكل خاطئ
أكبر سبب للتفسير الخاطئ لهذه المخططات هو أن المخططات تمثل بالديسيبل كتخطيط لتغطية الهوائي ،هذا التخطيط بالديسيبل يمثل نمط الإشعاع للهوائي ولكنه يستخدم المقياس اللوغاريتمي بدلاً من استخدام مقياس خطي
تذكر أن المقياس اللوغاريتمي هو مقياس متغير يعتمد على التابع الأسي
لذلك المخطط القطبي يمثل باستخدام مقياس متغير

Beamwidth:

عرض الحزمة:

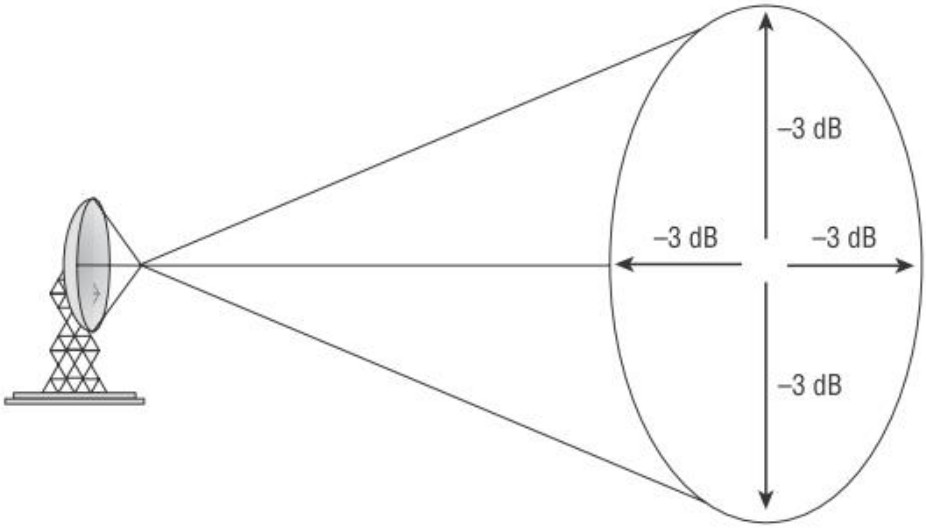
العديد من المصابيح اليدوية لها إمكانية إضافة عدسات لتركيز الضوء
وكذلك الهوائيات لها القدرة على تركيز الطاقة لتشعها في جهة معينة
عرض الحزمة: هو قياس لعرض أو ضيق الإشعاع المركز الصادر عن الهوائي ويقاس إما أفقياً أو شاقولياً

عادتاً يتم القياس في نقطة التي تنقص الإشارة عندها بمقدار 3 dB- وتسمى half-power points

المسافة بين نقطيتي نصف الطاقة أفقياً أو عامودياً تقاس بالدرجات

عندا شرائك هوائي يجب أن تنظر إلى النشرة المرافقة له لتعرف قيمة عرض الحزمة أفقياً و عامودياً

FIGURE 4.5 Antenna beamwidth



لحساب عرض الحزمة:

١- أولاً حدد مقياس المخطط القطبي

في هذا المخطط تستطيع أن ترى دوائر تمثل 30-,20-,10-

ودوائر منقطة لتمثل 5- dB, 15- dB, 25- dB

٢- لتحديد عرض حزمة لهذا الهوائي أولا حدد موقع النقطة على المخطط التي عندها تكون إشارة الهوائي أقوى ما يمكن

في هذا المثال النقطة المشار إليها ب ١ هي أقوى ما يمكن

٣- تحرك على طول نمط إشعاع الهوائي من قمة الإشارة (المشار إليها بالرقم ٢) والى أن تصل إلى النقطة 3 dB المشار إليها بالشكل بالرقم ٣

٤- ارسم خط يصل بين نقطتي ال 3 dB مع منتصف المخطط القطبي

٥- قس المسافة بالدرجات بين هذين الخطين

في هذا المثال عرض الحزمة تقريبا 28 degrees

بالرغم من أن معظم الإشارة الراديوية المولدة تركز في عرض الحزمة ولكن هناك كمية لا يستهان بها تبقى تشع خارج عرض الحزمة

تعرف بالفصوص الجانبية أو الفصوص الخلفية للهوائي side or rear lobes

عند تركيبك لوصلة point –to- point تأكد من انك وضعت الهوائيين بجهة الفص الأساسي وليس بجهة الفص الخلفي

Beamwidth calculation

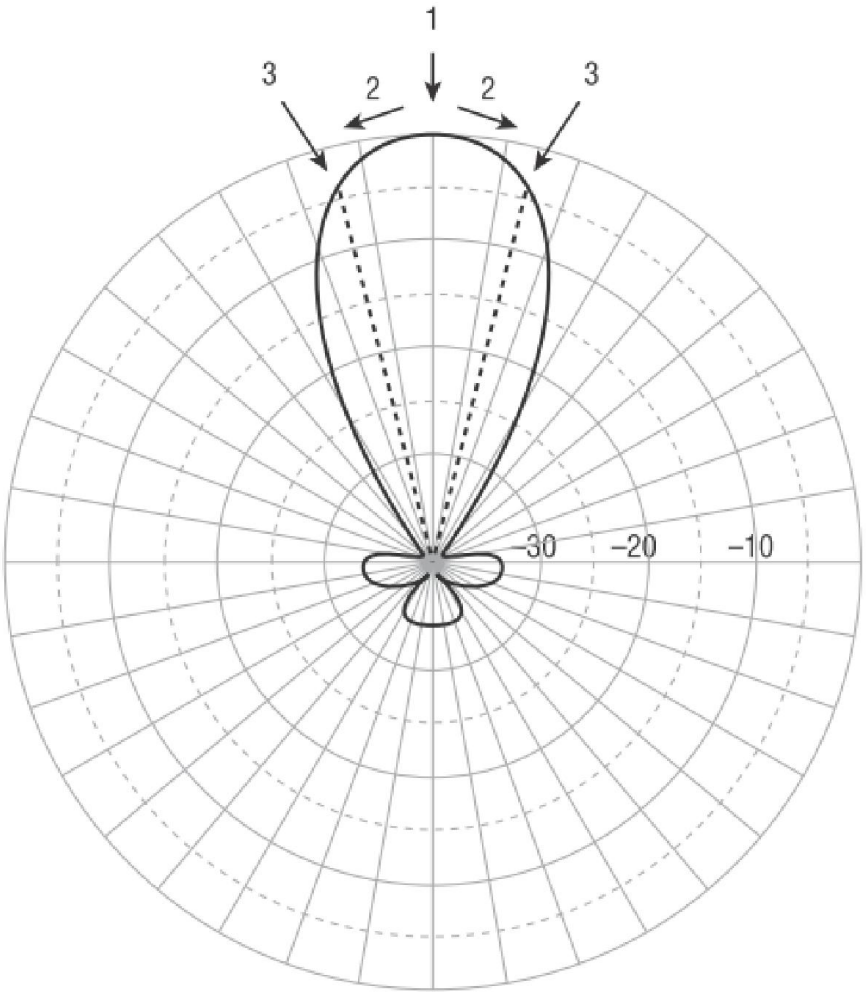


Table 4.1 provides reference information that will be useful as you learn about various types of antennas in this chapter.

TABLE 4.1 Antenna beamwidth

Antenna types	Horizontal beamwidth (in degrees)	Vertical beamwidth (in degrees)
Omnidirectional	360	7 to 80
Patch/panel	30 to 180	6 to 90
Yagi	30 to 78	14 to 64
Sector	60 to 180	7 to 17
Parabolic dish	4 to 25	4 to 21

Antenna Types:

أنواع الهوائيات:

هناك ثلاث تصنيفات رئيسية للهوائيات

- Omnidirectional جميع الجهات أو غير موجه: يشع الإشارات الراديوية في كل الاتجاهات وهو مصمم ليؤمن تغطية في كل الجهات

- Semidirectional موجه بشكل جزئي: يشع الأمواج الراديوية في زاوية معينة ويؤمن تغطية لمنطقة بجهة معينة

مثل الهوائيات المستخدمة في أبراج اتصالات الموبايل

يتم استخدام ثلاث هوائيات قطاعية كل هوائي يؤمن تغطية لزاوية 120 degree

- Highly directional التوجيه العالي: يستخدم لتركيز الإشعاع بزاوية صغيرة ليصل لمسافة أبعد

بالإضافة إلى أن الهوائي يشع ويركز الإشعاع في عملية الإرسال فهو يركز الإشارة ويستقبلها الهوائي يضخم الإشارة في الإرسال والاستقبال

Omnidirectional Antennas

الهوائيات المتعددة الجهات:

تشع الإشارة الراديوية في كل الاتجاهات و هوائي الدايبول المطاطي الصغير rubber dipole المسمى rubber duck antenna هو مثال على الهوائي الغير موجه وهو الهوائي الافتراضي لمعظم الأكسس بوينت

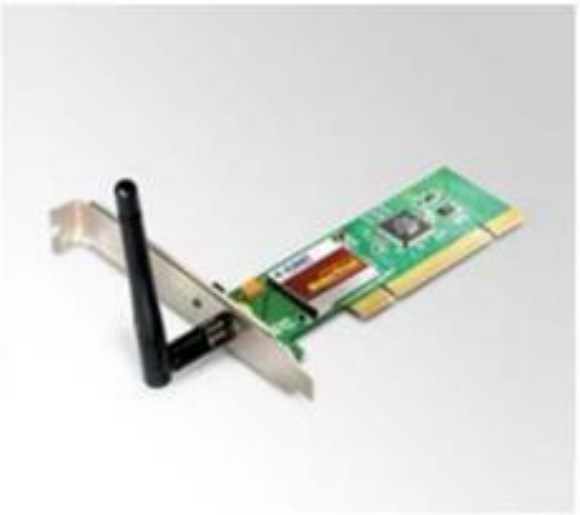
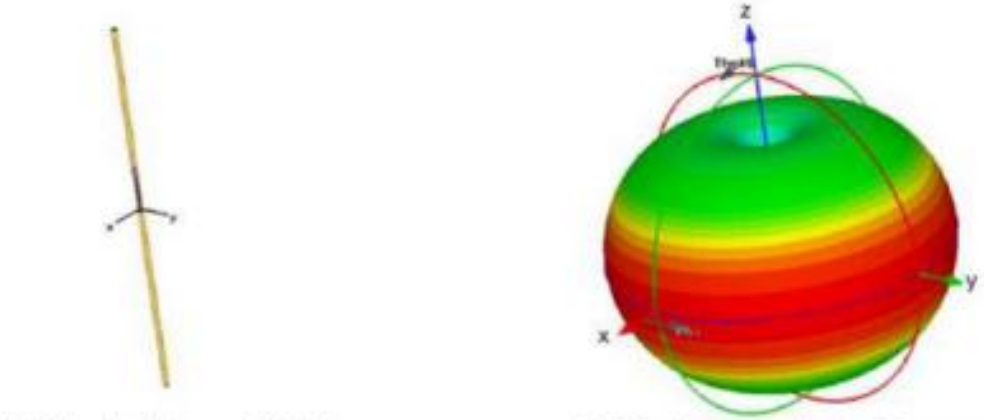


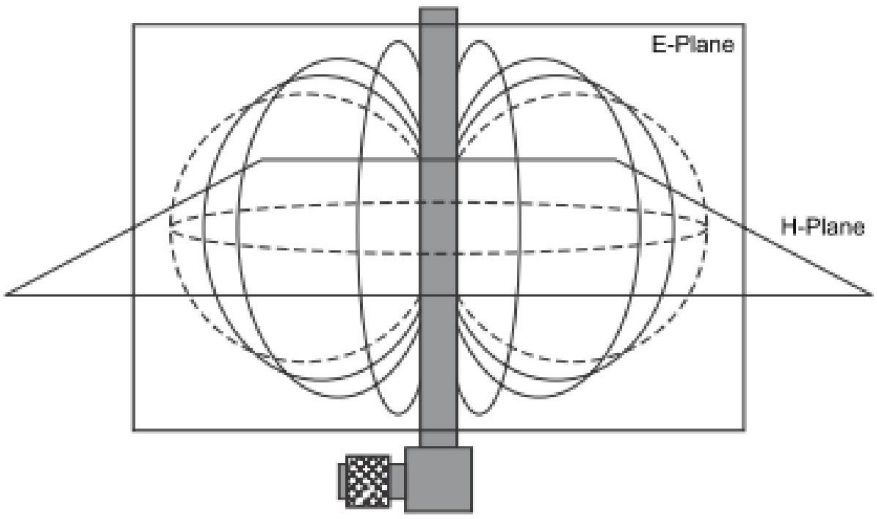
Figure 5-6 *2.14-dBi Dipole Antenna (Rubber Duck)*

الهوائي الغير موجه المثالي يمكن أن يشع الأمواج الراديوية بشكل ايزوتروبي
أقرب شي للإشعاع الايزوتروبي هو إشعاع هوائي الدايبول
أسهل طريقة لشرح نمط الإشعاع ارفع إصبعك في الهواء (إصبعك يمثل الهوائي الدايبول)
وضع كعكة حولها (الكعكة تمثل الإشارات الراديوية)

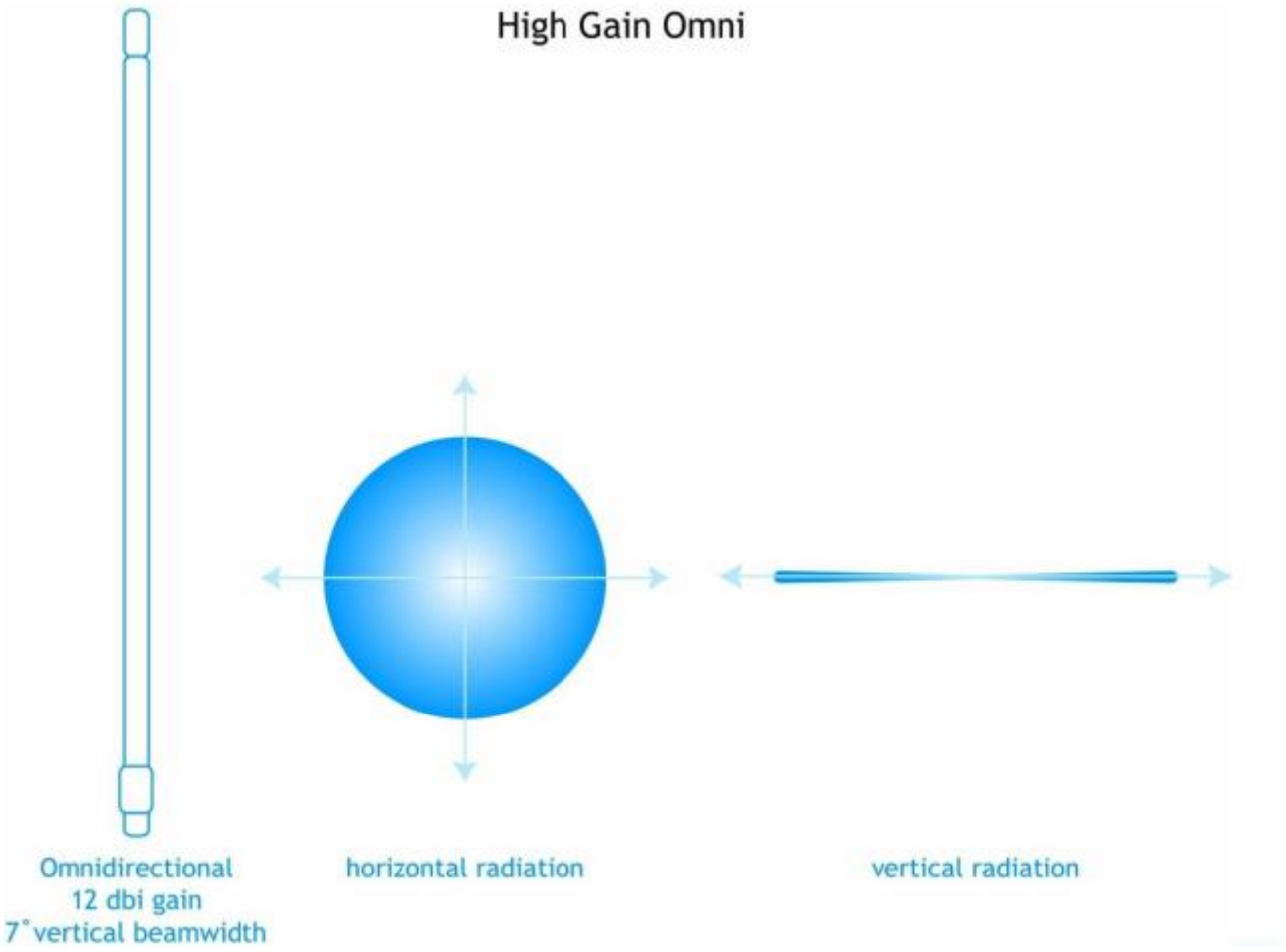


(a) Dipole Antenna Model (b) Dipole 3D Radiation Pattern

إذا قطعة الكعكة بشكل أفقي تحصل على azimuth chart, or H-plane
وإذا قطعة كعكة أخرى بشكل عامودي تحصل على elevation, or E-plane



عند زيادة الربح في الهوائيات الغير موجه فان الإشارة العمودية تنقص والطاقة الأفقية تزداد



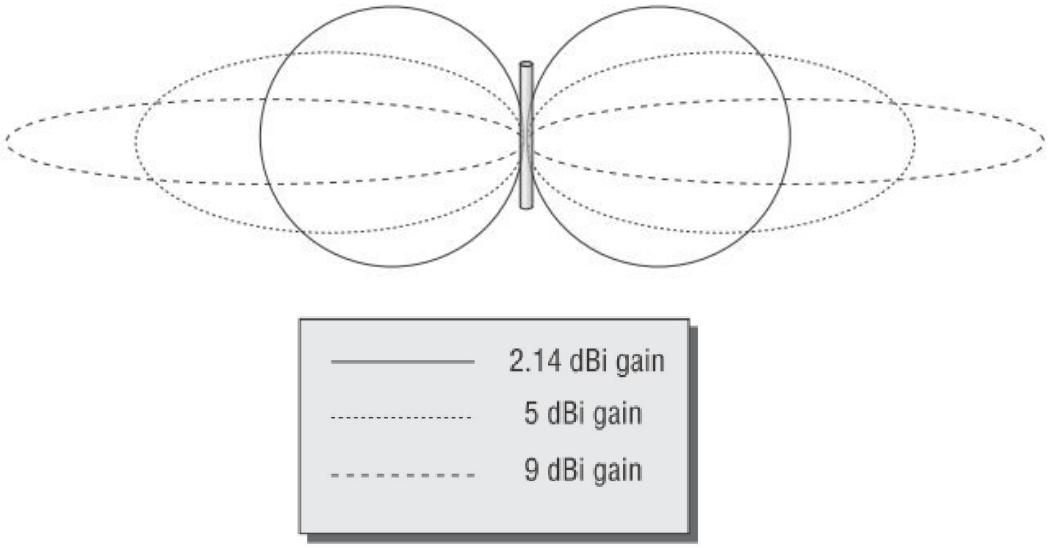
الشكل التالي يظهر مقطع علوي لهوائي دايبول

لاحظ أن الإشارة ذات الربح الأكبر يكون نمطها ممدود أكثر ومركزه بشكل اكبر أفقيا

عرض الحزمة الأفقي للهوائي الغير موجه هو 360 degrees

وعرض الحزمة العمودي للهوائي الغير موجه 7 to 80 degree

FIGURE 4.7 Vertical radiation patterns of omnidirectional antennas

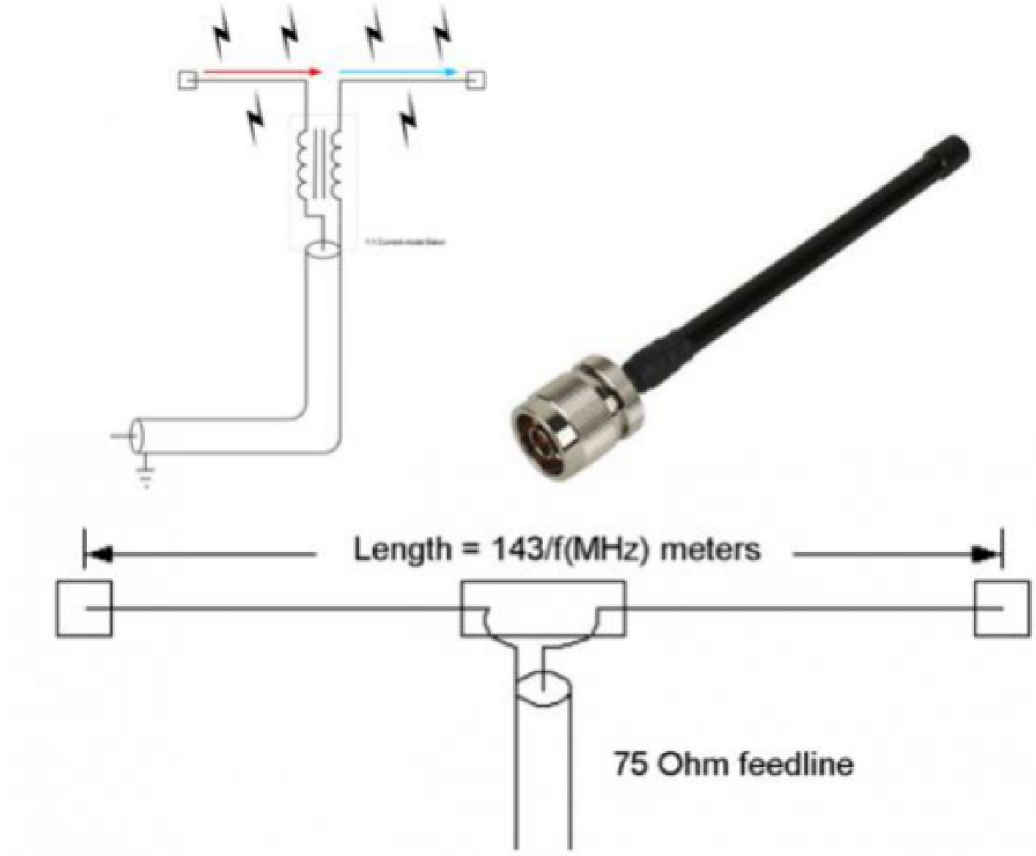


بسبب ضيق مجال التغطية العمودية لهذا النوع من الهوائيات يجب أن تخطط بحذر عن استخدامها في مبنى متعدد الطوابق

عند استخدام هوائي غير موجه في الطابق الأول فانه يؤمن التغطية الجيدة لهذا الطابق ولكن في الطابق الثاني أو الثالث ستكون الإشارة ضعيفة جداً بسبب ضيق عرض الحزمة العمودية للهوائي

الهوائي يكون ذو فعالية أكبر عندما يكون طوله مساوي لجزء من طول الموجة (ربع طول الموجة أو نصف طول الموجة) أو من مضاعفات طول الموجة

2.4 GHz half-wave dipole antenna مكون من عنصرين كل عنصر له طول ربع طول الموجة



في هذا الشكل الهوائي متوضع بشكل أفقي ولكن بالواقع غالباً ما يوضع الهوائي بشكل عامودي

هوائي غير موجه بربح أكبر يتم الحصول عليه بجمع أكثر من دايبول فوق بعض ويسمى collinear antennas

الهوائي المتعدد الجهات يستخدم في point-to-multipoint environments

الهوائي يوصل مع الأكسس بوينت المتوضعة في منتصف مجموعة من المستخدمين ويؤمن تغطية للمستخدمين حول الأكسس بوينت

High-gain omnidirectional antennas الهوائي المتعدد الجهات ذو الربح الأكبر يمكن أن يستخدم outdoors لوصل عدة مباني مع بعضها البعض

point-to-multipoint configuration

المبنى المركزي يملك الهوائي المتعدد الجهات على سطحه والمباني المحيطة تملك هوائيات موجهه باتجاه المبنى المركزي

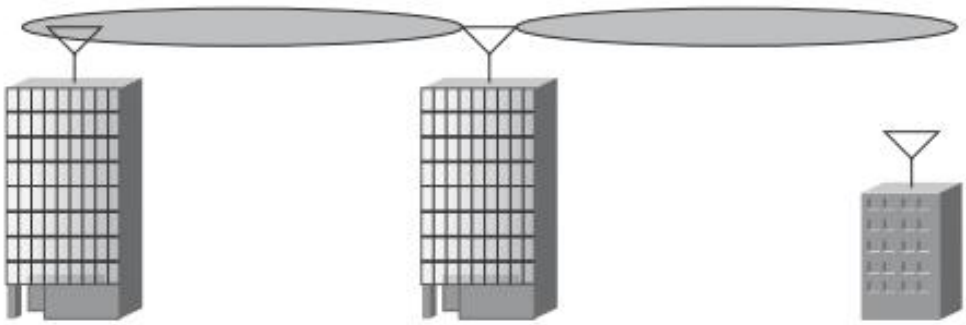
في هذه الحالة يجب أن تكون متأكد من أن ربح الهوائي المتعدد الجهات كبير لدرجة تكفي أن يؤمن التغطية اللازمة ولكنه لا يملك عرض حزمة عمودية كافية ليؤمن التغطية للمباني المحيطة ذات الطول الأقل

في الشكل التالي ربح الهوائي عالي جداً ،المبنى على اليسار قادر على الاتصال ولكن المبنى على اليمين غير قادر على الاتصال

لحل هذه المشكلة يستخدم هوائي قطاعي مع إماله قليلة باتجاه الأسفل بدلاً من الهوائي المتعدد الجهات

الهوائي القطاعي سيناقش بالتفصيل لاحقا في هذا الفصل

Improperly installed omnidirectional antenna



Semidirectional Antennas:

الهوائيات ذات التوجيه الجزئي:

هذا النوع من الهوائيات يستخدم ليشع الإشارات الراديوية بجهة معينة

يستخدم هذا النوع من الهوائيات في الاتصالات ذات المسافات المتوسطة أو القصيرة

أما الاتصالات ذات المسافات البعيدة تستخدم هوائيات ذات توجيه عالي

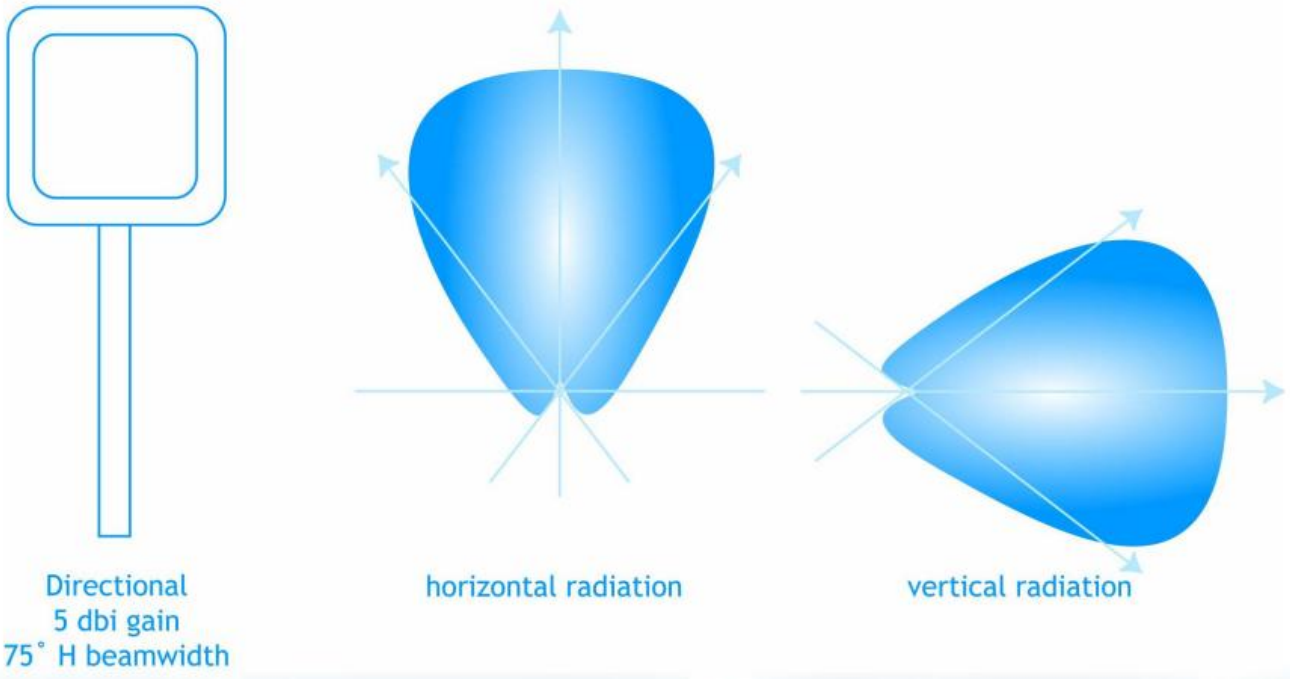
من الشائع استخدام هذا النوع من الهوائيات في وصلات الجسر اللاسلكي لوصل مبنيين (داخل حرم الجامعة أو على طرفي طرق)

أنواع الهوائيات ذات التوجيه الجزئي :

- Patch
- Panel
- Yagi (pronounced *YAH-gee*)

Patch and panel الصفيحة و اللوحية وهي بتصنيف أكثر دقة planar antenna
هوائيات سطحية أو مستوية
Patch الصفيحة هي الطريقة العملية لتصميم العناصر المشعة داخل الهوائي
من المعتاد استخدام مصطلح patch and panel
إذا لم تكن متأكد من تصميم الهوائي من الأفضل أن تستخدم مصطلح planar antenna
الهوائي المستوي أو السطحي

Patch/Panel Antenna



هذا النوع من الهوائيات يستخدم في outdoor point-to-point communications
لمسافة تصل لميل تقريباً
وتستخدم لتؤمن التغطية لاتجاه واحد وذلك في indoor environment

من الشائع وصل patch or panel antenna مع الأكسس بوينت لتامين تغطية باتجاه معين داخل مبنى

Planar antenna تستخدم في المكاتب والمستودعات والممرات الطويلة (كريدور مشفى أو كريدور شركة) لتؤمن التغطية للممر والغرف الجانبية وتؤمن تغطية قليلة للطابق الأعلى أو الطابق الأسفل

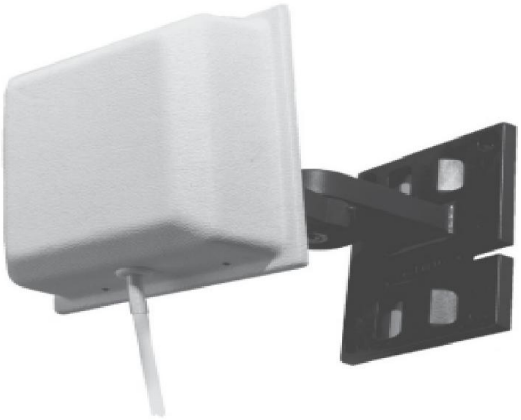
مسافة التغطية تعتمد على:

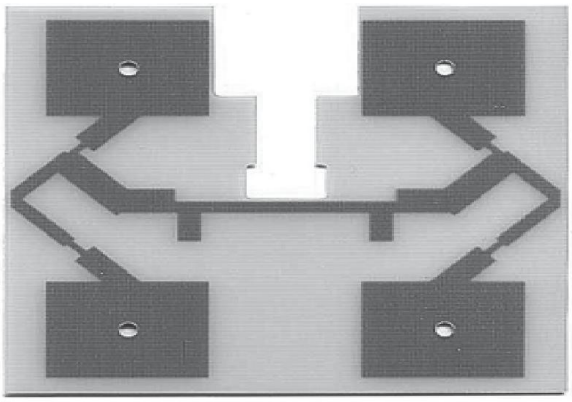
كمية طاقة الإرسال

ربح وعرض حزمة الهوائي

التخميد الذي يسببه المبنى

The exterior of a patch antenna and the internal antenna element

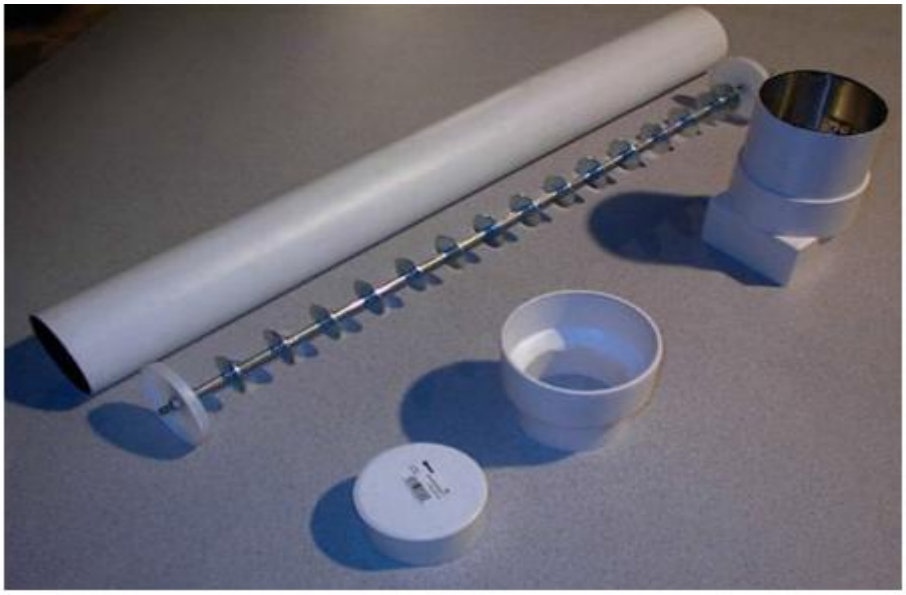




Yagi-Uda هوائي ياغي يستخدم لوصلات point-to-point ذات المسافات المتوسطة والقصيرة لمسافة تصل إلى 2 mile

High-gain yagi الياغي ذو الربح العالي يمكن أن يستخدم لمسافات أطول

300 meters
A
B



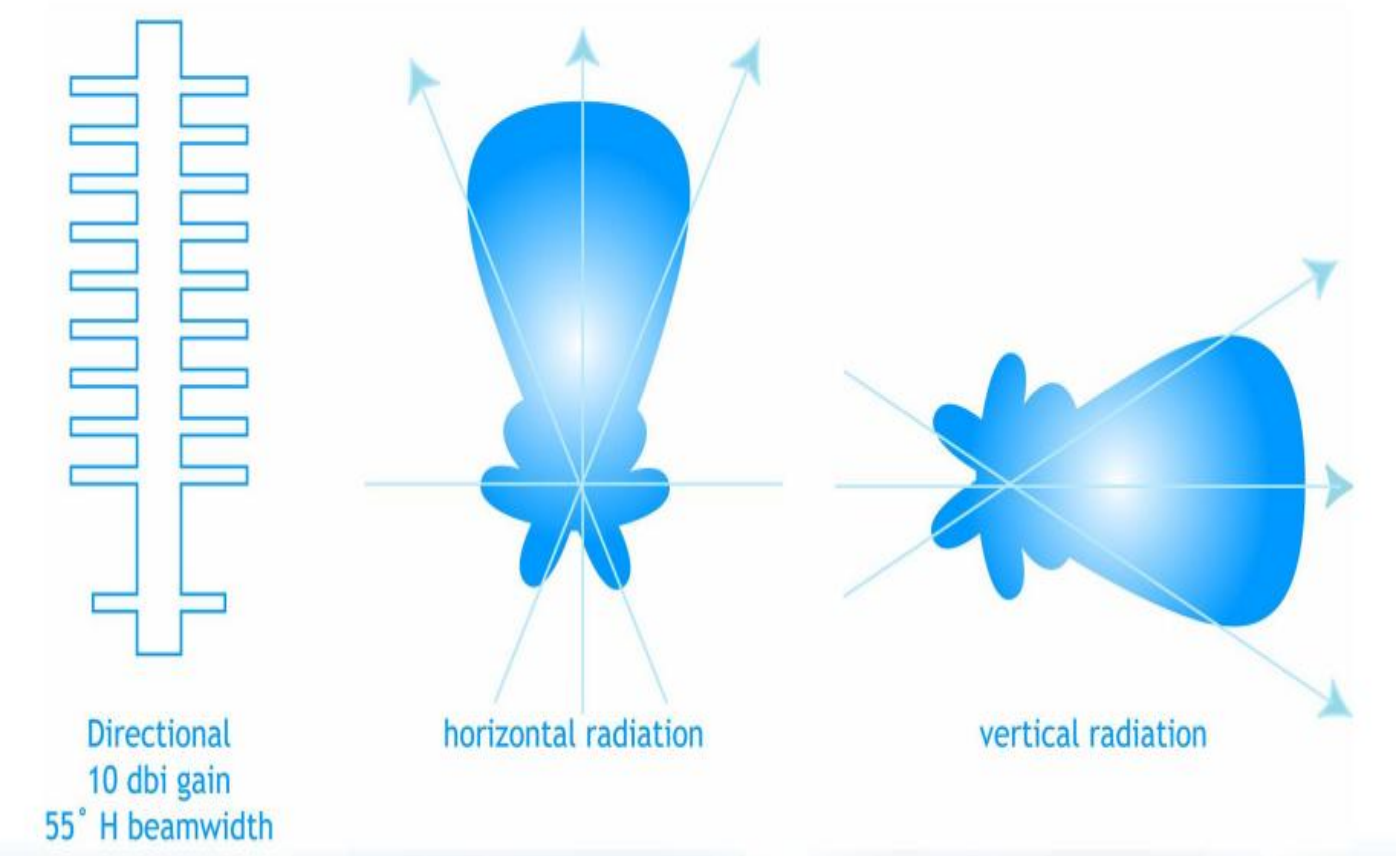


FIGURE 4.11 The exterior of a Yagi antenna and the internal antenna element

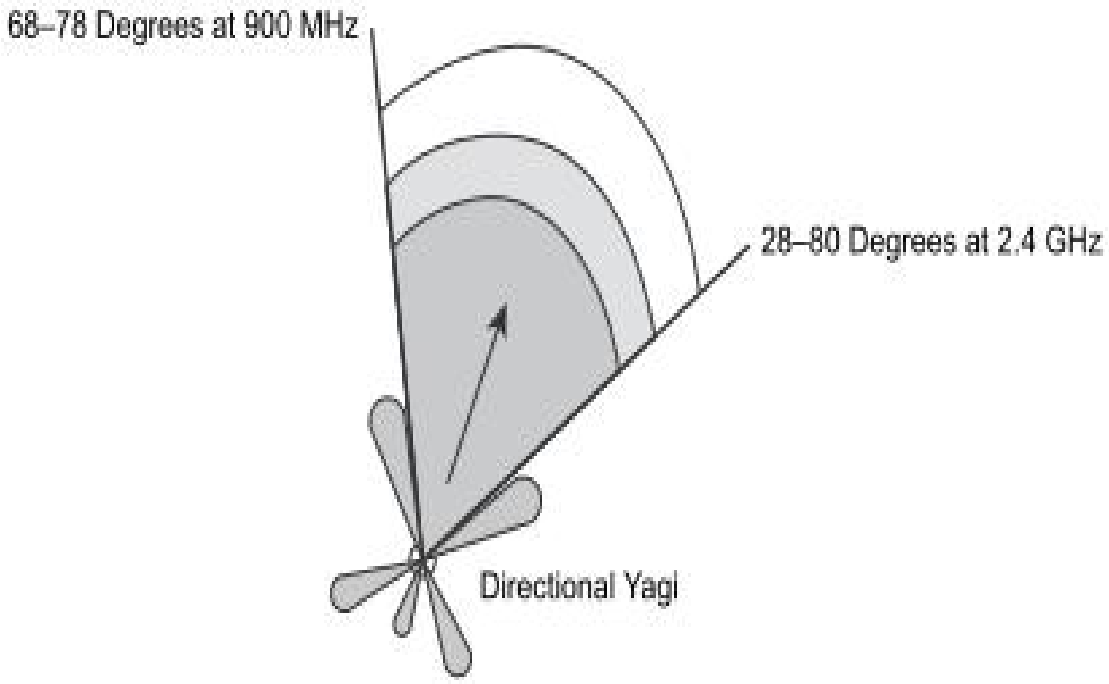
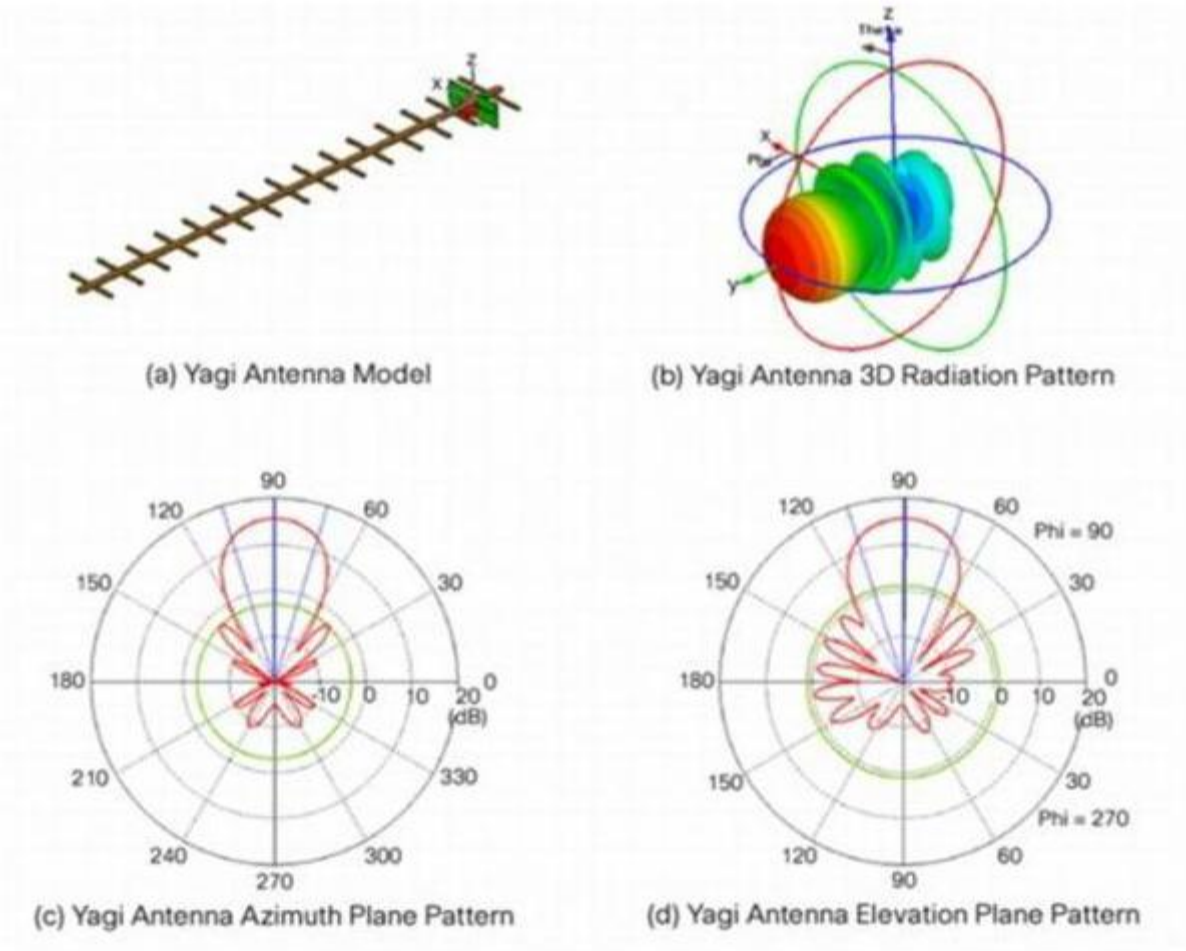


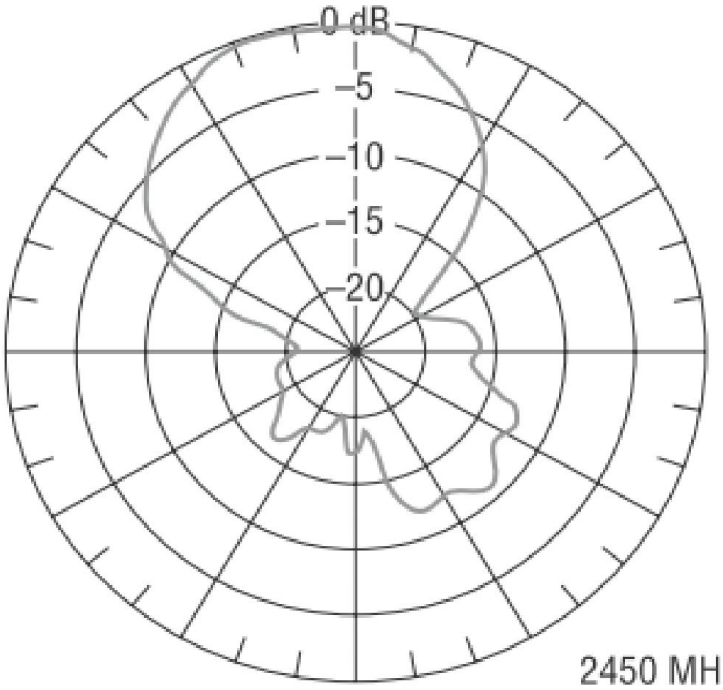
Figure 5-17 *Radiation Pattern of a Yagi Antenna*



الهوائي ذو التوجيه الجزئي يمكن أن يركب على الجدار بمكان مرتفع ويوجه باتجاه المنطقة المراد تغطيتها

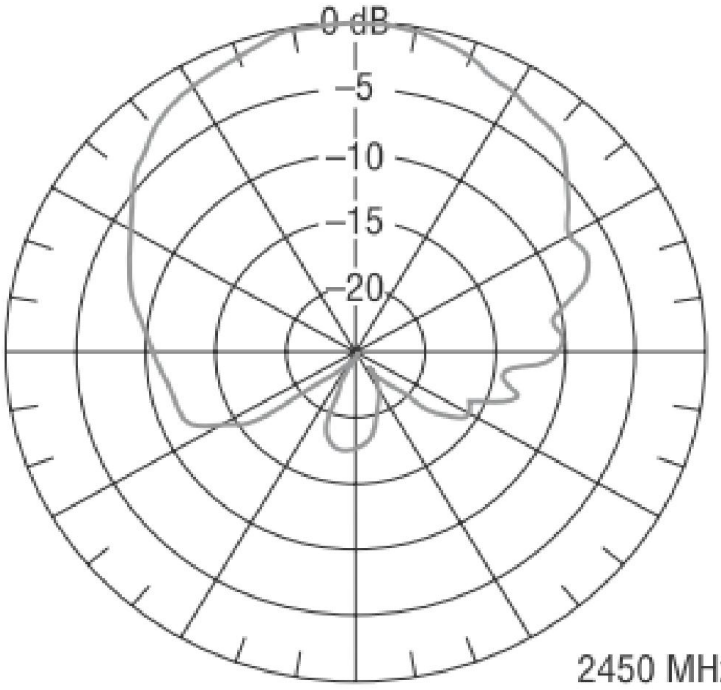
الشكل التالي يوضح نمط الإشعاع ل panel antenna

Radiation pattern of a typical semidirectional panel antenna



Model S2407MP

2450 MHz E-Plane



2450 MHz H-Plane

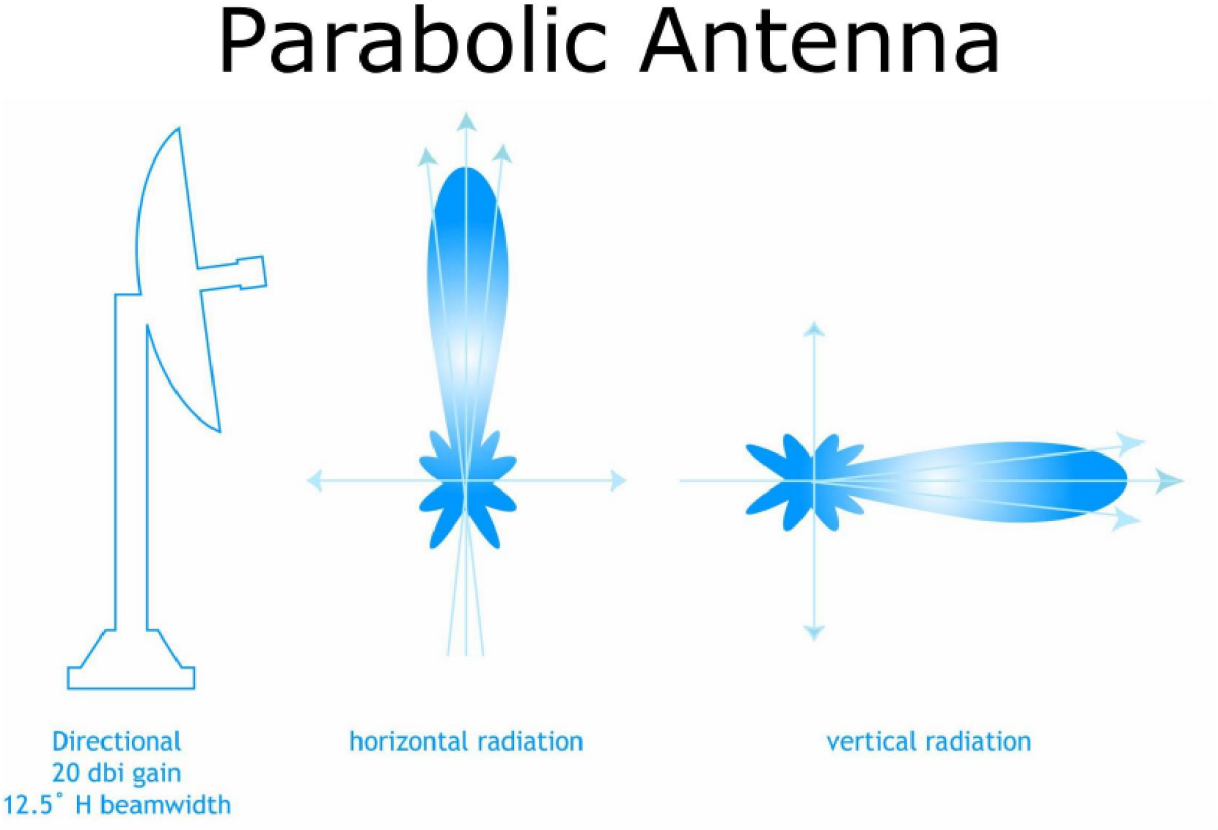
Highly Directional Antennas:

الهوائيات ذات التوجيه العالي:

الهوائيات ذات التوجيه العالي تستخدم في وصلات point-to-point لمسافات كبيرة
هذه الهوائيات تؤمن تركيز أكبر للإشارة وعرض حزمة ضيق جداً
ولها نوعان:

parabolic dish antennas and grid antenna

parabolic dish :هوائي الدش ذو القطع المكافئ يشبه الهوائي المستخدم في digital satellite TV الموجود على أسطح المنازل



الهوائيات ذات التوجيه العالي تستخدم للوصلات point-to-point البعيدة جداً تصل لمسافة 35 mile (58 km)
بسبب بعد المسافة والحزمة الضيقة جداً إذا انزاح الهوائي قليلاً بسبب الرياح سوف ينقطع الاتصال الراديوي بين المرسل والمستقبل ، لحل هذه المشكلة نستخدم الهوائي الشبكي في المناطق ذات الرياح الشديدة لأنه أقل تأثر بالرياح أو نستخدم هوائي له عرض حزمة أعرض (حتى لو انزاح الهوائي قليلاً بسبب الرياح سوف يبقى الاتصال يعمل)
تذكر أن الحزمة الأعرض تعني ربح أقل وبالتالي مسافة أقصر

Grid antenna

ينصح باستخدام غطاء واقي للهوائي الدش يعرف باسم radome للحماية من تأثير الرياح

Sector Antennas:

الهوائيات القطاعية:

تؤمن هذه الهوائيات التغطية لقطاع أو زاوية معينة
يوضع أكثر من هوائي قطاعي خلف بعض في منتصف منطقة التغطية ، كل هوائي يؤمن تغطية لقطاع أو زاوية محددة ، مجوع الهوائيات يؤمن التغطية ل 360 degrees بشكل أفقي
هذا النوع يسمى sectorized array

الهوائي القطاعي ليس مثل الهوائي ذو التوجيه الجزئي حيث أن القطاعي يولد طلقة قليلة خلف الهوائي (فص خلفي)
لذلك هو لا يؤثر الهوائيات الموجودة خلفه
عرض الحزمة الأفقية للهوائي القطاعي 60 to 180 degrees
عرض الحزمة الشاقولية للهوائي القطاعي 7 to 17 degrees
وله ربح أقل من 10 dBi

Sectorized array

هذا النوع من الهوائيات يستخدم في الاتصالات الخلوية على أبراج التغطية المنتشرة في كل مكان حولنا
تركيب مجموعة من الهوائيات القطاعية بشكل معين يؤمن تغطية في جميع الاتجاهات
ما هي الفائدة من استخدام عدة هوائيات قطاعية بدلاً من استخدام هوائي واحد متعدد الجهات

- الهوائي القطاعي يمكن أن يركب في أي مكان عالي وبإمالة بسيطة نحو الأسفل يؤمن التغطية المطلوبة
  أما الهوائي المتعدد الجهات فعند إمالته للأسفل فان منطقة التغطية في الطرف المقابل سوف تميل نحو الأعلى
- بما أن كل هوائي يغطي منطقة منفصلة عن الهوائي الأخر وبالتالي يمكن وصل كل هوائي بجهاز إرسال أو استقبال بشكل مستقل عن الهوائيات الأخرى هذا يعطي القدرة للهوائيات أن ترسل في نفس الوقت وهذا يودي إلى زيادة الفعالية throughput (معدل نقل البيانات)
- ربح الهوائي القطاعي اكبر من ربح الهوائي المتعدد الجهات وبالتالي يؤمن منطقة تغطية اكبر

الهوائي القطاع يستخدم بشكل كبير في أبراج الاتصالات الخلوية وبدأ استخدامه في Outdoor 802.11 network

Antenna Arrays:

الهوائيات المصفوفية:

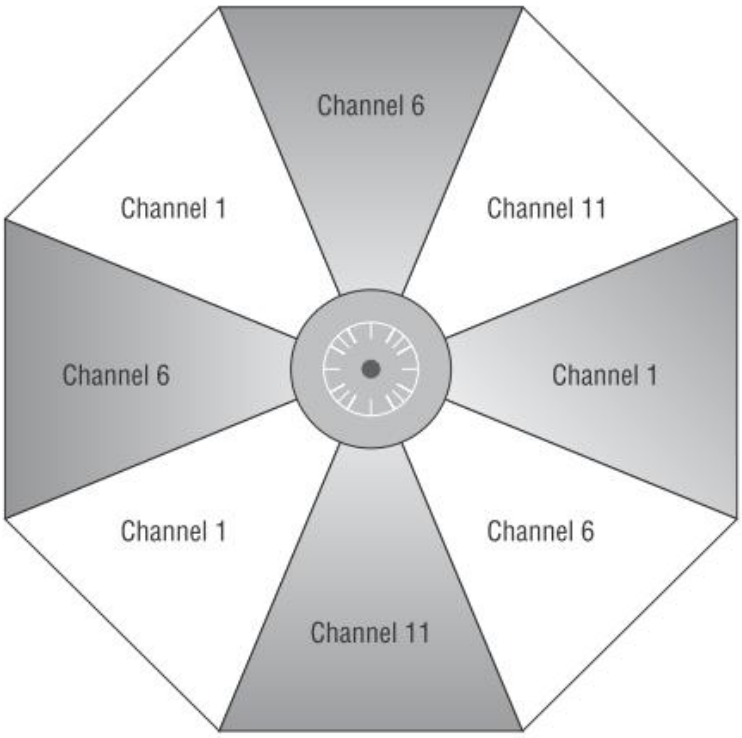
هي مجموعة من هوائيين أو أكثر مدمجة مع بعضها لتؤمن ما يعرف ب beamforming
Beamforming: هو طريقة لتركيز الطاقة الراديوية
تركيز الإشارة يعني زيادة طاقة هذه الإشارة وبالتالي نسبة الإشارة إلى الضجيج تكون أكبر
هناك ثلاث أنواع من beamforming :

- Static beamforming
- Transmit beamforming
- Dynamic beamforming

Static Beamforming:

في هذه الطريقة يتم استخدام هوائيات موجهه لتأمين نمط إشعاع ثابت
يتم استخدام عدة هوائيات موجه تجمع مع بعضها البعض لتشع من نقطة مركزية
Static Beamforming هو المصطلح الثاني ل indoor sectorized array
شركة Xirrus صنعت indoor sectorized array solution
التي تستخدم هوائيات موجه لتخلق حزمة قطاعية متعددة كما يظهر في الشكل كل حزمة قطاعية تخصص لقناة ترددية غير متداخلة
إذا أردت أن تستخدم 8 هوائيات لتغطى 380 degrees أفقياً
بتقسيم 360/8 نجد أن كل هوائي يجب أن يملك على الأقل عرض حزمة 45 degree
إذا أردت أن تكون الهوائيات متداخلة بشكل بسيط لتؤمن تجول أفضل roaming
5 degrees تداخل لكل جانب من عرض الحزمة يفي بالغرض وبالتالي كل هوائي يغطي 55 degrees
Indoor sectorized array solution متوفر 8,12 or 16 هوائي وحيد الجهة
هذه الهوائيات مجتمعه توفر 360 degrees تغطية عالية الربح high-gain coverage

Static beamforming—indoor sectorized array



Dynamic Beamforming:

تتم بتركيز الطاقة الراديوية باتجاه محدد وبشكل معين

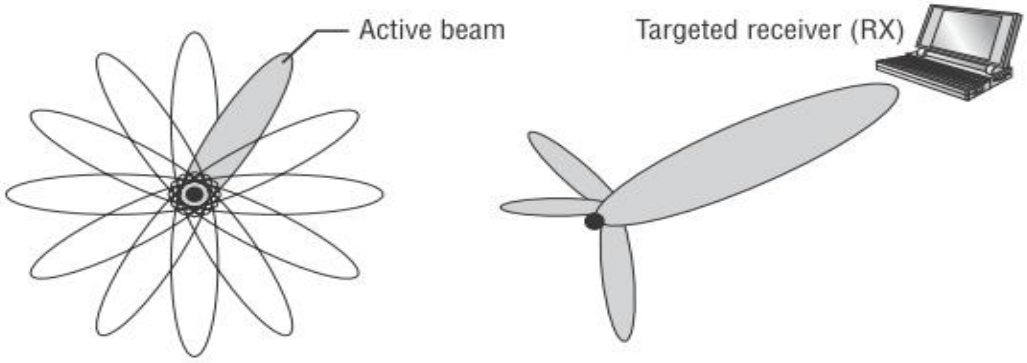
Dynamic Beamforming هي مثل static beamforming من حيث تركيز جهة وشكل الإشارة ولكن Dynamic Beamforming فيها نمط الإشعاع للإشارة يمكن أن يتغير من إطار ل إطار وهذا يؤمن أفضل طاقة و أفضل إشارة لكل محطة

كما يظهر بالشكل فإن Dynamic Beamforming يستخدم مصفوفة هوائيات ملائمة والتي تحدد الحزمة بجهة المستقبل ،هذه التقنية تعرف باسم smart antenna الهوائيات الذكية أو beamsteering

حالياً شركة واحدة فقط تؤمن هذه التقنية في الأكسس بوينت التي تنتجها والشركة هي Ruclcus wireless

هذه التقنية غير متوفرة في طرف المستخدم

FIGURE 4.16 Dynamic beamforming—adaptive antenna array



هذه التقنية يمكن أن تركز الحزمة في جهة كل مستخدم كوصلة هابطة وحيدة الجهة بين الأكسس بوينت والمستخدم Downstream unicast transmission
ولكن أي فريم يتم نشره بشكل broadcast مثل beacons فانه سوف يرسل بنمط الإشعاع المتعدد الجهات omnidirectional ،لذلك الأكسس بوينت تستطيع الاتصال مع كل المستخدمين الموجودين حولها وبكل الجهات

Transmit Beamforming (TxBF):

تتم باستخدام عدة إشارات بإزاحات طوريه multiple phase-shifted على أمل أو بهدف أن تصل الإشارة in-phase متوافقة بالطور وذلك في الموقع الذي يعتقد المرسل أن المستقبل موجود فيه
بشكل مختلف عن dynamic فإن TxBF لا يغير نمط الإشعاع للهوائي
فعلياً حزمة التوجيه غير موجودة
في الحقيقة TxBF هو ليس تقنية هوائي حقيقية بل هي تقنية معالجة رقمية للإشارة في جهاز الإرسال
حيث يتم نسخ الإشارة أكثر من مرة على هوائي واحد بطور مختلف للحصول على مجموعة من الإشارات في جهاز الاستقبال ،ولكن يتم التحكم بعناية بطور الإشارات المرسلة لتحسين الربح بشكل يشبه الربح العالي لهوائي موجه
Transmit Beamforming هي عملية ضبط وتعديل لطور إشارة الإرسال
التعديل 802.11n عَرف نوعين من Transmit Beamforming
Implicit TxBF ضمني
Explicit TxBF صريح
كلا الطريقتين يجب أن تكونا مدعومتين في طرف الاستقبال ليتمكن المستقبل من تحديد مقدار الإزاحة الطورية المطلوبة لكل إشارة

Visual Line of Sight:

خط النظر البصري:

عندما ينتقل الضوء من نقطة لأخرى فان الانتقال يتم عبر خط مستقيم في حال عدم وجود عوائق ،هذا الخط المستقيم يعرف ب Visual Line of Sight (LOS)
في الاتصالات الراديوية فإن LOS هو من يحدد نجاح الاتصال من عدمه

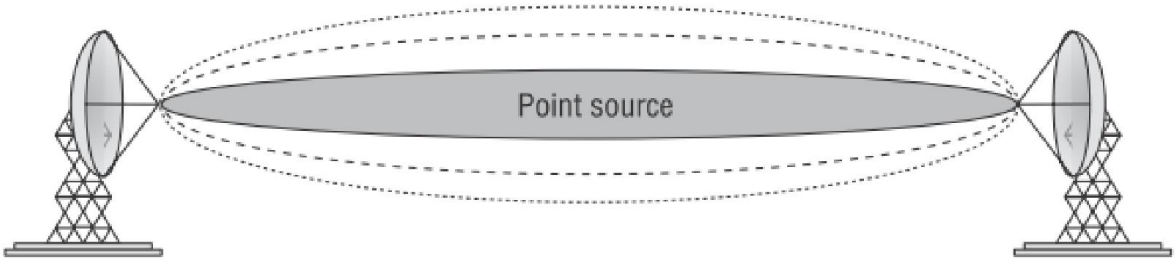
RF Line of Sight:

في اتصالات point-to-point يجب أن لا يكون هناك عوائق بين الهوائيين
أول خطوة لتركيب نظام point-to-point هي التأكد من وجود مسار خالي من العوائق بين الهوائيين ،لسوء الحظ هذا غير كاف ليعمل الاتصال بشكل صحيح

هناك منطقة إضافية حول LOS يجب أن تبقى خالية من العوائق هذه المنطقة تعرف بمنطقة فرينل Frensel zone
وهي التي تشير RF Line of Sight

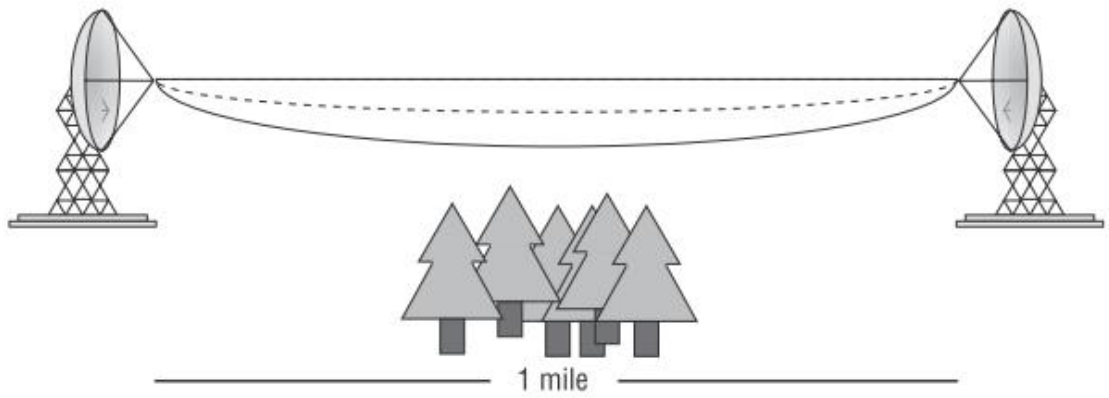
Fresnel Zone:

تلفظ فرينل زون شكلها يشبه شكل كرة القدم الأميركية تحيط بمسار خط النظر بين الهوائيين



نظرياً هناك عدد غير منتهي من مناطق فرينل
أول منطقة تسمى first Fresnel zone
والثانية تسمى second Fresnel zone
باقي المناطق لها تأثير قليل على الاتصال
إذا كان هناك عائق (حتى لو كان عائق جزئي) داخل منطقة فرينل الأولى سيكون له تأثير سلبي على سلامة الاتصال الراديوي
بالإضافة هناك انعكاس وتبعثر يمكن أن يحدث بسبب وجود عوائق بين الهوائيين
الإشارة الراديوية يمكن أن تتباعد أو تنحني عندما تمر عبر العائق الموجود داخل منطقة فرينل ، هذا التباعد للإشارة يقلل من كمية الطاقة الراديوية المستقبلة بواسطة الهوائي أو يمكن أن تسبب فشل في عملية الاتصال
الشكل التالي هو لوصلة لمسافة 1 mile
الخط العلوي هو خط النظر بين مركزي الهوائيين
الخط المنقط يظهر 60% من النصف السفلي لمنطقة فرينل الأولى
الخط السفلي الغير منقط يظهر الحدود السفلية لمنطقة فرينل الأولى
الأشجار يمكن أن تشكل عائق على طول المسار

FIGURE 4.18 60 percent and 100 percent Fresnel zone clearances



تحت أي ظرف لا يجب أن تسمح لأي شيء أن يتعدى أكثر من 40% من منطقة فرينل الأولى وذلك في وصلات outdoor point-to-point bridge link
أي شيء أكثر من 40% يمكن أن يقطع الاتصال
حتى لو كان العائق أقل من 40% فإنه يمكن أن يضعف أداء الوصلة لذلك ينصح أن لا يتجاوز العائق أكثر من 20% من منطقة فرينل الأولى
في الغابات نمو الأشجار يمكن أن يشكل عائق مستقبلي
لتحصل على اتصال مثالي يجب أن تكون منطقة فرينل الأولى خالية من أي عوائق
العوائق التي يمكن أن تصادفك هي الأشجار أو المباني ، من المهم أن تقوم بفحص بصري للوصلة وبشكل دوري للتأكد أن الأشجار أو المباني لم تصل إلى منطقة فرينل الأولى
لا تنسى أن منطقة فرينل موجودة في كل الجهات وليست فقط أسفل خط النظر
إذا وجد عائق في منطقة فرينل يجب عليك تحريك الهوائي (رفعه نحو الأعلى) أو إزالة هذا العائق
لتستطيع أن تقرر فيما إذا كان العائق يصل إلى منطقة فرينل يجب عليك حساب نصف قطر منطقة فرينل ، المعادلة التالية تمكنك من ذلك وهي تحسب نصف القطر في نقطة المنتصف بين الهوائيين وعند هذه النقطة تكون منطقة فرينل أكبر ما يمكن

$$\text{radius} = 72.2 \times 3\sqrt{[D \div (4 \times F)]}$$

$$D = \text{distance of the link in miles}$$

$$F = \text{transmitting frequency in GHz}$$

المعادلة التالية تسمح لك حساب 60% من منطقة فرينل وذلك في نقطة المنتصف بين الهوائيين
هذه ال 60% هي أقل مسافة يجب أن تكون خالية تماماً من أي عائق

$$\text{radius (60\%)} = 43.3 \times \sqrt{[D \div (4 \times F)]}$$

D = distance of the link in miles

F = transmitting frequency in GHz

كلا المعادلتين مفيدتين ولكن فيهما عيب واحد ، المعادلتين تحسبان نصف القطر في نقطة المنتصف التي عندها تكون منطقة فرينل أكبر ما يمكن
الرقم الناتج من المعادلتين يمكن أن يستخدم لتحديد أقل ارتفاع للهوائي عن سطح الأرض إذا وضعت الهوائي على ارتفاع أقل من هذا الرقم فإن سطح الأرض سيشكل عائق داخل منطقة فرينل ويسبب فشل في الاتصال
المشكلة هي إذا كان هناك عوائق في مكان ما بين الهوائيين ولكن ليس في نقطة المنتصف من المستحيل حساب نصف قطر منطقة فرينل في أي نقطة باستخدام المعادلات السابقة
المعادلة التالية تمكنك من حساب نصف قطر منطقة فرينل لأي نقطة بين الهوائيين

$$\text{radius} = 72.2 \times \sqrt{[(N \times d1 \times d2) \div (F \times D)]}$$

N = which Fresnel zone you are calculating (usually 1 or 2)

d1 = distance from one antenna to the location of the obstacle in miles

d2 = distance from the obstacle to the other antenna in miles

D = total distance between the antennas in miles (D = d1 + d2)

F = frequency in GHz

الشكل التالي يظهر وصلة point-to-point link لمسافة 10 mile
هناك عوائق (أشجار) على بعد 3mile من الهوائي الأول ولها ارتفاع 40 feet
قيمة نصف القطر لمنطقة فرينل في نقطة ال 3 mile

N = 1 (for first Fresnel zone)

d1 = 3 miles

d2 = 7 miles

D = 10 miles

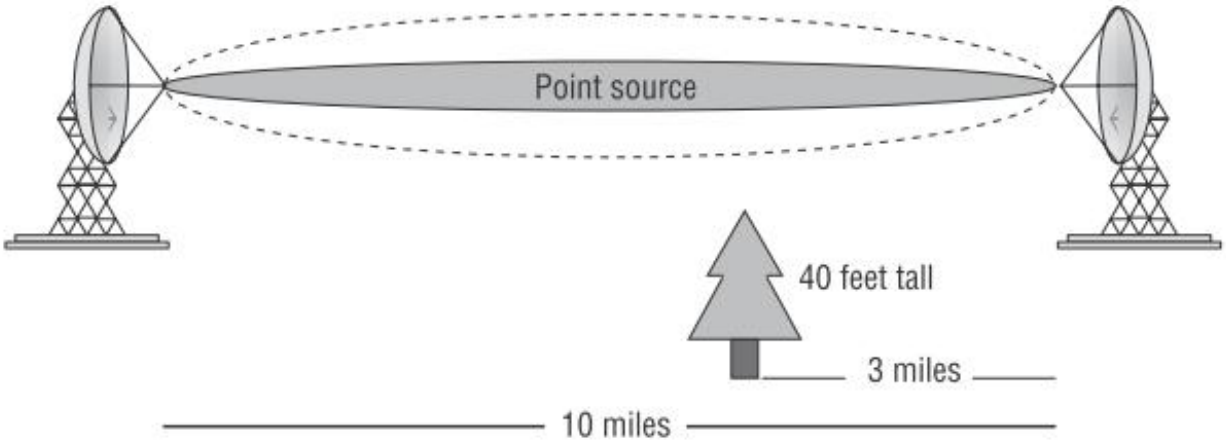
F = 2.4 GHz

radius at 3 miles = $72.2 \times [(1 \times 3 \times 7) \div (2.4 \times 10)$

radius at 3 miles = $72.2 \times (21 \div 24)$

radius at 3 miles = 67.53 feet

FIGURE 4.19 Point-to-point communication with potential obstacle



طول العائق 40 feet ونصف قطر منطقة فرينل في نقطة العائق هو 67.53 feet

الهوائي يجب أن يركب على ارتفاع لا يقل عن 108 feet عن سطح الأرض

(40 + 67.53 = 107.53)

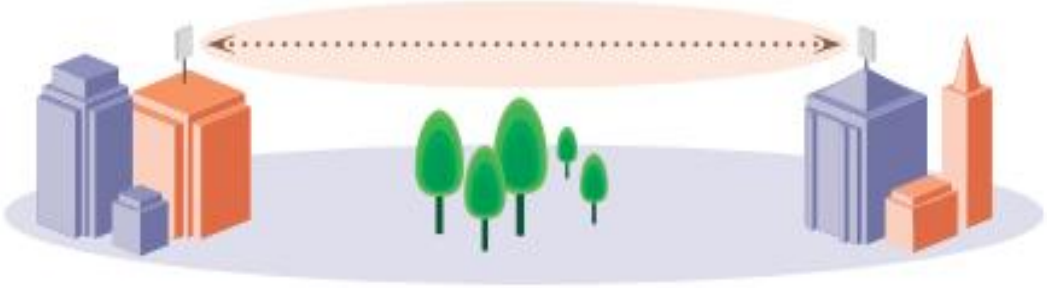
لكي نحصل على منطقة خالية من العوائق تماماً

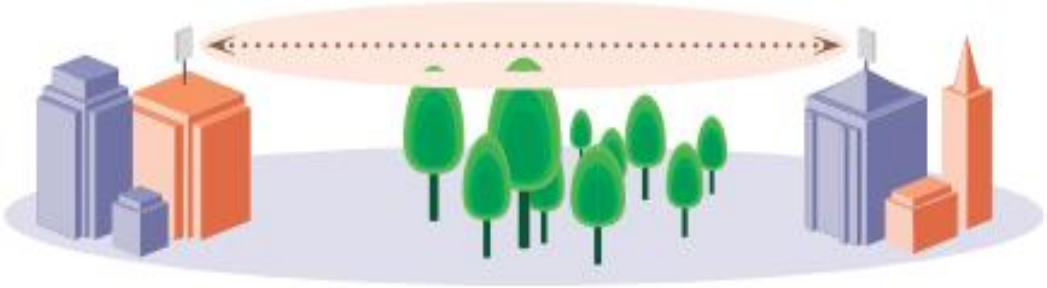
إذا أردنا أن نسمح ب 40% داخل منطقة فرينل فيها عوائق ونحافظ على 60% خالية تماماً من أي عائق

60% من 67.53 هي 40.52

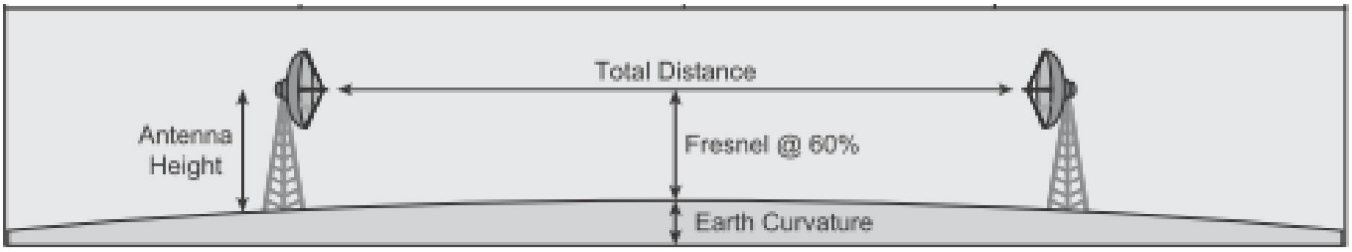
الهوائي يجب أن يكون على ارتفاع 81 feet

(40 + 40.52 = 80.52)





بسبب انحناء سطح الأرض يجب أن تزيد ارتفاع الهوائي للتعويض عن انحناء الأرض
سنناقش هذه النقطة بالفقرة التالية



عند استخدام هوائيات ذات توجيه عالي فإن عرض الحزمة للهوائي يكون صغير جداً (لتركيز الإشارة بشكل أكبر)
العديد من الناس يعتقدون أن عرض الحزمة الأصغر يمكن أن ينقص من حجم منطقة فرينل ولكن هذا غير صحيح
لأنه في المعادلة التي تحسب نصف قطر منطقة فرينل يوجد متغيرين (التردد والمسافة)
فان حجم منطقة فرينل يتعلق بالتردد المستخدم وبمسافة الوصلة
حجم منطقة فرينل يبقى نفسه بغض النظر عن نوع الهوائي أو عرض الحزمة
نقطة المصدر هي خط النظر البصري بين الهوائيين
منطقة فرينل الأولى هي المنطقة حول نقطة المصدر حيث تكون فيها الإشارة متفقة بالطور in-phase مع إشارة نقطة المصدر
منطقة فرينل الثانية هي المنطقة بعد المنطقة الأولى حيث تكون الإشارة فيها مختلفة بالطور out of phase مع إشارة نقطة المصدر
كل الأعداد الفردية odd من مناطق فرينل تكون الإشارة فيها in-phase مع إشارة نقطة المصدر
وكل الأعداد الزوجية even من مناطق فرينل تكون الإشارة فيها out of phase مع إشارة نقطة المصدر

إذا كانت الإشارة الراديوية لها نفس تردد الإشارة الراديوية الأولية ولكنها مختلفة معها بالطور out of phase فإن هذا الاختلاف في الطور يمكن أن يسبب تخميد أو إلغاء للإشارة
أحد الأسباب التي تسبب اختلاف للطور مع الإشارة الأصلية هو الانعكاس
لذلك من المهم أن تأخذ منطقة فرينل الثانية بالاعتبار عند حساب وصلة point-to-point
إذا كان ارتفاع الهوائي أو الانتشار الجغرافي يسبب انعكاس للأمواج الراديوية من منطقة فرينل الثانية باتجاه هوائي المستقبل هذا يمكن أن يضعف الوصلة ،غالبا لا يحدث ذلك
منطقة فرينل الثانية يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار عند التخطيط أو إصلاح الاتصال في منطقة مسطحة وجافة كالصحراء
يجب أن تكون منتبه لوجود السطوح المعدنية المسببة للانعكاس على طول منطقة فرينل
يجب أن لا تنسى أن منطقة فرينل هي ثلاثية الأبعاد
هل يوجد شيء يمكن أن يعيق منطقة فرينل من الأعلى؟
الأشجار لا تنمو من السماء!!
بعض وصلات point-to-point يمكن أن تكون تحت جسور السكك الحديدية أو جسور الطرق السريعة في هذه الحالات النادرة يجب أن تنتبه لنصف القطر العلوي لمنطقة فرينل
وصلات point-to-point يمكن أن تكون داخل المدن السكنية
وصلة building-to-building يمكن أن تمر بين مباني أخرى ، في هذه الحالة يجب أن تنتبه إلى نصف القطر الجاني لمنطقة فرينل
حتى الآن كل النقاش عن منطقة فرينل لوصلات point-to-point
منطقة فرينل موجودة في كل الاتصالات الراديوية ولكنها في
Outdoor point-to-point يمكن أن تسبب مشاكل في الاتصال
في indoor environments يوجد العديد من الجدران والعوائق التي تسبب الكثير من الانعكاس والانكسار والتباعد والتبعثر وبالتالي منطقة فرينل لا تلعب دوراً مهماً في نجاح الاتصال أو فشله

Earth Bulge:

انحناء الأرض:

عند تركيبك لوصلات long-distance point-to-point يجب أن تأخذ بعين الاعتبار انحناء الأرض غالباً ما يعرف ب Earth Bulge
لأن الطبيعة تختلف حول العالم من المستحيل أن تحدد مسافة انحناء الأرض التي ستؤثر على الوصلة بشكل دقيق
إذا كانت المسافة بين الهوائيين أكثر من 7 mile ينصح أن تأخذ انحناء الأرض بالاعتبار
بعد 7 mile الأرض نفسها تصبح عائق داخل منطقة فرينل
المعادلة التالية يمكن أن تستخدم لحساب الربح الإضافي الذي تحتاجه الهوائيات للتغلب على انحناء الأرض

$$H = D^2 \div 8$$

H = height of the earth bulge in feet

D = distance between the antennas in miles

يجب أن تقوم بحساب

- The 60 percent radius of the first Fresnel zone
- The height of the earth bulge
- The height of any obstacles that may encroach into the Fresnel zone, and the distance of those obstacles from the antenna

- 60% من نصف قطر منطقة فرينل الأولى
- ارتفاع انحناء الأرض
- ارتفاع أي عائق يمكن أن يكون داخل منطقة فرينل وبعد هذا العائق عن الهوائي

بجمع الثلاث قيم مع بعضها وفقاً للمعادلة التي تستطيع حساب ارتفاع الهوائي

H = obstacle height + earth bulge + Fresnel zone

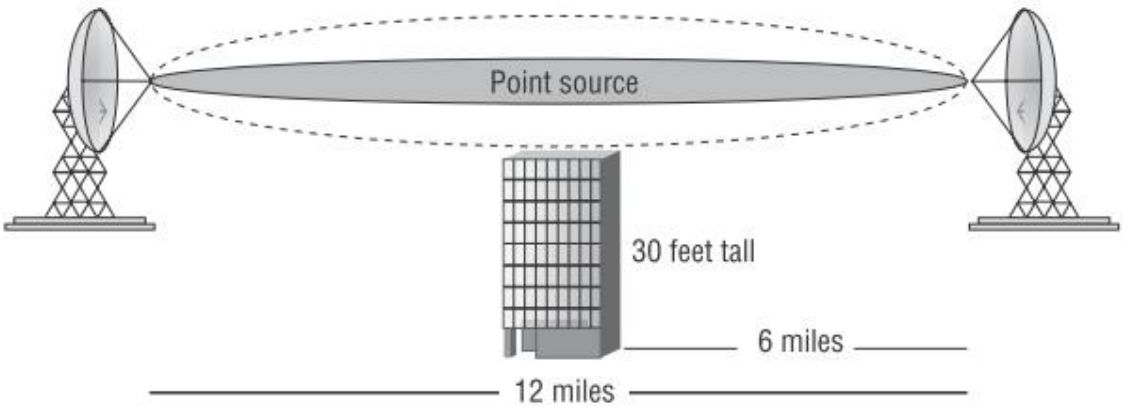
$$H = OB + (D^2 \div 8) + (43.3 \times \sqrt{[D \div (4 \times F)]})$$

OB = obstacle height

D = distance of the link in miles

F = transmitting frequency in GHz

الشكل التالي يظهر وصلة point-to-point لمسافة 12 mile



في منتصف الوصلة مبنى لمكتب له ارتفاع 30 feet

الإشارة ذات التردد 2.4 GHz تستخدم لإنشاء الاتصال بين البرجين
باستخدام المعادلة التالية نحسب الارتفاع الذي يجب أن يكون عليه الهوائي فوق سطح الأرض

$$H = 30 + (12^2 \div 8) + (43.3 \times \sqrt{[12 \div (4 \times 2.4)]})$$

$$H = 30 + 18 + 48.4$$

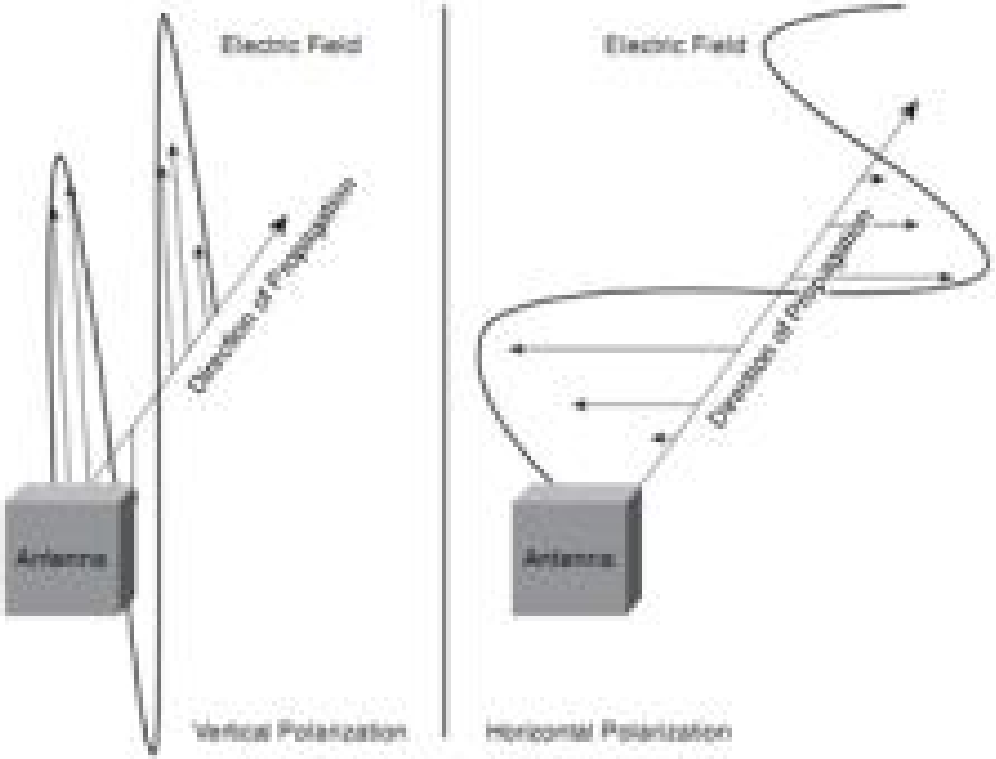
$$H = 96.4$$

هذه المعادلات غير مطلوبة في الامتحان
يوجد العديد من المواقع على الانترنت تقوم بحسابات منطقة فرينل وحسابات الوصلة الراديوية بشكل online

Antenna Polarization:

استقطاب الهوائي:

عند تركيب الهوائي يجب أن تأخذ بعين الاعتبار جهة استقطاب الهوائي
جهة الاستقطاب مهمة جداً لنجاح الاتصال
عندما يشع الهوائي الأمواج فإن مطال الأمواج يتأرجح أما عامودياً أو أفقياً



من المهم أن تكون جهة الاستقطاب نفسها في المرسل والمستقبل ليتم إلتقاط أكبر قدر ممكن من الإشارة
وضع الهوائي بشكل عامودي أو أفقي غير مهم ،المهم أن يكون كلا الهوائيين بنفس الجهة (نفس الاستقطاب)

الاستقطاب غير مهم في indoor communication لأن الاستقطاب غالباً ما يتغير عند انعكاس الإشارة
معظم الأكسس بوينت لها هوائي متعدد الجهات ذو ربح قليل
Low-gain omnidirectional antenna
هذا الهوائي غالبا ما يكون باستقطاب عامودي
مصنعي أجهزة اللابتوب يضعون الهوائيات المدمجة داخلياً على أطراف الشاشة
عند فتح جهاز اللابتوب ستكون الشاشة نحو الأعلى بالتالي الهوائي الداخلي سيكون ذو استقطاب عامودي
عند تركيب point-to-point or point-to-multipoint جهة الاستقطاب مهمة جداً
إذا كان أفضل مستوى للإشارة المستقبلة best received signal level (RSL)
أقل ب 15 to 20 dB مما هو متوقع يمكن أن يكون الاستقطاب غير صحيح
إذا كان هذا الاختلاف موجود على جانب واحد فقط والجانب الأخر له مستوى إشارة قوية
هناك احتمال أن تكون قد وضعت الهوائي بجهة الفص الجانبي

Antenna Diversity:

تنوع الهوائيات:

الشبكات اللاسلكية وخاصة indoor networks هي عرضه لمشكلة تعدد المسارات
للمساعدة على التغلب على هذه الأثر السلبي للمسارات المتعددة يتم استخدام عدة هوائيات في أجهزة الشبكة
عملية الاستقبال بعدة هوائيات مع بعض يقلل الأثر السلبي لتعدد المسارات
لأن أطوال الموجة في الشبكات اللاسلكية هو أقل من 5 inches (13 cm)
الهوائيات يمكن أن توضع بجانب بعضها ويكون تعدد الهوائيات فعال
عندما تتحسس الأكسس بوينت الإشارة الراديوية فإنها تقارن الإشارات المستقبلة من كل هوائي لتعرف أي هوائي يستقبل الإشارة بشدة أكبر
معظم الأجهزة التي تدعم 802.11n تستخدم switched diversity التبديل المتنوع
يتم استقبال عدة نسخ من نفس الإشارة ولكن بمطالات مختلفة ،الإشارة ذات المطال الأفضل يتم اختيارها والإشارات الأخرى يتم إهمالها
طريقة الإصغاء للحصول على أفضل إشارة مستقبلة تسمى receive diversity
Switched diversity يستخدم في الإرسال أيضاً ولكن هوائي واحد فقط سيقوم بالإرسال
المرسل يختار هوائي من الهوائيات المتعددة بناء على أفضل إشارة مستقبلة في عملية الإرسال السابقة
طريقة الإرسال من الهوائي الذي أرسل أفضل شدة إشارة مستقبلة في عملية الإرسال السابقة تعرف ب transmit diversity
الأكسس بوينت التي تدعم تعدد الهوائيات يجب أن تملك أكثر من منفذ لوصل الهوائيات

الهوائيات يجب أن يكون لها نفس الربح وأن تركب في نفس المكان (لا يجب أن تمد كبلات للهوائيات باتجاهات متعاكسة كمحاولة لتامين تغطية أكبر)
تذكر أنه عن استخدم diversity antenna فإن المرسل سوف يبدل الهوائيات لذلك
الهوائيات تؤمن نفس منطقة التغطية والمسافة بين الهوائيات يجب أن تكون
(2 , 1 , 1/2 , 1/4) من طول الموجة
يمكن أن تعتقد في أن تعدد الهوائيات غير فعال بسبب المسافة القريبة جداً بين الهوائيات هذا غير صحيح لأن كمية الإشارة المستقبلة هي أقل من 0.00000001 mw
وفي هذا المستوى من الإشارة أي اختلاف بسيط بين الإشارات القادمة من الهوائيات يمكن أن يكون له تأثير مهم
شيء أخر يجب أن تتذكره أن الأكسس بوينت غالباً ما تتصل مع عدة مستخدمين موجودين في أماكن مختلفة حولها ،هؤلاء المستخدمون ليسوا دائما مستقرين في نفس المكان وهذا يؤثر على مسار الإشارة الراديوية
الأكسس بوينت عليها أن تتعامل مع إرسال البيانات بشكل مختلف عن استقبال البيانات
عندما الأكسس بوينت تريد إرسال البيانات إلى المستخدم فإنه لا يوجد طريقة لتحديد أي هوائي سوف يؤمن للمستخدم استقبال أفضل
الأكسس بوينت ترسل البيانات باستخدام الهوائي الذي استقبل البيانات حديثاً
هذه العملية تسمى transmit diversity
ليست كل أجهزة الأكسس بوينت تدعم هذه الخاصية
هناك العديد من أشكال تنوع الهوائيات ،جهاز اللابتوب ذو كرت الشبكة اللاسلكية المدمج داخلياً يستخدم عدة هوائيات موجودة على أطراف شاشة اللابتوب
بسبب خاصية half-duplex للوسط الراديوي (لا يمكن أن ترسل وتستقبل في نفس الوقت) الجهاز الذي يرسل فريم من أحد الهوائيات لا يستطيع استقبال أي فريم من الهوائي الأخر في نفس الوقت

Multiple-Input Multiple-Output(MIMO):

الدخل المتعدد والخرج المتعدد:

هو تقنية متطورة من diversity antenna
بشكل مختلف عن أنظمة الهوائيات التقليدية ،عند وجود مسارات متعددة أنظمة MIMO تستفيد من هذه المسارات المتعددة
يتم استخدام تقنيات معالجة للإشارة معقدة تمنح تحسينات في الموثوقية ومجال التغطية و الإنتاجية
هذه التقنية ترسل البيانات باستخدام عدة إشارات راديوية متزامنة ،المستقبل بعدها يقوم بإعادة بناء البيانات من هذه الإشارات بعد استقبالها
التعديل 802.11n يتضمن تقنية MIMO
العنصر الرئيسي عند تركيب جهاز يدعم MIMO هو أن تكون الإشارات المرسلة تسلك مسارات متعددة ويتم ذلك بوضع أو توجيه الهوائيات بشكل مختلف قليلاً

هذا يساعد بالحصول على تأخير بين الإشارات وهذا يساعد على زيادة قدرة مستقبل MIMO على معالجة الإشارات المختلفة
تقنية MIMO سوف تشرح بالتفصيل بالفصل 18

MIMO Antennas:

هوائيات MIMO:

مع الحاجة لزيادة إنتاجية واستطاعة الشبكات اللاسلكية أصبح تركيب أجهزة 802.11n أمر عادي ، تركيب 802.11n ليس فقط في indoor networks ولكن أيضا في Outdoor network and point-to-point network
هوائيات MIMO هو خيار مهم لكل هذه البيئات

Indoor MIMO Antennas:

عادتاً ليس هناك قرارات معقدة فيما يخص Indoor MIMO Antennas
معظم مشاريع MIMO access point الجديدة لها هوائيات مدمجة داخل هيكل الأكسس بوينت ،إذا لم تكن الهوائيات مدمجة فإن MIMO access point غالباً ما يكون لها Three omnidirectional antenna ثلاث هوائيات متعددة الجهات توصل مباشرة بالأكسس بوينت
في بعض الحالات الهوائيات يمكن فصلها ليكون لك الخيار باستخدام هوائيات ذات ربح أكبر عند تركيب MIMO antenna وبشكل مختلف عن diversity antenna
لا يجب أن تكون الهوائيات في نفس الجهة ، أحد الهوائيات يكون عامودياً والأخر يجب أن يمال
من المحتمل وجود أكثر من سطح عاكس في بيئة معينة ، هذه البيئة ستؤمن لنفسها المسارات المتعددة الضرورية للإشارات المختلفة
إمالة الهوائي قليلاً 30 to 45 degrees ليست بالفكرة السيئة للحصول على مسارات متعددة
الهوائيات لا يجب أن توضع بشكل متوازي
الهدف من إمالة الهوائيات هو المساعدة على خلق مسارات متعددة وليس تغير نمط إشعاع الهوائي

Outdoor MIMO Antennas:

معظم outdoor access point الحالية تملك هوائيين
كما في indoor MIMO access point المسارات المتعددة تؤمن معدل نقل بيانات أعلى
لذلك من المهم أن تحاول تغيير مسار الإشعاع من الهوائيين بينما تحافظ على نفس مجال التغطية لكلا الهوائيين
في outdoor environment تحقيق هذا الهدف يتطلب معرفة تقنية أكثر ويتم الحصول على الغاية المطلوبة بترك اختيار الهوائيات للمُصنع أو مصمم الشبكة
لذلك العديد من مصنعي الأكسس بوينت والهوائيات يصممون

Both omnidirectional and directional antenna
لتستطيع أن تميز إشارتين مختلفتين directional MIMO antenna تدمج عناصر لهوائيين في جسم هوائي واحد ، أحد الهوائيات يركب باستقطاب أفقي والهوائي الأخر يركب باستقطاب عامودي ، الهوائي يحتاج لموصليين لوصل بالأكسس بوينت
لتأمين omnidirectional MIMO coverage تغطية بجميع الجهات باستخدام تقنية ميمو هناك أزواج خاصة من الهوائيات المتعددة الاتجاهات
Special pairs of omnidirectional antenna كل زوج مكون من هوائي متعدد الجهات باستقطاب عامودي وهوائي أخر متعدد الجهات باستقطاب أفقي
من الغريب قليلاً استخدام هذا النوع من الهوائيات لأنه إذا أردت وصل هوائيات متعددة الاتجاهات مع أكسس بوينت قديمة non-802.11n يجب أن تشتري هوائيات متشابها في outdoor MIMO omnidirectional antenna الهوائيات يتم شراءها كمجموعة وتكون مختلفة في الطول والعرض بسبب اختلاف استقطاب كل هوائي
إذا لم تكن مطلع على هذه الأزواج الجديدة ستعتقد أنك قد اشتريت المنتج الخطأ لان الهوائيات لا تبدو متشابها

Antenna Connection and Installation:

تجهيزات وموصلات الهوائي:

إذا لم يتم وصل الهوائي بالشكل الصحيح فإن الفائدة التي يقدمها الهوائي للشبكة ستكون معدومة
هناك ثلاث أشياء أساسية للتركيب الصحيح للهوائي
نسبة الأمواج المستقرة (VSWR)
خسارة الإشارة
التركيب العملي للهوائي

Voltage Standing Wave Ratio(VSWR):

نسبة الأمواج المستقرة الجهدية:

هو قياس لتغير المقاومة لإشارة التيار المناوب
VSWR موجودة بسبب عدم التماثل بالمقاومات impedance mismatch بين عناصر نظام الاتصال الراديوي أو بسبب اختلاف مقاومة أجهزة نظام الاتصال الراديوي
المقصود بالمقاومة هو المقاومة الكهربائية للتيار المتناوب وتقاس بالأوم ohm
عندما يولد المرسل إشارة التيار المتناوب هذه الإشارة تنتقل على طول الكبل لتصل إلى الهوائي وتسمى بالأمواج المتقدمة
بعض هذه الطاقة تنعكس وتعود للمرسل بسبب عدم التماثل بالمقاومات وتسمى الأمواج المنعكسة

عدم التماثل يمكن أن يحدث في أي مكان على طول مسار الإشارة ولكن غالباً ما يحدث نتيجة التغير المفاجئ للمقاومة بين المرسل وسلك التوصيل أو بين سلك التوصيل والهوائي
SWR:هي النسبة بين جهد الأمواج المنعكسة وجهد الأمواج المتقدمة في نقطة معينة من مسار الإشارة ويرمز لها بالحرف اللاتيني rho (ρ)

عندما تقدر هذه الكمية بالديسيبل تسمى خسارة العودة return loss
في النظام المثالي حيث لا يوجد عدم تماثل في المقاومات (المقاومة نفسها في أي مكان) كل الطاقة المتقدمة سوف تسلم للهوائي (باستثناء خسارة الأسلاك) وبالتالي لن يكون هنالك أمواج منعكسة وفي هذه الحالة الكبل يكون ملائم (matched)
عندها الطاقة المنعكسة صفر وخسارة العودة لانهاية
المزيج من الأمواج المتقدمة والأمواج المنعكسة الموجودة على طول السلك توجد ما يسمى أنماط الأمواج المستقرة وهي أنماط دورية تكرر نفسها periodic (it repeats)
وتظهر على شكل قمم وانخفاضات من الجهد والتيار والاستطاعة
VSWR هو علاقة عددية بين أعظم قيمة جهد في خط النقل (قيمة الجهد المولدة في المرسل) وأصغر قيمة جهد في خط النقل (المسلمة للهوائي)
VSWR هو نسبة بين الممانعات الغير متماثلة
النسبة 1:1 هي نسبة مثالية ولا يمكن الحصول عليها
والقيمة المثالية تكون بين 1.1:1 to 1.5:1
قيمة VSWR في التطبيقات العسكرية هي 1.1:1

$$VSWR = V_{max} \div V_{min}$$

عندما تكون مقاومة المرسل والكبل والهوائي متلائمة matched لن يكون هناك أمواج مستقرة there are no standing waves وقيمة الجهد ستبقى ثابتة على طول الكبل
هذا الكبل الملائم matched cable يسمى الخط المسطح flat line لأنه لا يحوي على قمم وقاعات للجهد المنتشر خلاله وفي هذه الحالة يكون VSWR= 1:1
عندما تزداد درجة عدم التماثل mismatch فإن VSWR ستزداد أيضاً وبالتالي تقلل كمية الطاقة المُسلمة للهوائي

الجدول التالي يظهر هذا التأثير:

TABLE 4.2 Signal loss caused by VSWR

VSWR	Radiated power	Lost power	dB power loss
1:1	100%	0%	0 dB
1.5:1	96%	4%	Nearly 0 dB
2:1	89%	11%	< 1 dB
6:1	50%	50%	3 dB

إذا كانت VSWR كبيرة ، هذا يعني أن كمية كبيرة من الجهد قد انعكست وعادت باتجاه المرسل وهذا بالتأكيد سيقلل طاقة أو مطال الإشارة المرسلة

هذه الخسارة تسمى خسارة العودة return loss وتقاس بالديسيبل

هذه الطاقة المنعكسة ستعود إلى المرسل ،إذا لم يكن المرسل محمي من طاقة الانعكاس الزائدة سوف تزداد حرارة المرسل ويتعطل

أول شيء يمكن أن تفعله لتقليل VSWR هو أن تتأكد من أن مقاومات جميع معدات الشبكة اللاسلكية متساوية

معظم معدات الشبكات اللاسلكية لها مقاومة 50 ohms ولكن يجب أن تفحص الكتيب المرفق مع الجهاز لتتأكد من ذلك

عندما توصل مكونات مختلفة تأكد من أنك ركبت جميع الموصلات بشكل صحيح وأنها مشدودة بشكل جيد

Signal Loss:

خسارة الإشارة:

عند وصل الهوائي مع المرسل يجب أن تتأكد من أن معظم الإشارة التي تم توليدها في المرسل ستُسلم للهوائي ، لتحقيق ذلك يجب أن تشتري نوع خاص من الكبلات والموصلات ذات التخميد القليل لوصل المرسل مع الهوائي ، إذا استخدمت معدات رخيصة أو رديئة أو إذا لم تركب أو توصل الهوائي بشكل صحيح فإن الأكسس بوينت ستعمل بأقل من استطاعتها المثالية

Antenna Mounting:

تركيب الهوائي:

التركيب الصحيح للهوائي مهم جداً ، يجب أن تأخذ بعين الاعتبار عند تركيب الهوائي النقاط التالية:

- Placement
- Mounting
- Appropriate use and environment
- Orientation and alignment
- Safety
- Maintenance

- الموقع
- التركيب
- الاستخدام والبيئة المناسبين
- التوجيه والانحياز
- السلامة
- الصيانة

Placement:

الموقع:

تحديد موقع الهوائي يعتمد على نوع هذا الهوائي

عند تركيب هوائي متعدد الجهات omnidirectional antenna يجب وضع هذا الهوائي في منتصف المنطقة المراد تغطيتها

تذكر أن low-gain omnidirectional الهوائي المتعدد الجهات ذو الربح القليل يؤمن منطقة تغطية شاقولية أكبر (أعرض) من الهوائي المتعدد الجهات ذو الربح العالي High-gain omnidirectional

وأن الهوائي متعدد الجهات ذو الربح العالي يؤمن منطقة تغطية واسعة (عريضة) أفقياً

انتبه عند تركيبك لهوائي متعدد الجهات ذو ربح عالي على ارتفاع عالي(بسبب ضيقة منطقة تغطيته الشاقولية) يمكن أن يصل للمستخدم المتوضع على سطح الأرض إشارة ضعيفة وغير كافية

عند تركيبك لهوائي موجه directional antenna تأكد من معرفة عرض الحزمة الشاقولية والأفقية لهذا الهوائي لتتمكن من توجيه الهوائي بشكل صحيح

وتأكد من كمية الربح التي يضيفها الهوائي للطاقة المرسلة ، إذا كانت الإشارة قوية جداً يمكن أن تتجاوز المنطقة المراد تغطيتها وهذا يشكل خطر على حماية الشبكة security risk

عند تركيبك لهوائي موجه في مكان خارجي outdoor directional antenna يجب أن تقوم بحسابات منطقة فرينل

Indoor Mounting Considerations:

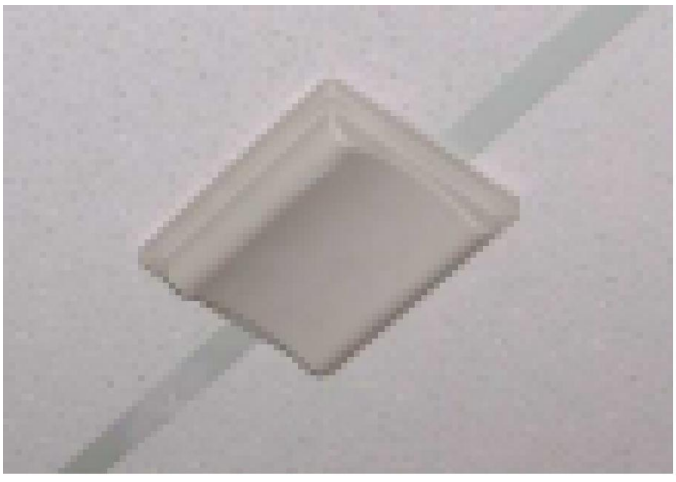
اعتبارات التركيب داخلياً:

بعد أن تقرر وتحدد مكان تركيب الهوائي الخطوة التالية هي أن تقرر كيفية تركيبه
هناك عدة طرق لتركيب الهوائي داخلياً ، معظم الأكسس بوينت لها فتحتان لتثبيتها بواسطة براغي على الجدار
معظم enterprise-class access points تملك معدات تركيب تسمح لك بتركيب الأكسس بوينت على الجدار أو السقف ، العديد من هذه الأدوات مصممة لتسهل الوصول للقضبان المعدنية المتدلية من السقف
جمالية الموقع وحماية الأكسس بوينت يجب أن ينالا جزء من اهتمامك
العديد من المنظمات وخاصة التي تؤمن الخدمات للمشافي والفنادق تهتم جداً في جمالية الموقع عند تركيب الأكسس بوينت والهوائيات

Installed Antenna

Part Number: 416938
TerraWave Part Number T5804SO23602
5 GHz 4.5 dBi Diversity Omni Antenna with RPTNC Connectors

Part Number: 448915
TerraWave Part Number: M6020045O23602
2.4/5 GHz 2/4.5 dBi Dual Band Diversity Omni Antenna w/ RPTNC Connectors



منظمات أخرى و التي تؤمن الخدمات للمدارس والأماكن العامة تهتم بحماية الأكسس بوينت والهوائيات من السرقة أو التخريب ، الأكسس بوينت يمكن أن تقفل داخل صندوق حماية مع كبل قصير لوصلها مع الهوائي

لاعتبارات الحماية يتم تركيب الهوائيات في مناطق عالية على الجدران أو الأسقف وذلك لتقليل احتمالية سرقتها أو الوصول الغير مخول لها
إذا ركبت الهوائيات على أسقف منخفضة يمكن أن تكون هدفاً للأطفال للقفز إليها وضربها أو رمي أشياء عليها وتحريكها
هذه الأمور يجب أن تؤخذ في الحسبان عند اختيار مكان تركيب الهوائي

Outdoor Mounting Considerations:

اعتبارات التركيب خارجياً:

العديد من الهوائيات وخاصةً الهوائيات الخارجية تركب على عواميد أو أبراج
من الشائع استخدام كلاب شد و مسمار على شكل حرف U clamps and U-bolts لتثبيت الهوائي على العامود
لتركيب الهوائيات الموجهَ وهناك معدات خاصة لها قابلية للإمالة و التدوير لتسهيل عملية التوجيه
إذا أردت تركيب هوائي في منطقة شديدة الرياح يجب أن تركب الهوائي بشكل متين ليصبح قادراً على تحمل الرياح

Appropriate Use and Environment:

الاستخدام والبيئة الصحيحة:

تأكد من عدم استخدامك ل indoor access point and antenna في Outdoor communication
الأكسس بوينت والهوائيات الخارجية مصممة بشكل خاص لمقاومة الرياح والحرارة التي يمكن أن تتعرض لها
ولمقاومة عناصر أخرى كالمطر والثلج والضباب ، بالإضافة للتركيب الصحيح للجهاز يجب أن تتأكد من أن الجهاز الذي تركبه مصمم للبيئة التي تريد التركيب بها
مع توسع الشبكات اللاسلكية فإنه من الشائع تركيب أجهزة الشبكات اللاسلكية في المناطق القاسية أو حتى المناطق القابلة للاشتعال كالمناجم أو حقول النفط ، تركيب الأكسس بوينت أو الهوائي في هذه البيئات يتطلب اعتبارات خاصة للجهاز المستخدم أو وضع الجهاز في غلاف خاص

Orientation and Alignment:

التوجيه والانحياز:

قبل تركيب الهوائي يجب أن تقرأ نصائح المُصنع
هذه النصائح مهمة وخاصة عند تركيب هوائي موجه directional antenna
بما أن الهوائي الموجه يمكن أن يكون له عرض حزمة أفقي وشاقولي مختلف ولأنه يمكن أن يركب باستقطاب مختلف

- تأكد من أن استقطاب الهوائي في كلا طرفي الاتصال الموجه
- حدد طريقة التركيب وتأكد من ملائمة الطريقة مع موقع التركيب
- انحياز أو جهة الهوائي

تذكر أنك يجب أن تركب الهوائي مع إمكانية إمالته أفقياً

- تأكد من حماية الكبلات والموصلات من العوامل الجوية وحمايتهم من التحرك
- وثق وصور كل عمليات التركيب لأنها يمكن أن تساعدك في حل المشاكل في المستقبل

كما ذكرنا سابقاً في هذا الفصل فإن 802.11n and mimo وخاصة
Outdoor omnidirectional MIMO antenna هي مصممة لتركب على شكل أزواج أحد الهوائيات يولد إشارة باستقطاب أفقي والهوائي الأخر يولد إشارة باستقطاب عامودي

Safety:

السلامة:

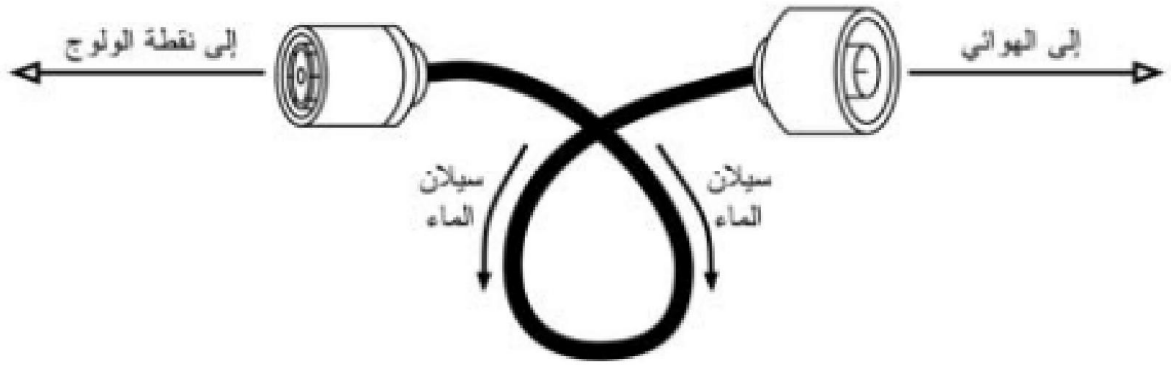
تركيب الهوائي يتطلب تسلق السلالم أو الأبراج أو الأسطح ويجب أن تكون حذراً أثناء قيامك بذلك
خطط للتركيب قبل البدء بعملية التركيب وتأكد من انك تملك الأدوات والمعدات اللازمة لتركيب الهوائي
كن حذراً عند العمل مع الهوائي أو بجانبه ، الهوائيات ذات التوجيه العالي تركز كمية كبيرة من الطاقة الراديوية وهذه الطاقة يمكن أن تضر بصحتك
لا تشغل الهوائيات عندما تعمل معها ولا تقف أمام هوائيات أخرى متوضعة بجانب مكان تركيب هوائييك ، أنت لا تعرف تردد الطاقة الصادرة عن هذه الهوائيات الأخرى ولا المخاطر الصحية التي يمكن أن تتعرض لها
عند تركيب هوائي (أو أي جهاز) في السقف أو على عامود تأكد من تثبيتها بشكل جيد
إذا كان تركيب الهوائيات هو جزء من عملك ننصحك بأن تأخذ كورس
RF health and safety course
إذا كنت بحاجة لتركيب هوائي في مكان عالي جداً يجب أن تستأجر خبير لتركيبه
إذا كنت تخطط أن تكون تركيب المعدات اللاسلكية كمهنة لك يجب أن تعرف سياسة الحماية المصدق عليها من منظمات الحماية المحلية ويجب أيضاً أن تحصل على شهادة وتدريب في

التسلق الآمن وتدريب على RF safety كما ينصح بتعلم الإسعافات الأولية وCPR إنعاش قلبي رئوي طارئ

Maintenance:

الصيانة:

هناك نوعان للصيانة: وقائية وتشخيصية
عندما تركب هوائي من المهم أن تمنع حدوث المشاكل في المستقبل وذلك بسبب صعوبة الوصول للهوائي بعد تركيبه
عند تركيب الهوائي تأكد من أن جميع البراغي مشدودة بإحكام وان جميع الكبلات مربوط بشكل جيد ولن تتأثر بالرياح
للحماية من ضرر الماء مد الكبلات داخل أنابيب تيوب لتقلل مخاطر الماء على الكبلات والموصلات
طريقة أخرى شائعة هي استخدام لاصق كهربائي وصمغ ، عند استخدام الصمغ يجب أن تكون أول طبقة هي اللاصق الكهربائي ثم الصمغ فوقها لتتمكن من نزع الموصل واستخدامه مرة أخرى إذا كان الصمغ أول طبقة فإنه من المستحيل نزع الموصل
طريقة أخرى هي حلقة drip loop هذه الحلقة تمنع الماء من التدفق للأسفل على الكبل أو الموصل وتصل إلى ثقب الكبل الموجود في جدار المبنى ، الماء الذي يتدفق على الكبل سوف يصل إلى قاع الحلقة ويقطر من خلالها



شكل 8.6: تتيح هذه الحلقة سيلان الماء باتجاه يبعده عن الموصلات.

الهوائيات تركب وتنسى إلى أن تتوقف عن العمل ، من المستحسن إجراء فحص بصري للهوائي بشكل دوري والتحقق من حالته بمراجعة توثيقات التركيب ، إذا كان الوصول للهوائي صعب جداً يمكنك استخدام منظار أو كميرا ذات زوم عالي لتأدية هذه المهمة

Antenna Accessories:

لوازم الهوائيات:

Cables:

الكابلات:

التركيب الخاطئ أو الاختيار الخاطئ للكابلات يمكن أن يؤثر بشكل سلبي على الاتصال الراديوي و بشكل أكبر من أي عناصر أخرى أو أي مؤثرات خارجية
من المهم أن تتذكر ذلك عند تركيبك لكابلات الهوائي الاعتبارات التالية

- تأكد من اختيارك للكبل الصحيح
مقاومة الكبل يجب أن تكون مماثلة لمقاومة الهوائي ومقاومة المرسل ، إذا لم تكن المقاومات متلائمة mismatch فان خسارة العودة من VSWR سوف تؤثر على الوصلة
- تأكد من أن الكبل الذي اخترته يدعم التردد الذي تستخدمه ، مُصنعوا الكبلات يذكرون ترددات القطع cutoff frequencies التي تكون أقل و أعلى من الترددات التي يدعمها الكبل ، غالباً ما تسمى بالاستجابة الترددية frequency response
LMR هي ماركة مشهورة للكابلات المحورية coaxial cable تستخدم في الاتصالات الراديوية
LMR-1200 لا تعمل مع التردد 5 GHz ولكنها تعمل مع التردد 2.4 GHz
LMR-900 تعمل مع التردد 5 GHz
- الكابلات تسبب تخميد للإشارة في الوصلات الراديوية
لتحديد كمية هذا التخميد ، مُصنعوا الكابلات يوفرون جداول أو حسابات لمساعدتك
الشكل التالي يظهر جدول التخميد ل LMR cable
الجانب الأيسر من الجدول يظهر الأنواع المختلفة لكابلات LMR كلما اتجهت نحو الأسفل تجد الكابلات الأفضل
الكبل الجيد يكون ثخين وقاسي وصعب التعامل معه وبالتأكيد يكون سعره أغلى
الجدول يظهر كم ديسيبل خسارة سوف يضيف الكبل للوصلة الراديوية
رأس كل عامود هو قيمة التردد المستخدم في الكبل
مثلاً 100 feet of LMR-400 cable إذا استخدم لتردد 2.5 GHz سوف يسبب خسارة للإشارة بمقدار 6 dB

FIGURE 4.21 Coaxial cable attenuation chart

Times Microwave Systems											
LMR Cable\Frequency	30	50	150	220	450	900	1,500	1,800	2,000	2,500	5,800
100A	3.9	5.1	8.9	10.9	15.8	22.8	30.1	33.2	35.2	39.8	64.1
195	2	2.5	4.4	5.4	7.8	11.1	14.5	16	16.9	19	29.9
195UF	2.3	3	5.3	6.4	9.3	13.2	17.3	19	20.1	22.6	35.6
200	1.8	2.3	4	4.8	7	9.9	12.9	14.2	15	16.9	26.4
200UF	2.1	2.7	4.8	5.8	8.3	11.9	15.5	17.1	18	20.2	31.6
240	1.3	1.7	3	3.7	5.3	7.6	9.9	10.9	11.5	12.9	20.4
240UF	1.6	2.1	3.6	4.4	6.3	9.1	11.8	13	13.8	15.5	24.4
300	1.1	1.4	2.4	2.9	4.2	6.1	7.9	8.7	9.2	10.4	16.5
300UF	1.3	1.6	2.9	3.5	5.1	7.3	9.5	10.5	11.1	12.5	19.8
400	0.7	0.9	1.5	1.9	2.7	3.9	5.1	5.7	6	6.8	10.8
400UF	0.8	1.1	1.8	2.2	3.3	4.7	6.2	6.8	7.2	8.1	13
500	0.5	0.7	1.2	1.5	2.2	3.1	4.1	4.6	4.8	5.5	8.9
500UF	0.6	0.8	1.5	1.8	2.6	3.8	5	5.5	5.8	6.6	10.6
600	0.4	0.5	1	1.2	1.7	2.5	3.3	3.7	3.9	4.4	7.3
600UF	0.5	0.7	1.2	1.4	2.1	3	4	4.4	4.7	5.3	8.7
900	0.3	0.4	0.7	0.8	1.2	1.7	2.2	2.5	2.6	3	4.9
1200	0.2	0.3	0.5	0.6	0.9	1.3	1.7	1.9	2	2.3	not supported
1700	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.9	1.3	1.4	1.5	1.7	not supported

- التخميد يزداد بازدياد التردد ، إذا انتقلت من التردد 5GHz إلى التردد 204 GHz التخميد الذي يسببه الكبل سيكون أكبر
- أما أن تشتري الكبلات قبل قطعها وتوصيلها أو أن تستأجر خبير كبلات ليقوم بالقطع والتوصيل (لسوء الحظ ستكون أنت خبير الكبلات)

التركيب الخاطئ للموصلات connectors سيضيف خسارة إضافية للوصلة الراديوية وهذا سيلغى الفائدة من النقود الإضافية التي أنفقتها لشراء كبل ذو جودة عالية

Connectors:

الموصلات:

أنواع عديدة من الموصلات تستخدم لتوصيل الهوائيات بمعدات الشبكات اللاسلكية

أحد أسباب ذلك هو أن FCC Report & Order 04-165 يطلب أن تكون المضخمات تملك أما موصلات خاصة أو نظام كشف إلكتروني وذلك لمنع استخدام الهوائيات الغير مصرح بها أو الغير مسموح بها

هذه المتطلبات وجدت لتمنع الناس من وصل هوائيات ذات ربح عالي بقصد أو بغير قصد الهوائيات ذات الربح العالي الممنوعة يمكن أن تتجاوز الحد الأعظمي من equivalent isotropically radiated power(EIRP) المسموح به من قبل FCC أو أي منظمات محلية أخرى

Antenna connection types...

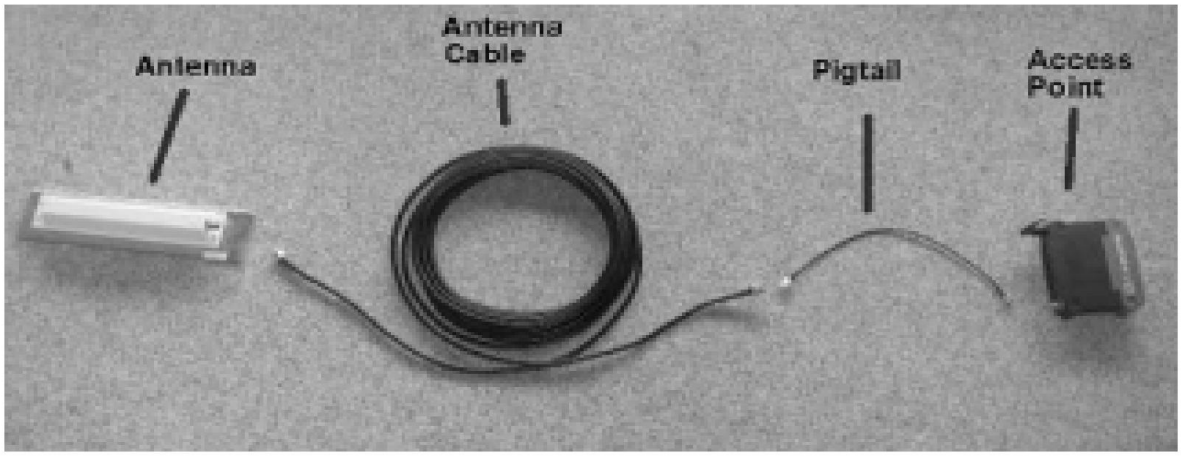
RP SMA Male RP or R = Reverse Polarity Most common in WiFi Systems	**SMA Male** Common in 2.4GHz CCTV Systems	**RP TNC**	**N-Type Male**
MC	**MCX**	**MMCX**	**U-FL**

استجابة لهذا القانون قام مُصنعوا الكبلات بإيجاد وصلة تسمى pigtail

Pigtail عادتاً تكون جزء قصير من الكبل (حوالي 2 feet) بموصلات مختلفة في كل نهاية وهي تلعب دور الموائم أو المحول adapter

استخدام pigtail adapter cables غالباً هو اختراق لقوانين المنظمات المحلية وهي تستخدم من قبل الهواة أو من قبل مركب الشبكة لأغراض تجريبية

نفس المبادئ المطبقة على الكابلات تطبق على الموصلات ، مقاومة الموصلات يجب أن تكون مماثلة لمقاومة باقي المعدات وهي تدعم مجال معين من الترددات وتسبب تخميد للإشارة



الموصلات ذات الجودة المنخفضة تسبب مشاكل VSWR ، الموصلات تسبب حوالي نصف ديسيبل خسارة لمطال الإشارة

Splitters:

الموزع:

يعرف أيضاً بموزع الإشارة أو موزع التردد الراديوي أو موزع الطاقة أو مقسم الطاقة
signal splitters, RF splitters, power splitters, and power dividers
الموزع يأخذ الطاقة الراديوية ويوزعها إلى قمسين أو أكثر

في بعض الحالات تكون بحاجة لاستخدام الموزع ، إذا كنت تريد تركيب هوائيات قطاعية على جهاز واحد ، إذا كان لديك ثلاث هوائيات قطاعية وكل هوائي يغطي 120 degree فأن بحاجة إلى موزع يوزع الإشارة إلى الهوائيات الثلاثة
بسبب استخدام الموزع الإشارة سوف تنقص لأنها قسمت إلى ثلاث أجزاء وهذا النقصان أو الخسارة تسمى through loss وكل موصل سوف يضيف خسارته للإشارة ، في هذه الحالة يوجد عدة مشاكل مختلفة يمكن أن تحدث

توصيل هذه الحالة يجب أن تتم من قبل شخص يملك معرفة موسعه بالترددات الراديوية في حالة عملية ولكنها نادرة يتم استخدام الموزع لمراقبة الطاقة التي سترسل ، الموزع يوصل مع جهاز الإرسال آو الاستقبال ويوزع الطاقة للهوائي ولجهاز قياس الطاقة ، طريقة التوصيل هذه تسمح لك بمراقبة فعالة للطاقة المرسلة للهوائي

Amplifiers:

المضخمات:

المضخم الراديوي يأخذ الإشارة المولدة من جهاز الإرسال ويقوم بزيادة مطالها ومن ثم إرسالها للهوائي

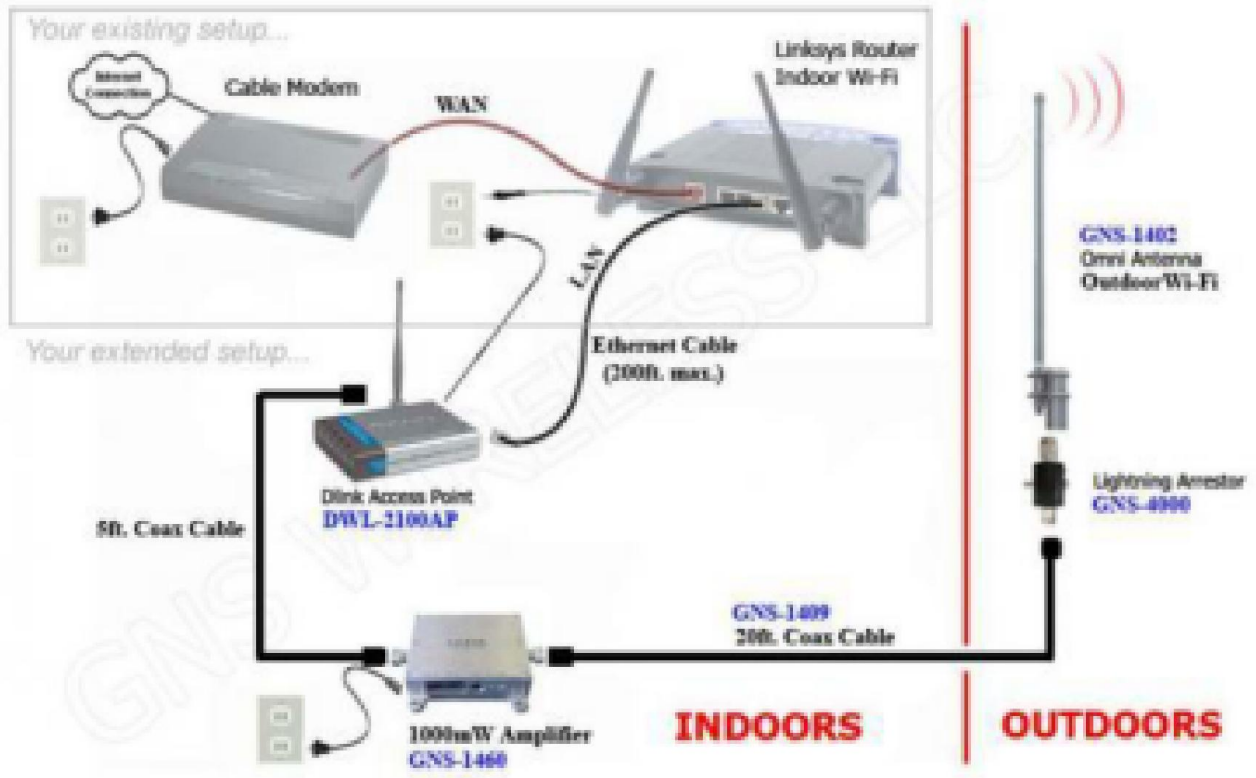
الهوائيات تؤمن ربح غير فعال للإشارة وذلك بتركيز الإشارة ، أما المضخمات تؤمن ربح فعال للإشارة وذلك بإضافة طاقة كهربائية لهذه الإشارة

المضخمات بحاجة إلى مصدر طاقة خارجي

المضخمات يمكن أن تكون باتجاه واحد unidirectional أو باتجاهين bidirectional

مضخمات الاتجاه الواحد تقوم بعملية التضخيم في جهة واحدة فقط

المضخمات بالاتجاهين تؤمن تضخيم للإشارة بالاتجاهين



الطاقة الزائدة التي يقدمها المضخم يمكن أن تتم بطريقتين:

ربح ثابت Fixed-Gain : خرج جهاز الإرسال سوف يزداد حسب قيمة المضخم

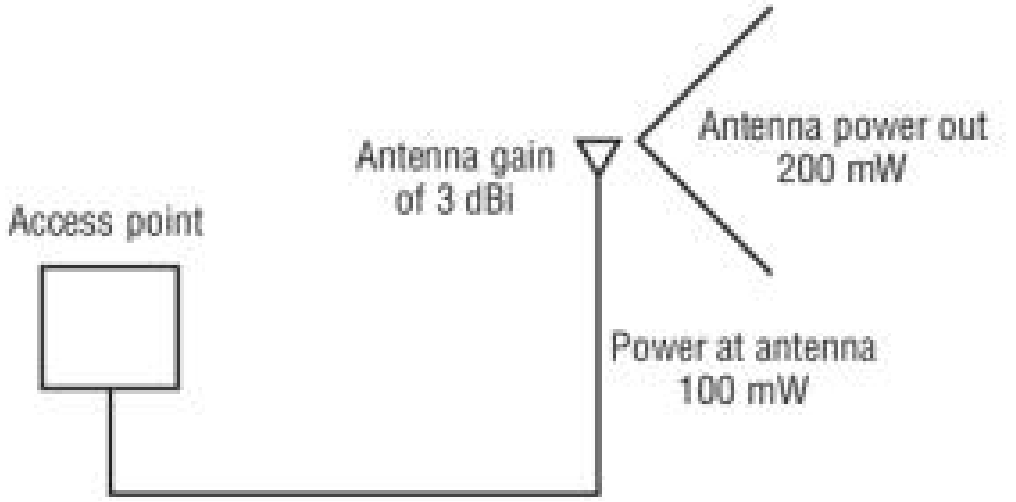
خرج ثابت Fixed-Output : خرج المضخم سيكون له قيمة ثابتة بغض النظر عن قيمة الإشارة المولدة في جهاز الإرسال

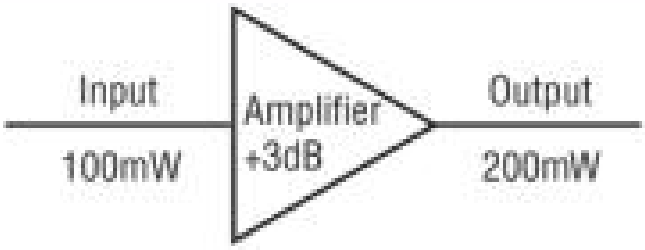
ويوجد أيضاً مضخمات ذات ربح متغير ولكن لا ينصح باستخدامها لأنها ممكن أن تزيد الربح لدرجة أن تخترق قوانين المنظمات المحلية أو تنقص الربح لدرجة أن تصبح الطاقة غير كافية بما أن المنظمات القانونية تسمح بحد أعظمي 1 watt كإشعاع معتمد intentional radiator (IR)

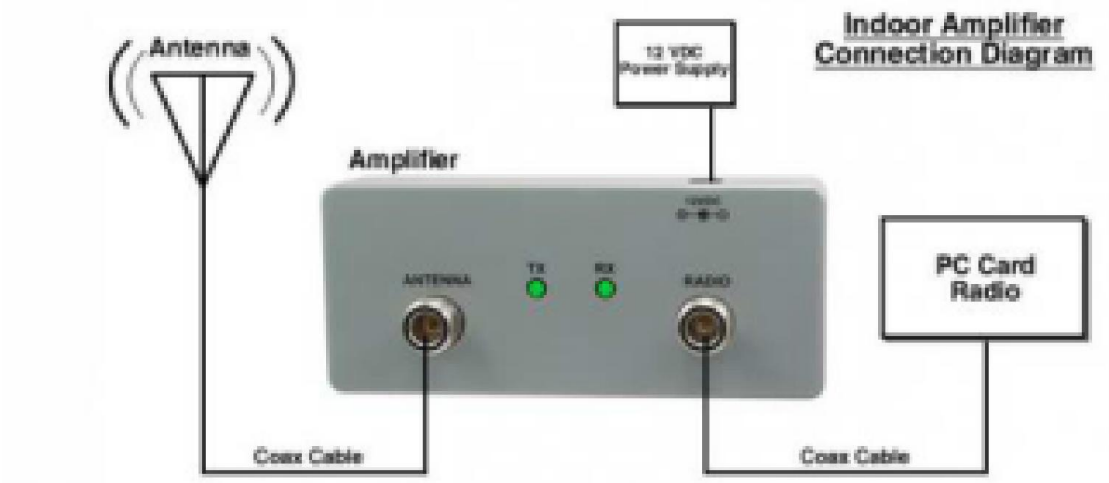
الهدف الأساسي من استخدام المضخمات هو تعويض خسارة الكبل لذلك عند تركيبك لمضخم يجب أن تركبه بأقرب ما يمكن إلى الهوائي

كبلات الهوائيات القصيرة تسبب خسارة أقل من الكابلات الطويلة

من المهم أن تعرف أن المضخمات تزيد الضجيج بالإضافة إلى زيادة شدة الإشارة في بعض الحالات النادرة فإن المضخم يمكن أن يزيد الضجيج ب 10 dB أو أكثر







Attenuators:

المخمدات:

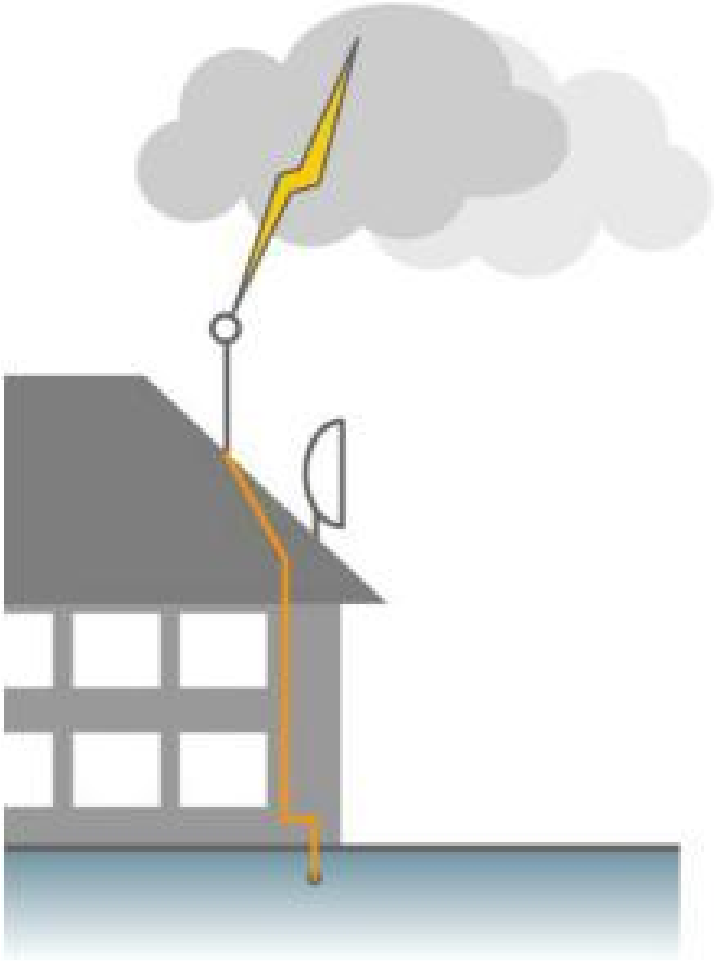
في بعض الحالات يمكن أن يكون من الضروري إنقاص كمية الإشارة المشعة من الهوائي إن أردت أن تركب وصلة short point-to-point link وأردت أن تقلل طاقة الخرج لتصغر التداخل مع إشارات أجهزة الشبكات اللاسلكية الأخرى الموجودة في نفس المنطقة إذا كانت الإشارة المتولدة في جهاز الإرسال أكبر من كمية الإشارة المرغوبة يمكنك أن تضيف خسارة ثابتة fixed-loss أو خسارة متغيرة variable-loss باستخدام المخمدات المخمد :هو جهاز صغير له موصلات للكابلات في كلا طرفيه ، وهو يقوم بامتصاص الطاقة (إنقاص الإشارة) المارة عبره

المخمدات ذات الخسارة الثابتة تؤمن قيمة dB كخسارة ثابتة
المخمدات ذات الخسارة المتغيرة تعطيك إمكانية تغير قيمة الخسارة التي تطبقها على الإشارة وهي تستخدم عادتاً في مسح الموقع الخارجي outdoor site surveys لمحاكات الخسارة المضافة أثناء عملية التكبيل
استخدام ممتع أخر للمخمدات ذات القيمة المتغيرة لفحص هامش التلاشي الفعلي في وصلات actual fade margin on a point-to-point link بزيادة تدريجية للتخميد إلى أن تتوقف الوصلة عن العمل ، ثم تستخدم هذا الرقم لتحديد قيمة هامش التلاشي الفعلية للوصلة

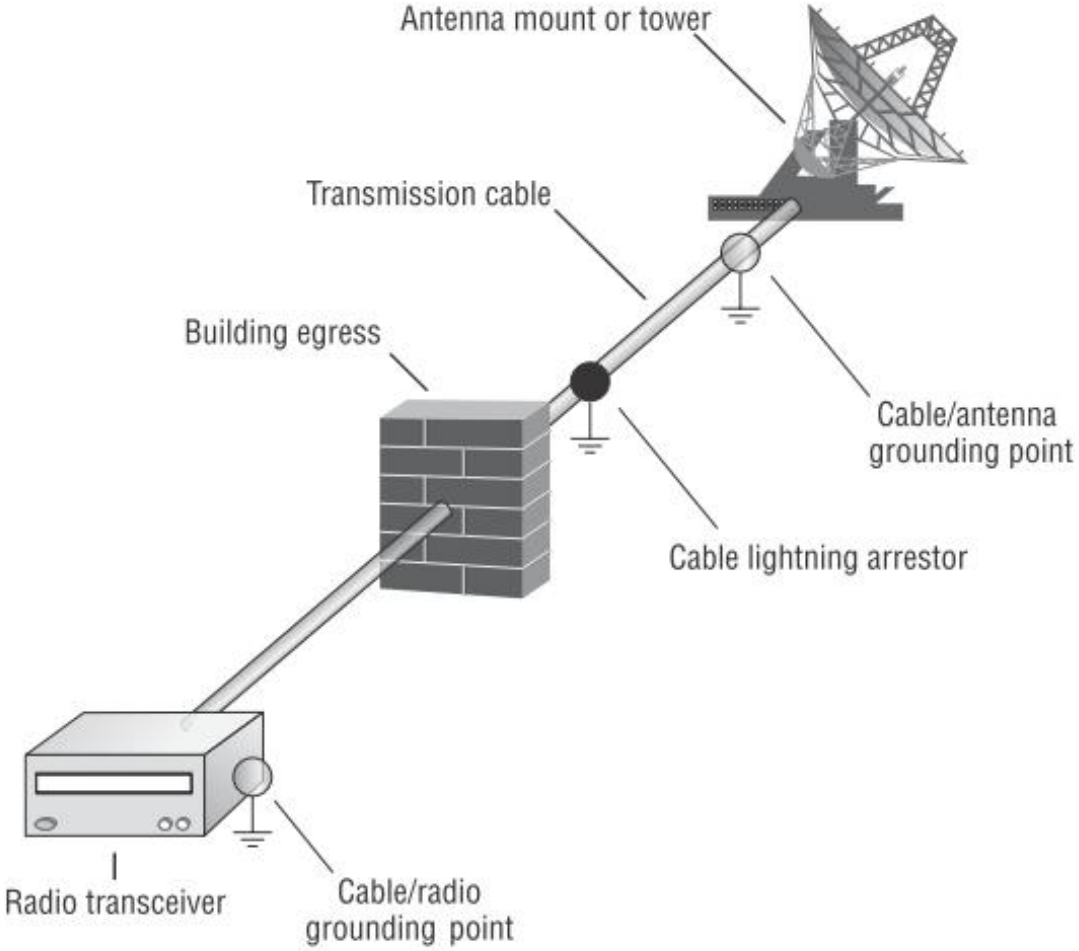
Lightning Arrestors:

مانعات الصواعق:

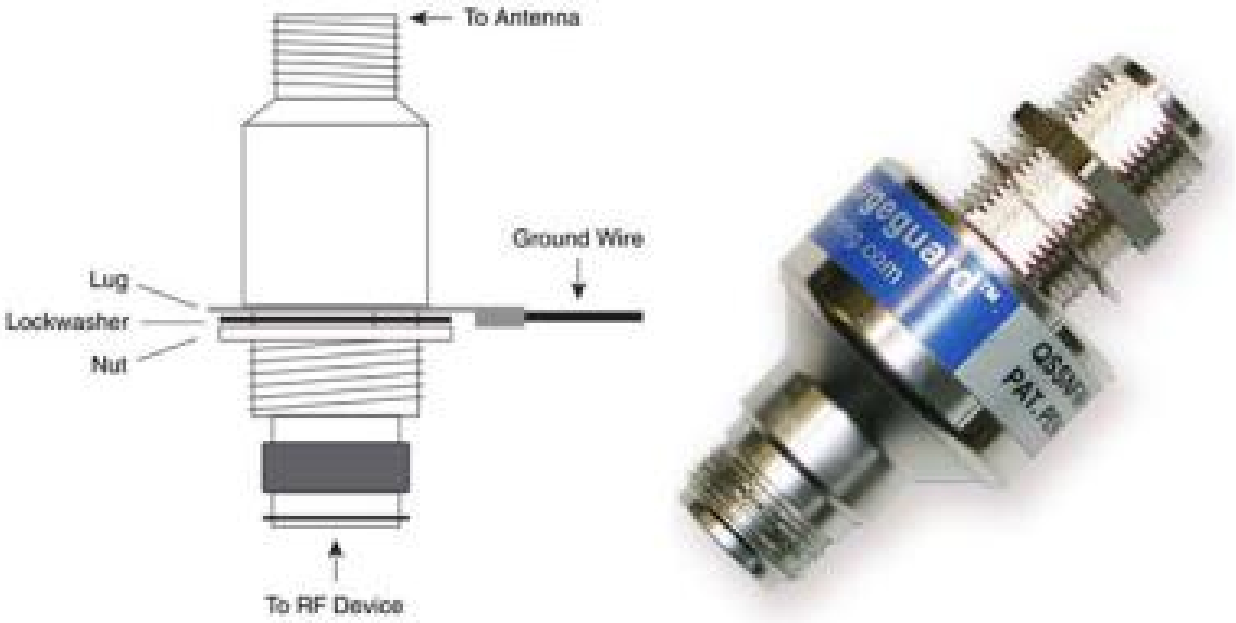
الغاية من استخدام مانعة الصواعق هو توجيه التيارات المتولدة في الهوائي بسبب ضربات الصواعق بجانب الهوائي (ضربات تحريضية) إلى الأرض بدلاً من أن تصل إلى أجهزة الشبكة وتسبب تخريبها



لا تعتبر حماية تجهيزات الشبكات اللاسلكية من أثار الصواعق مهمة سهلة و لا توجد أي ضمانات لتجنب حدوث ضربات الصواعق حتى عند توخي أقصى درجات الحيطة ولكن استخدام أساليب الحماية سيساعد على زيادة مستوى الحماية
مانعات الصواعق تستخدم لحماية الأجهزة والمعدات الكهربائية من الضربات المفاجئة للصواعق بجانب الهوائي (ضربات تحريضية) أو أي قيمة كهربائية زائدة
لابد أنك قد لاحظت أننا نقول ضربات الصاعقة بجانب الهوائي (تحريضية)، مانعة الصواعق لا يمكنها حماية ضربات الصواعق المباشرة للهوائي أو للبرج
IEEE قررت أن تكون مانعات الصواعق قادرة على إعادة توجيه التيار المؤقت بأقل من 8 microseconds معظم مانعات الصواعق قادرة على فعل ذلك بأقل من 2microseconds ، مانعات الصواعق تركب بين جهاز الإرسال أو الاستقبال والهوائي أي أجهزة ستركب بين الهوائي ومانعة الصواعق لن تكون محمية لذلك مانعة الصواعق يجب أن تركب أقرب ما يمكن إلى الهوائي وكل أجهزة الاتصالات (مضخمات – مخمدات) يجب أن تركب بين مانعة الصواعق وجهاز الإرسال أو الاستقبال
الشكل التالي يظهر تأريض صحيح للأجهزة الراديوية والكبلات والهوائي وجهاز الإرسال

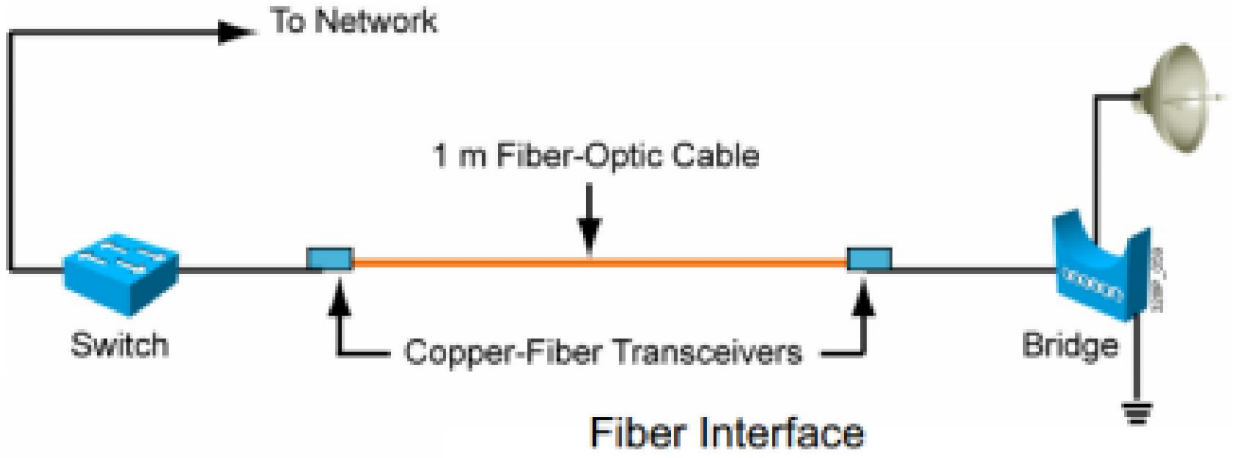


مهمة مانعة الصواعق هي حماية المعدات من الصدمات الكهربائية ويمكن أن يحل محلها صمام فيوز fuse



معظم مانعات الصواعق تركب على حافة المبنى وكبل التأريض يركب بجانب الهوائي

Fiber-optic cable الكابلات الضوئية الفايبر يمكن أن تستخدم للحماية من الصواعق المحتملة ، وصلة قصيرة من الكبل الضوئي يمكن أن تركيب بدلاً من الكبل الذي يصل الهوائي بباقي معدات الشبكة



Ethernet-to-fiber adapters محولات من أيثرنت إلى فايبر تقوم بتحويل الإشارة الكهربائية في الإيثرنت إلى إشارة ضوئية للفايبر ثم إعادتها إلى إشارة كهربائية لتعود إلى الإيثرنت

لأن الفايبر مكون من الزجاج ويستخدم الضوء وهو لا ينقل الإشارات الكهربائية فهو لا يمرر التيار الناتج عن ضربات الصواعق

يجب أن تتأكد من أن تغذية ال adapters محمية بشكل جيد

الفايبر يلعب دور الحماية من higher transient current وحتى من ضربات الصواعق المباشرة

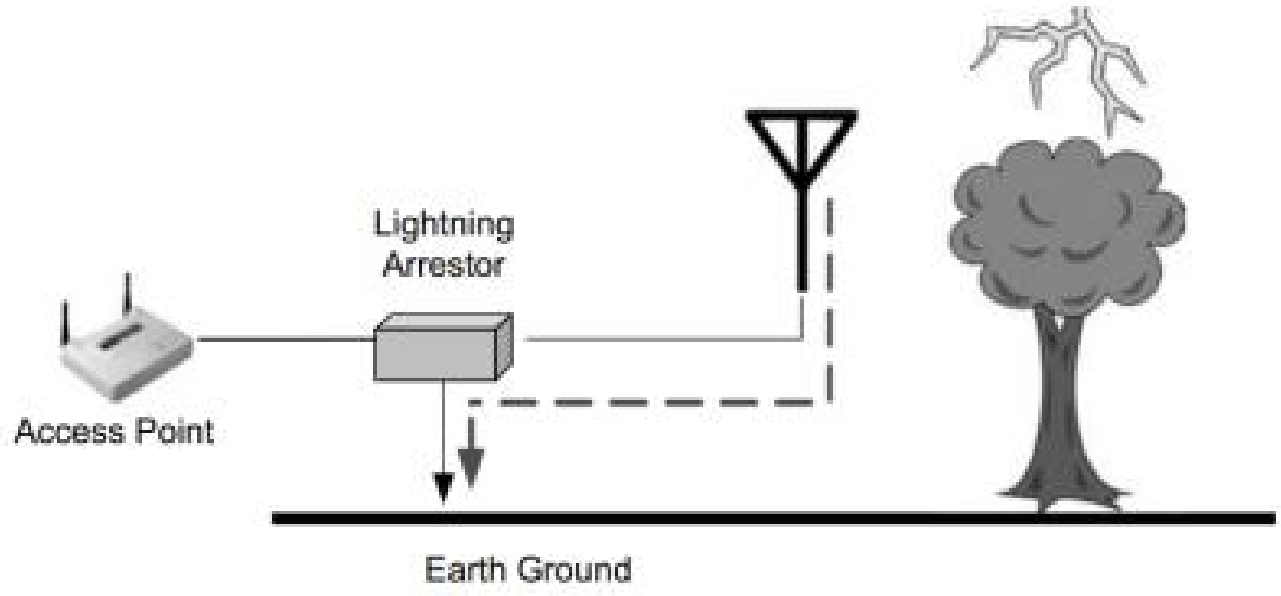
في حال ضربة الصاعقة المباشرة direct lightning strike يمكن أن يحدث قوس كهربائي فوق الفايبر ويسبب ضرر للمعدات في الطرف الأخر للفايبر ، التأريض الجيد للكابلات يمكن أن يحمي من حدوث ذلك

Grounding Rods and Wires:

أسلاك وقضبان التأريض:

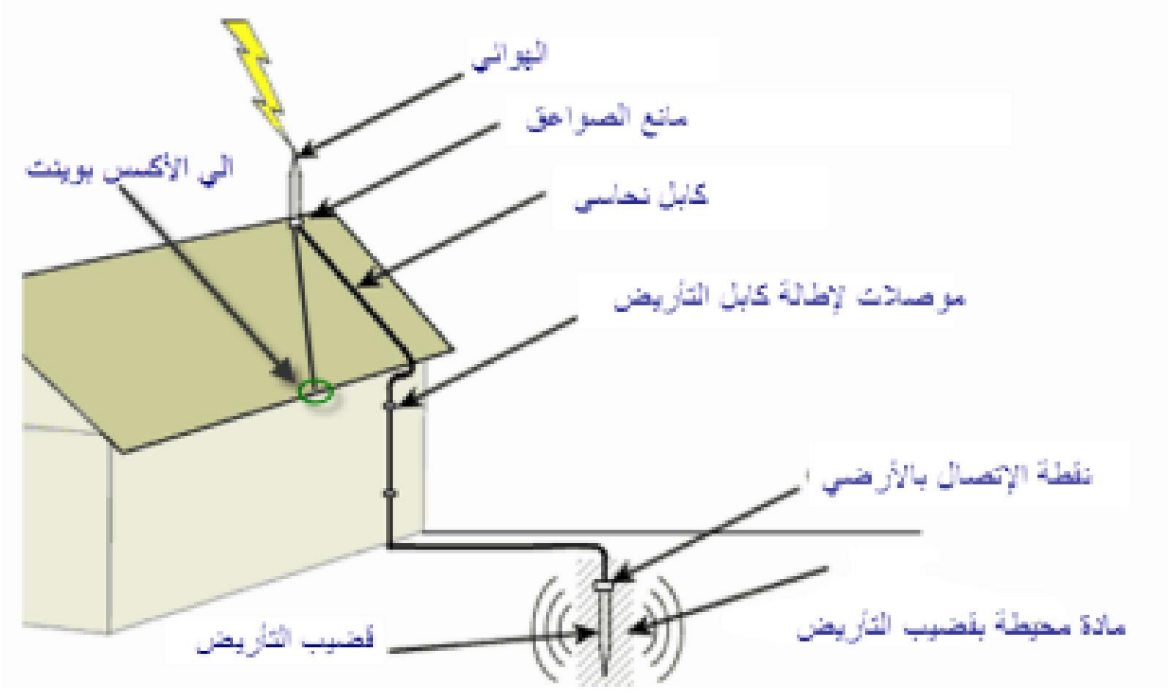
عندما تضرب الصاعقة شيء ما فإنها تبحث عن المسار ذو المقاومة الأقل لتمر عبر ويجب أن يكون هو مسار الحماية من الصواعق ومعدات التأريض

نظام التأريض (المكون من قضيب وأسلاك التأريض) يؤمن مسار ذو مقاومة قليلة ومتصل بالأرض ، هذا المسار وجد ليجعل الصاعقة تمر عبره إلى الأرض بدلاً من أن تمر عبر المعدات الكهربائية الغالية

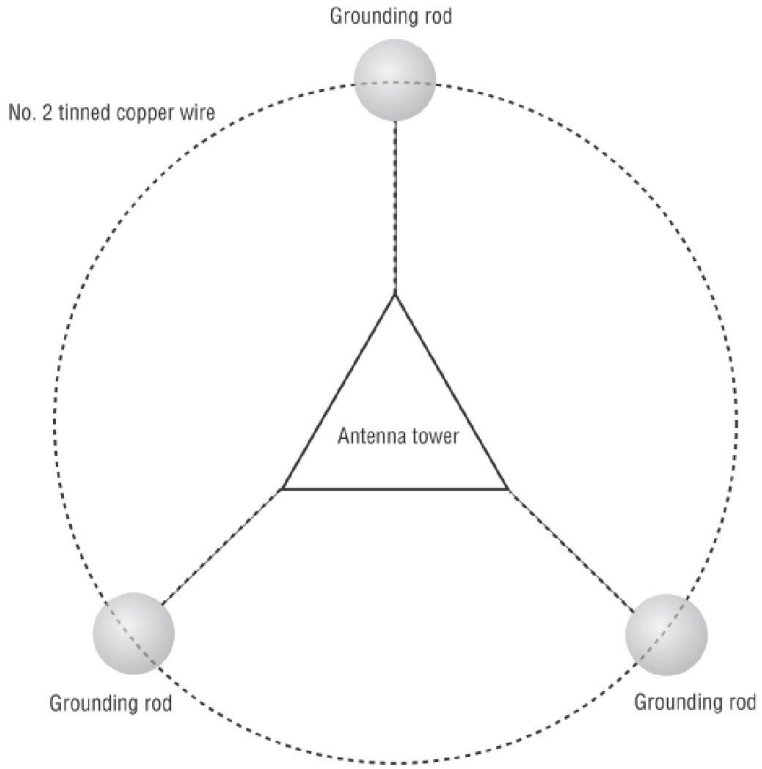


طريقة التأريض هي باستخدام قضيب نحاسي يوضع داخل الأرض ويوصل مع المعدات الكهربائية والإلكترونية بواسطة الأسلاك ، قضيب التأريض يجب أن يكون طوله 6 feet على الأقل ويجب أن يكون مدفون داخل الأرض ، يجب أن تترك جزء من القضيب يكون كافي لوصله مع أسلاك التوصيل

عند تركيبك لهذه الوصلة تكون قد خلقت مسار ذو مقاومة أقل من مقاومة معداتك الكهربائية والصاعقة يجب أن تسلك هذا المسار لتصل للأرض



في الأبراج يوضع قضيب التأريض لكل دعامة مع No. 2 tinned copper wire سلك نحاسي مغلف يلحم مع دعامة البرج


Grounding rod
No. 2 tinned copper wire
Antenna tower
Grounding rod
Grounding rod

في نهاية هذا الفصل سأضع بعض الصور لهوائيات يمكن أن تصنعها بنفسك

شكل 4.8: الهوائي المسطح ذو ربع طول الموجة.

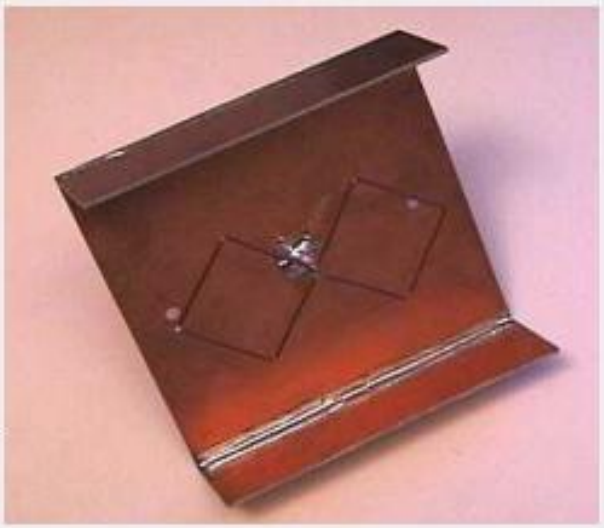
هوائي دش مع هوائي كانتينا

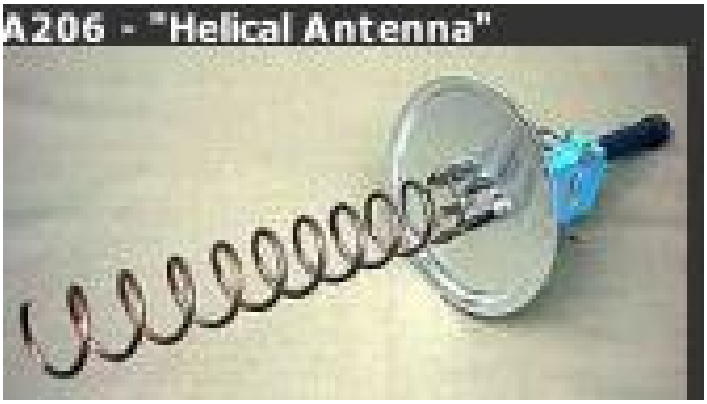
شكل 4.10: هوائي قرني مصنوع من علبة كونسروة معدنية.

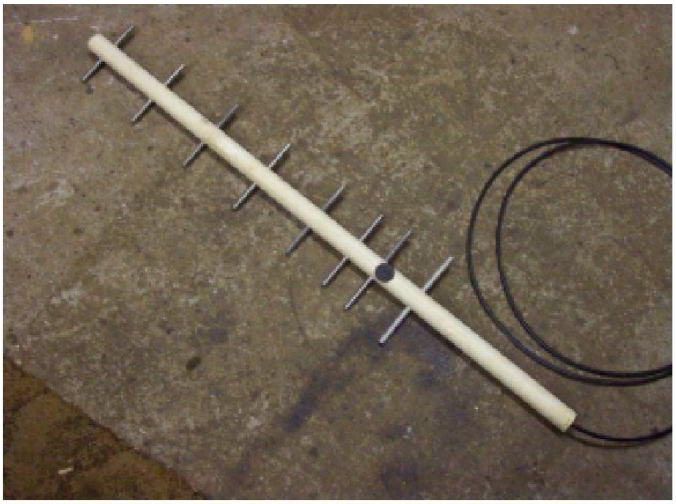
Collinear omni

شكل 4.12: هوائي BiQuad.

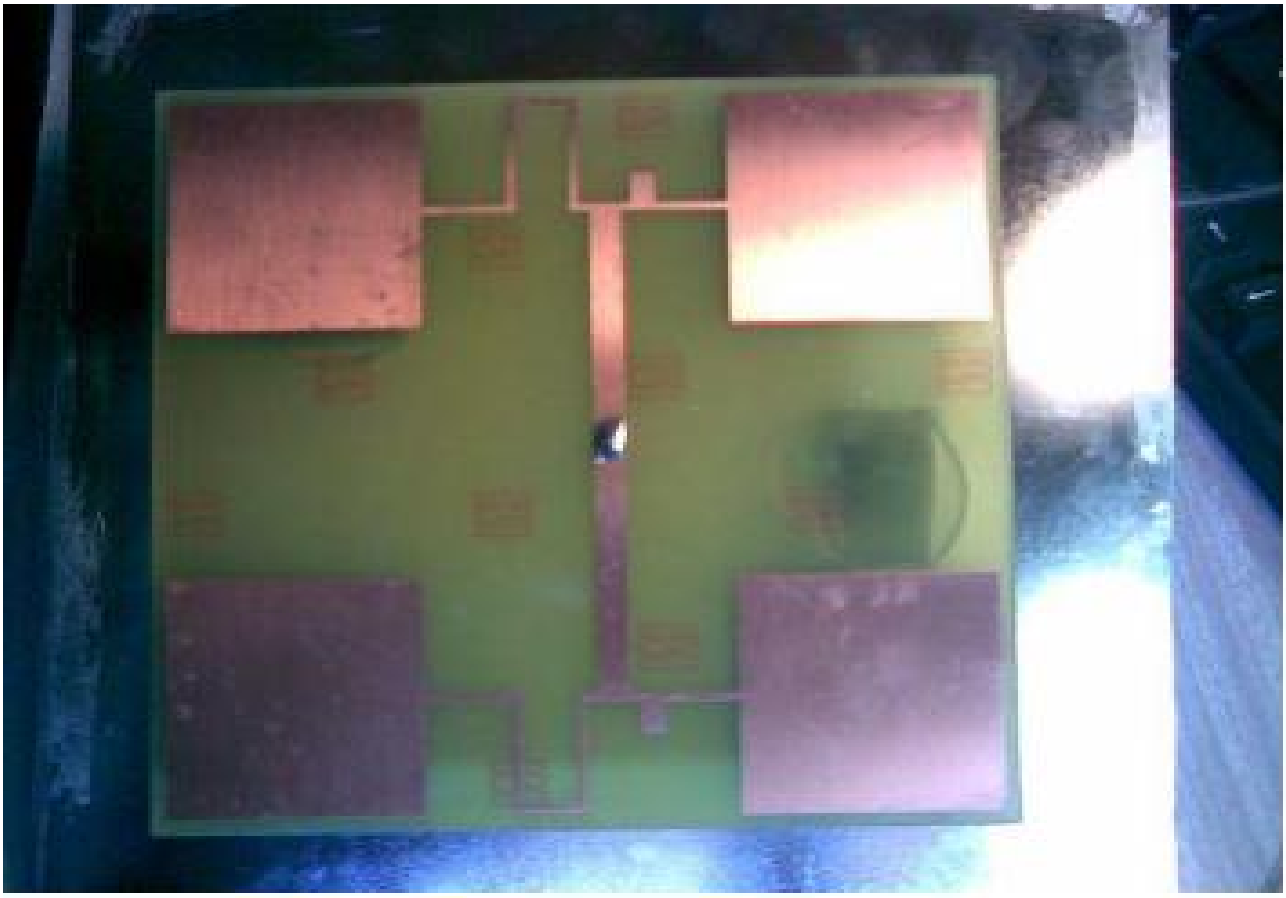
PRIMESTAR




A206 - "Helical Antenna"



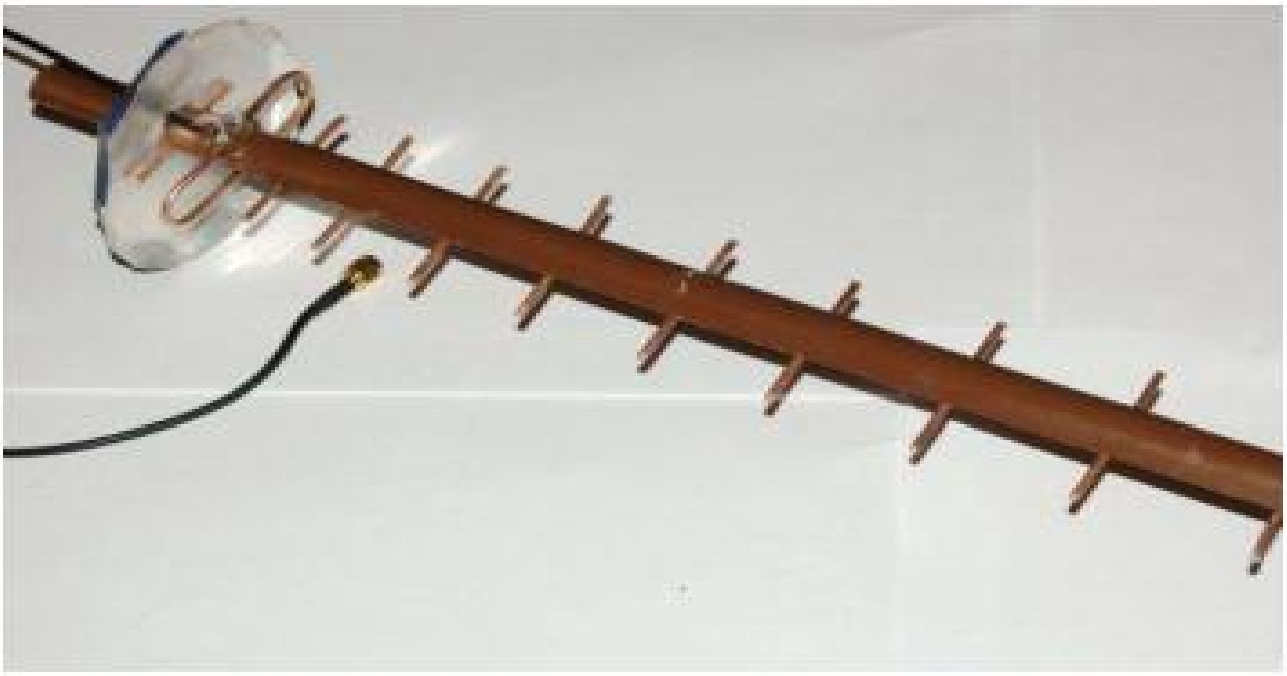
Freeantennas.Com
Windsurfer
EDUP

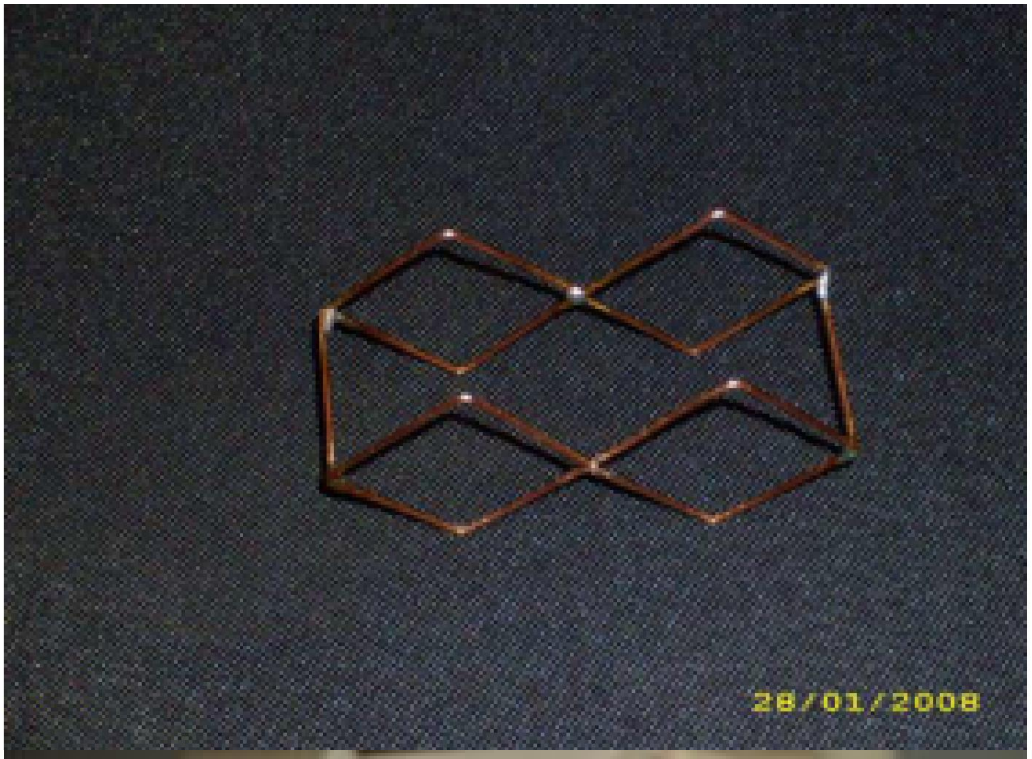


ringles

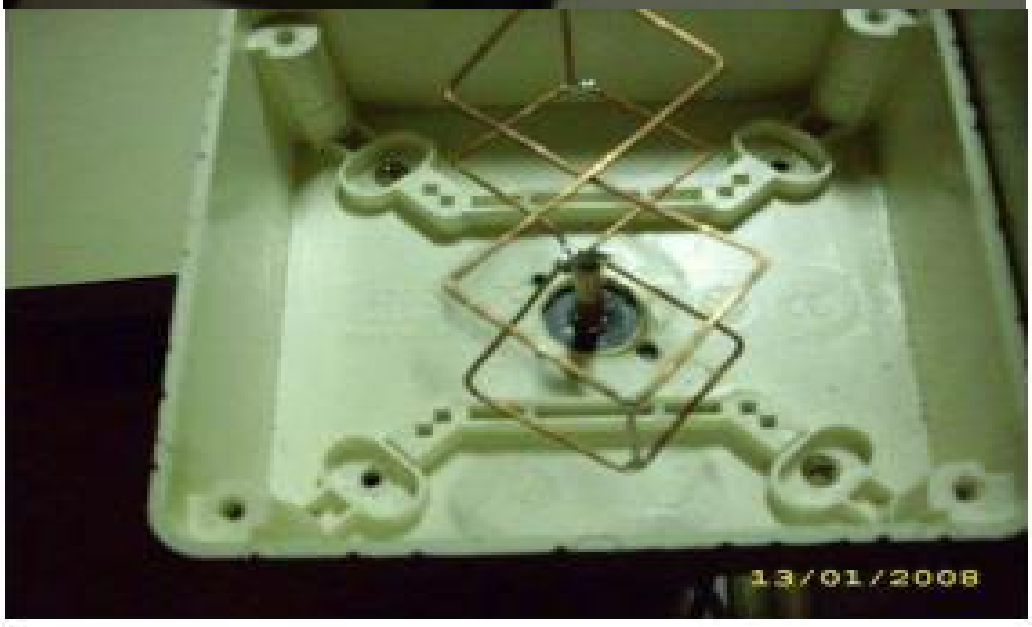
14/04/2008 10:56

13/03/2008




28/01/2008

13/01/2008


13/01/2008

OVOMALT