الفصـل الثـالث

الهوائيـات Antenna

obeikandl.com

1-3 المقدمه:

يعرف ألهوائي بأنة محول للطاقة transducer ، حيث إنه يحول الطاقة من شكل إلى آخر فهوائي الاستقبال يحول الطاقة الكهرومغناطيسية إلى طاقة كهربائية أو مغناطيسية. أما هوائي الإرسال فأنة يحول التغييرات في الطاقة الكهربائية أو المغناطيسية إلى طاقة كهرومغناطيسية لان تولد التيار المحتث في الهوائي يحث المجالات الكهربائية والمغناطيسية. يمكن للهوائي أن يبث مجموعة واسعة من الترددات ،تتراوح من جزء من كيلوهيرتز إلى أكثر من مائة جيجاهيرتز.

الهوائي عبارة عن محيط متذبذب مفتوح لغرض بث وتسليم الموجات االكهرومغناطيسية حيث تحول طاقة الموجات الكهرومغناطيسية إلى تيارات كهربائية، وبالعكس ويصمم لبث واستقبال الموجات الكهرومغناطيسية . تستخدم الهوائيات في البث الإذاعي والتلفازي والاتصالات ويتكون الهوائي من موصل واحد أو أكثر، ففي حالة الإرسال يطبق على الهوائي تيار متردد ، مما يسبب توليد مجالين متعامدين احدهما كهربائي وأخر مغناطيسي (موجات كهرومغناطيسية) تبث في الفضاء ويحصل العكس في حالة لاستقبال. التيارات الكهربائية المترددة نحصل عليها باستعمال دائرة اهتزاز كهربائي مغلقة تتكون من ملف كهربائي ومتسعة تولد محيط متذبذب مغلق هو تذبذب المجال الكهربائي المحصور في منطقة محدودة من الفضاء (بين لوحي المتسعة) ولكي نجعل تذبذب وانتشار المجال الكهربائي في محيط واسع من الفضاء ، نستعمل المحيط المتذبذب المفتوح باستعمال دائرة اهتزاز كهربائي مفتوحة ويتم ذلك بإبعاد لوحي المتسعة إلى ابعد نقطتين ويكون المحيط المتذبذب أكثر كفاية من المحيط المتذبذب المغلق في بث الموجات الكهرومغناطيسية في الفضاء إلى مسافات بعيدة. استخدم الهوائي لأول مرة العالم هرتز في عام 1888 لإثبات وجود الموجات الكهرومغناطيسية التي تنبأت بها نظرية ماكسويل . ومن الشروط اللازمة لجعل الموجات الكهرومغناطيسية المرسلة

من الهوائي تصل إلى مسافات بعيدة يجب توفر تيار كهربائي عالي الشدة واهتزاز وتردد عالي.

2-3 العوامل التي يعتمد عليها عمل الهوائي Antenna Parameters

هناك خمسة معايير أساسية لتحديد عمل وأداء الهوائي وهي :

1 - خواص مقاومة الاشعاع radiation resistance.

مقاومة الإرسال (R_{rad}) للهوائي تتناسب طرديا مع القدرة الكهربائية المجهزة (P_{rad}) للهوائي والتيار المتدفق في ألهوائيI حسب المعادلة التالية :

$$R_{rad} = \frac{P_{rad}}{I^2}$$

يتضح من المعادلة اعلاة بان زيادة مقاومة للإشعاع ،تؤدي إلى زيادة الطاقة المرسلة أو المستلمة للهوائي.وتكون الكفاءة اكبر عندما تتساوى مقاومة الارسال للهوائي مع مقاومة الإرسال أو الاستقبال (هذا النظام هو الأمثل). الهوائيات لها مقاومة اومية فعند نقصانها تنقص الكفاءة.

2 - نمط الهوائي antenna pattern.

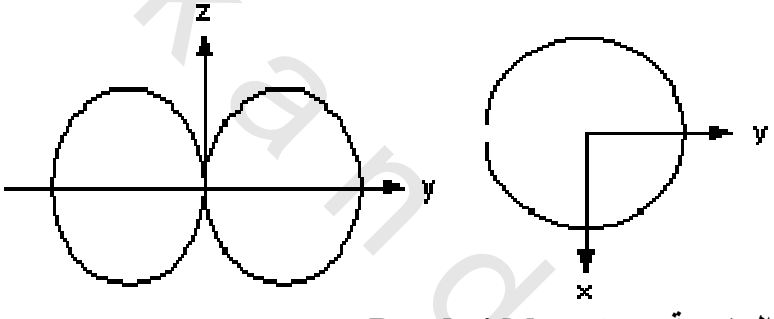
وهو توزيع الطاقة المرسلة كدالة للاتجاه في الفضاء. عموما فان نمط الإرسال سوف يظهر بشكل مقاطع مستوية بدلا من المستويات بثلاثة إبعاد كاملة. ألشكل الأكثر أهمية هي تلك التي يكون لها نمط المستوي E الأساسي E-planeُ والنمط H-plane H. نمط المستوي E يحتوي على مستوى المجال الكهربائي. إما نمط H فأنة يحتوي على مستوى المجال المغناطيسي. كما هو مبين في الشكل(3 -1) الذي يعطي نمط هوائي ثنائي القطب لنصف الموجة والذي يكون بالاتجاه Z.

3 – الاتجاهيه:

معظم الهوائيات لا تشع بشكل منتظم ، كما هو مبين في الشكل (3 -1 أ). هــذا يعني أن هناك بعض الاتجاهيه . تعتمد الاتجاهيه على كسب (ربح) ألهــوائي وهي مقياس لقدرة الهوائي على تركيز قدرة الإرسال في اتجاه معين و تعطــى عادة في ديسي بيل ،وهي نسبة الطاقة الإرسالية الخارجة إلى الطاقــة الإرســالية الداخلة . وبالتالي فإن استخدام هوائي ذات كسب أعلى بتطلب قدرة داخلة اقــل . في الناحية العملية يكون الكسب أكثر أهمية من الاتجاهيه.

الشكل (3 -1) أ- النمط الأساسي E لثنائي القطب ب - النمط الأساسي H لثنائي القطب

أ ب



عــرض الحزمــة Bandwidth.

وهي احد العوامل المهمة لأداء الهوائي والتي تشير إلى شمولية الترددات المتاحة والتي تقع خارج التردد المركزي. فمثلا ، مرسل يعمــل علــى 10 ميجــاهرتز بعرض حزمة 10 % فأنة سوف يرسل المعلومــات علــى التــرددات مــن 9 ميجاهرتز إلى 11 ميجاهرتز.

5 - نسبة إلا شارة إلى الضوضاء signal-to-noise ratio

وهي العلاقة بين إشارة المعلومات المطلوبة والضوضاء. إذا كانت هذه النسبة لا تتجاوز الواحد ،فان المعلومات لا يمكن نقلها. يمكن أن تتكون الضوضاء نتيجــة للعوائق ، المسافات الكبيرة بين الهوائيات ، والضوضاء الناتجة عــن التــرددات

اللاسلكية في المحيط، مثل خطوط إمدادات الطاقة الكهربائية ومفـاتيح الأجهـزة الرقمية.

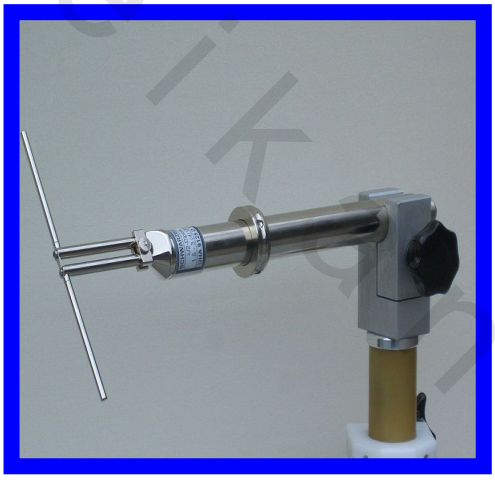
3-3 أنواع الهوائيات

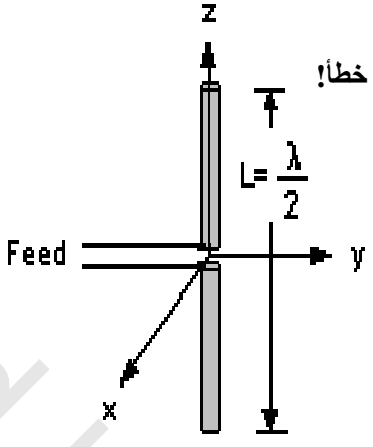
1 – الهوائي ثنائي وأحادي القطب و Diploes & Monopoles :

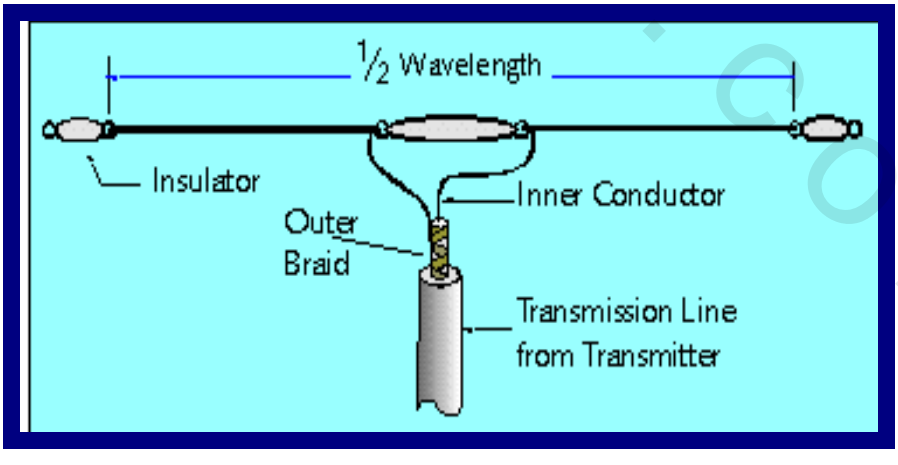
هوائي ثنائي القطب من أكثر الهوائيات انتشارا في العالم وقد يبلغ طول الهـوائي نصف الطول ألموجي أو اقل أو أكثر.شكل (3 -2). هو سلك طويل يتم تعليقـه بين نقطتين و يقطع ألسلك لطول معين ، ويتم تغذية في المنتصف بواسطة إشـارة الترددات الراديوية (اللاسلكية) . يتم توصيل نصف الهوائي إلى السلك الأرضـي لخط الإرسال ، والآخر يتم توصيلة إلى موصل مركزي . يـتم تطبيـق إشـارة الترددات الراديوية على قطعة من الأسلاك ، وبذلك يتكـون مجـال مغناطيسـي وكهربائي حول السلك. هذه الموجات سوف تنتقل خلال الهواء بـدون حـدود . وعندما تصل المجالات المغناطيسية والكهربائية إلى هوائي أخر (أو تنعكس عـن أي جسم معدني في الطريق) فيحصل التأثير المعاكس حيث أن التغير ألسريع فـي المجالات المتولد في الترددات اللاسلكية يولد تيـار يمكـن الكشـف بمنظومـة الاستقبال. يمكن أن تكون مقاومة الإرسال المحسوبة 73.1 اوم. هوائي ثنـائي القطب تتم تغذيته بواسطة سلكين ، حيث أن التيارين في الموصلين متسـاويين في المقدار ومتعاكسين في الاتجاه ولان نهاية الهوائي تكون دائرة مفتوحة ، فإن توزيع التيار على طول نصف ثنائي القطب يكون بشكل موجة جيبيـه ، الشـكل (3 -3). ينتج هذا الهوائي النمط المبين في الشكل (3 -1). هذا الـنمط يظهـر عندما يكون الهوائي رأسيا ، فأنة يشع أكثر في الاتجاه الأفقي ، والقليل جدا مـن نهاية الهوائي. والكسب النموذجي لهوائي ثنائي القطب هو 2 ديسي بيل ، وعرض الحزمة حوالي 10 %.

أما هوائي أحادي القطب فهو نصف ثنائي القطب ويوضع دائما فوق المستوى الأرضي ground plane بالإضافة إلى مستوى التوصيل التام. و يتصرف الهوائي بطريقة مشابهة لثنائي القطب ، ولكن معظم عواملها تصبح نصفا. ويبين الشكل (3 -4). هوائي أحادي القطب بربع طول الموجة ، ويسمى أحيانا هوائي السوط الرأسي

شكل (3 -2). هوائي ثنائي القطب بنصف الطول ألموجي

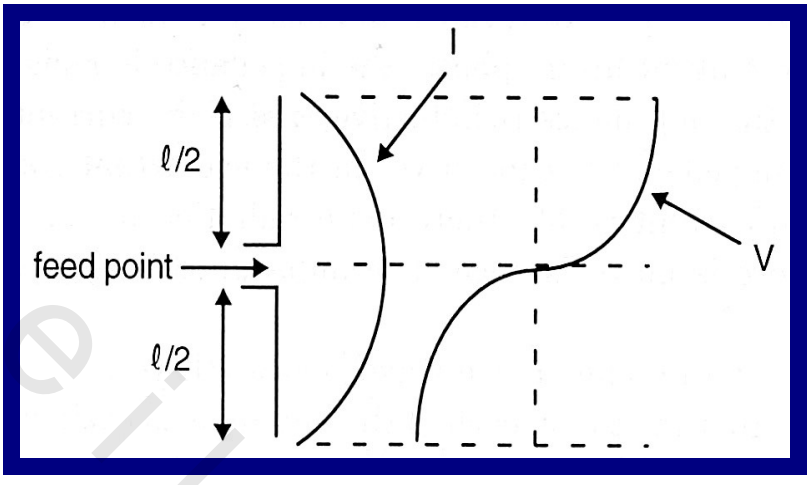




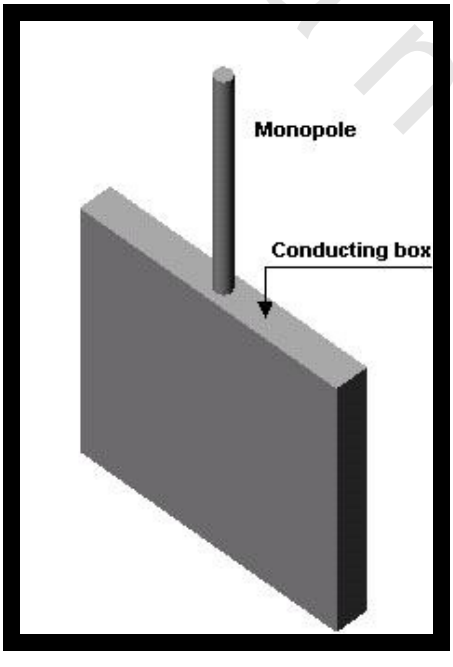


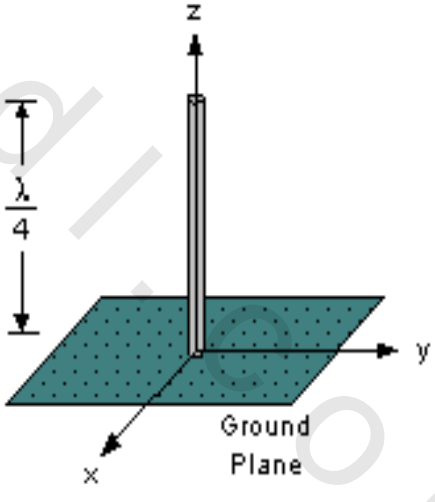
obeikandl.com

شكل (3 -3). توزيع الفولطية والتيار في هوائي ثنائي القطب بنصف الطول الموجي



الشكل (3 -4) هوائي أحادي القطب بربع طول الموجة



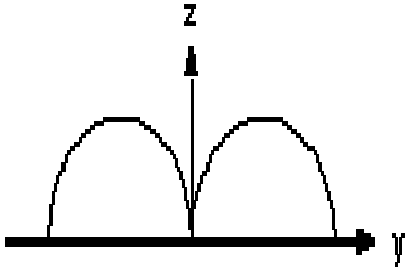


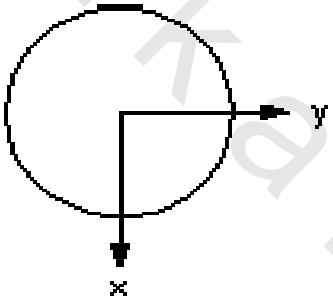
obeikandl.com

مقاومة الإرسال هي 36.5 Ω وهي نصف قيمة المقاومة لثنائي القطب. إجمالي القدرة المرسلة تساوي نصف قدرة ثنائي القطب أيضا ،نمط الإرسال مبين في الشكل (3 -5). والكسب النموذجي لهوائي أحادي القطب يتراوح بين 2 إلى 6 ديسي بيل ، وعرض الحزمة حوالي 10 ٪.

الشكل (3 -5). أ- النمط الأساسي E لأحادي القطب
ب - النمط الأساسي H لأحادي القطب

أ **ب**



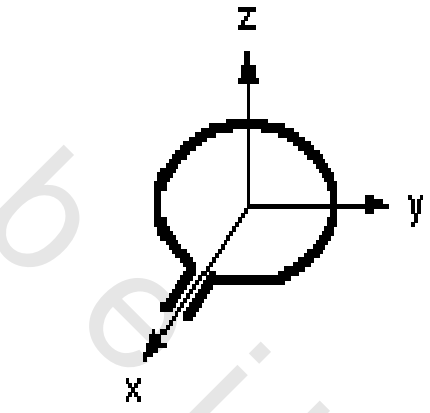


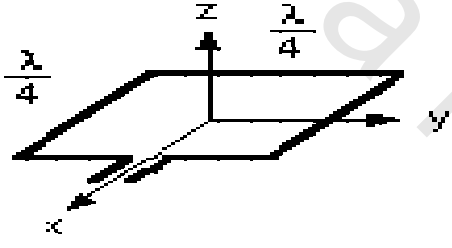
2 – هوائي الحلقة loop antenna:

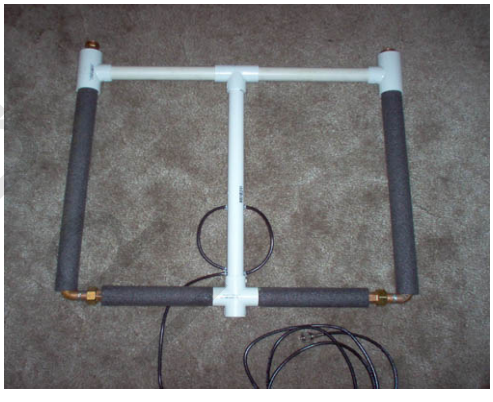
هوائي الحلقة يكون بشكل موصل منحنى دائري مغلق أو مربع مغلق ، مع وجود فجوة في الموصل لتكون الأقطاب.

obeikandl.com

الشكل (3 -6). **الشكل (3 -6) هوائي بشكل حلقة دائرية و أخرى مربعة**







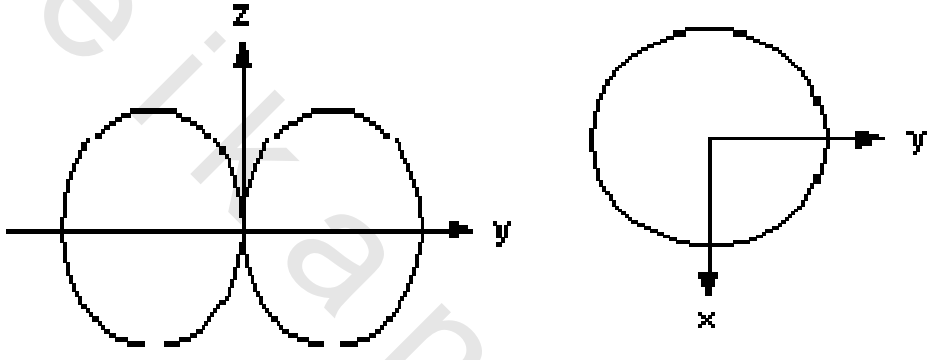
. يدل على حلقة دائرية و أخرى مربعة. وقد تكون هذه الهوائيات على شكل حلقات متعددة المنحنيات أو بشكل ملف ، مصممة مع سلسلة من التوصيلات للحلقات المتعددة. هناك حجمين من الهوائيات حلقة كهربائية صغيرة و حلقة كهربائية كبيرة. فإذا كان الطول الكلي للموصل صغير بالمقارنة مع الطول ألموجي ، فإنه يعتبر كحلقة صغيرة. أما إذا محيط الحلقة الكهربائية يقترب طول موجي واحد فيعتبر كحلقة كبيرة. التوزيع الحالي على هوائي حلقة صغيرة يفترض أن يكون متجانسا. وهذا يسمح بتحليلها باعتبارها موصل يرسل الطاقة.

obeikan.com

عندما تستخدم أجهزة الإرسال الهوائيات الحلقية فيكون لها نمط كما في الشكل (3 -7). يتراوح كسب هوائيات الحلقة بين 2 –3 ديسي بيل وعرض الحزمة حوالي 10 %.

الشكل (3 -7) أ- النمط الأساسي E لهوائي حلقي
ب - النمط الأساسي H لهوائي حلقي

أ ب



3 – هوائي الأشرطة الدقيقة The microstrip or patch antenna:

هوائي الأشرطة الدقيقة يستخدم الآن بشكل واسع في الهاتف الجوال لأنة يمكن طباعته مباشرة على لوحات الدوائر الالكترونه فهي منخفضه التكلفة ويمكن تصنيعها بسهولة. يكون الهوائي كعنصر مستطيل الشكل يحفر ضوئيا photo etched من جانب واحد من الوحة الشكل (3 -8). معظم عناصر الأشرطة الدقيقة يمكن تغذيتها بموصل محوري coaxial conductor يلحم على الركيزة substrate الخلفية من المستوى الأرضي. وعادة ما تكون لوحة الموصلات العلوية أصغر من المستوى الأرضي لغرض تهديب المجال الكهربائي. المادة العازلة بين الأشرطة الدقيقة و المستوى الأرضي هو قاعدة الدائرة المطبوعة.الهوائي له مقاومة إرسال كفوءة ومصدر هذا الإرسال هو المجال الكهربائي الذي يتحفز بين حافات عناصر الأشرطة الدقيقة والمستوى الأرضي .

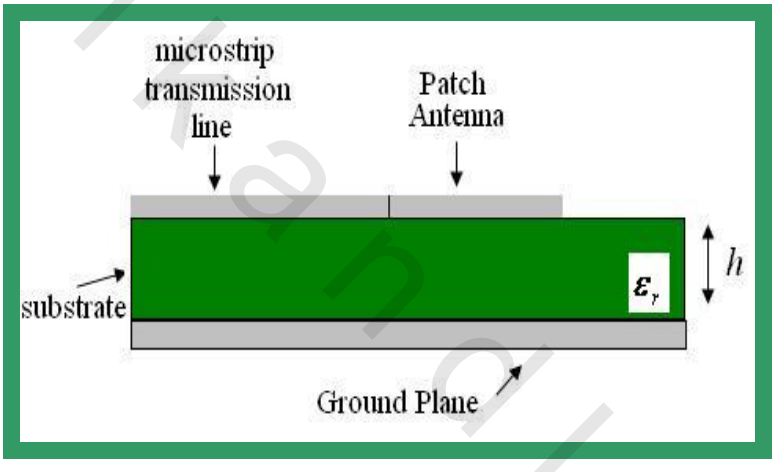
obeikandl.com

المعادلة لمقاومة الإرسال تكون دالة للطول ألموجي(λ) وعرض الأشرطة الدقيقـــة (W):

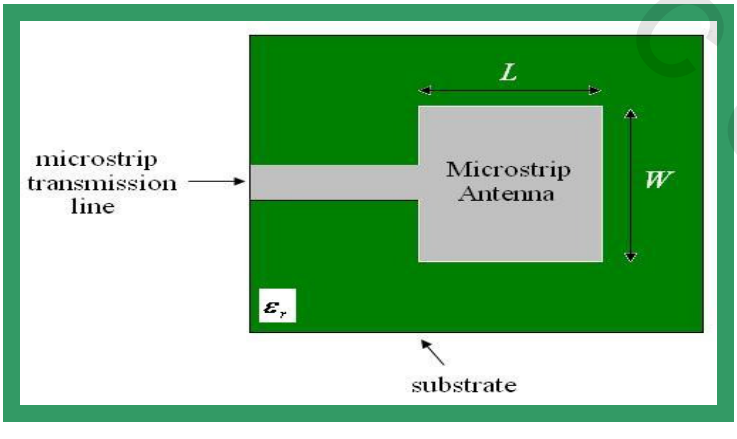
$$R_{rad} = \frac{120\,\lambda}{W}$$

الشكل (3 -8) هوائي الدقيقة الأشرطة

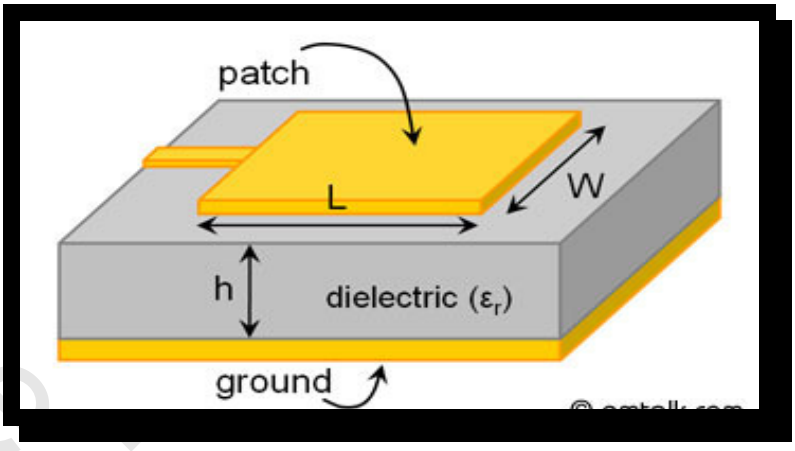
مقطع جانبي



مقطع من الأعلى



obeikandl.com



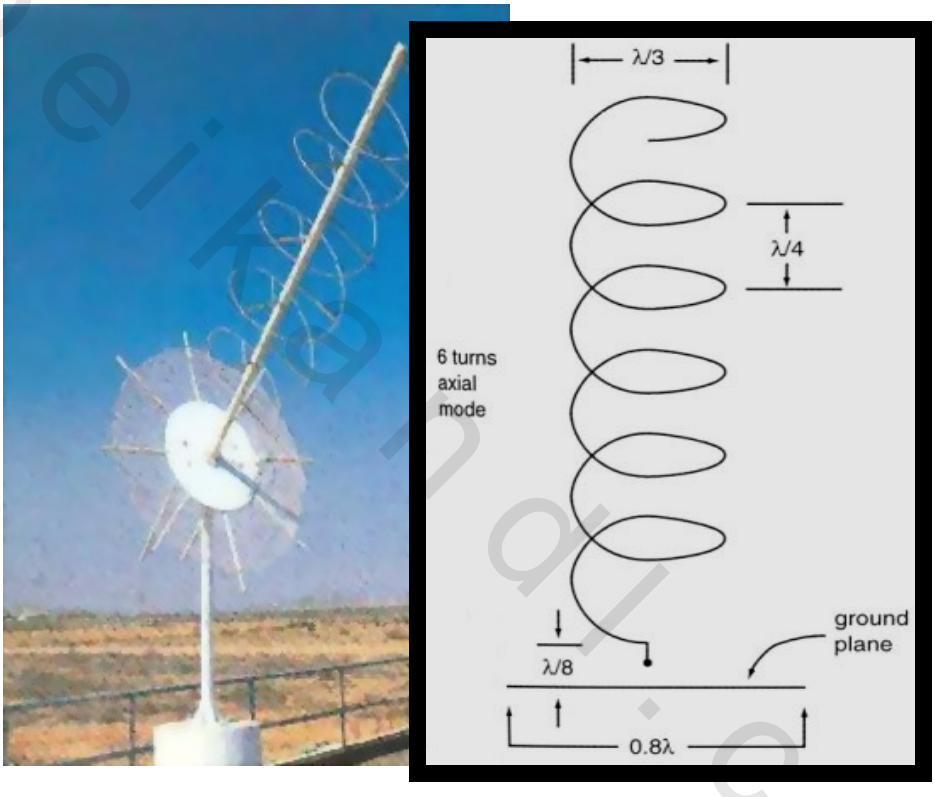
هذا النوع من الهوائيات يستخدم للأجهزة التي تحتاج إلى هوائيات صغيرة ، وتعمل في مدى الترددات العالية (فئة جيجاهيرتز). معظم عناصر الهوائي فعالة جدا في أي مكان وتعمل بكفاءة تتراوح بين 80 - 99 %. العوامل التي تؤثر على كفاءة الهوائي هي الخسارة في العازلية ، الخسارة في الموصلات ، القدرة المنعكسة ، وتبديد الطاقة في أحمال العناصر. نحصل على كفاءة عالية جدا عندما يعتبر الهواء كركيزة ، ولكن ذلك ليس عمليا لهوائيات الحفر الضوئي.

4- ألهوائيات الحلزونية Helical Antennas .

يتكون الهوائي الحلزوني من موصل واحد يلف في شكل حلزوني الشكل (9- 3) ويكون مستقطبا بشكل دائري ، وهذا يجعل الهوائي يبث الموجة الكهرومغناطيسية بالاتجاهين العمودي والأفقي. وهذا خلاف هوائي ثنائي القطب ، والذي يبث بشكل عمودي على محوره فقط. الهوائي المبين في الشكل (3 -9) له كسب مقداره 12 ديسي بيل ويعمل في مدى الترددات 100 – 500 ميجاهرتز ويتغذى بسلك محوري حيث أن مركز الموصل يتغذى من خلال المستوى الأرضي. والمسافة بين لفة وأخرى تساوي و 4/1 طول الموجة وقطرها 3/1 طول الموجة. هذا مجرد *مثال واحد من الهوائي الحلزوني ؛ والبعض الأخر يمكن*

أن تعمل على مدى أخر من الترددات. ويمكن أن يتم إدخال تعديلات أخرى وذلك بجعل قطره غير منتظم وبشكل هياكل حلزونية يمكنها توسيع عرض الحزمة وتحسين أداء البث.

الشكل (3 -9) الهوائي الحلزوني



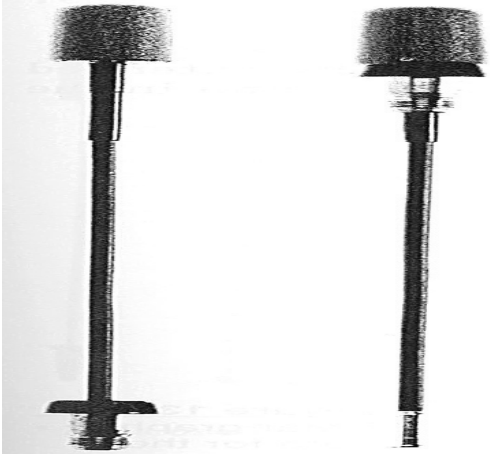
يوجد نوع آخر شائع الاستخدام في التطبيقات اللاسلكية هو الهوائي الحلزوني ذات 4/1 الطول ألموجي الشكل (3 - 10). فهو أصغر من هوائي السوط ، ويؤدي نفس الغرض . استخدم في الآونة الأخيرة لمدى الترددات 800 – 1000 ميجاهرتز والمستخدمة في الهاتف الجوال.

4-3 أنواع الهوائيات الاتجاهيه.

1 - الهوائي المسطح الأرضي ذو الربع الموجي:

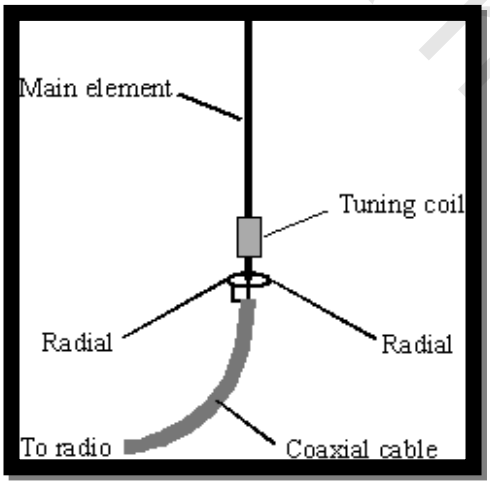
الهوائي المسطح الأرضي يتكون من طبقة من النحاس والـذي يظهـر لمعظـم الإشارات كأنة جهد ارضي لا نهائي . وهذا يساعد على الحد من الضوضـاء ، ويساعد على ضمان أن تقوم جميع الدوائر المتكاملة في المنظومة مقارنة إشارات مختلفة الفولطية إلى نفس الجهد ، والتي تجعل تصميم الدوائر الكهربائية أسـهل ، مما يتيح للمصمم تاريض أي جزء من دون الحاجة إلى تشغيل مسارات متعددة . العنصر الذي يحتاج إلى التاريض يتم توجيهه مباشرة إلى السطح المؤرض على طبقة أخرى.السطوح المؤرضة يمكن في بعض الأحيان أن توضع على الطبقـات القريبة لمستويات القدرة مما يؤدي لتوليد متسعة كبيرة من الواح متوازية لتساعد على ترشيح القدرة المجهزة. السطوح المؤرضة في بعض الأحيان تسمح للفصـل ثم الربط بأجزاء رقيقة وهذا يسمح للفصل بين الأقسام التناظرية والرقمية علـى اللوحة أو مدخلات ومخرجات المكبرات.

الشكل (3 - 10)الهوائي الحلزوني ذات ربع الطول الموجي في الهاتف الجوال



الأجزاء الرقيقة لها ممانعة منخفضه بما يكفي للحفاظ على الجانبين بنفس الجهد تقريبا مع الحفاظ على التيارات الارضيه من جانب واحد من التأثير على الآخر.الهوائي المسطح الأرضي يكون احد طرفيه مؤرضا وتحدث عند النهاية المؤرضة عقدة الفولطية وبطن للتيار وعند النهاية الطليقة عقدة للتيار و عقدة أيضا للفولطية. وهو هوائي بسيط في تركيبة منخفض الكلفة ومفيد للاتصالات. صمم هذا الهوائي لكي يرسل الإشارة باستقطاب عمودي، ويتألف من عنصر طوله يساوي ربع طول الموجة على شكل نصف هوائي ثنائي القطب بالإضافة إلى ثلاثة أو أربعة عناصر موصلة تؤدي وظيفة دليل الموجة ينحني كل منها بمقدار 30 إلى 45 درجة نحو الأسفل الشكل (3 - 11).

الشكل (3 - 11) الهوائي المسطح ذو ربع طول الموجة.



تعرف هذه المجموعة من العناصر (والتي تدعى بالأقطار) بالمسطح الناقل. يمتلك هذا الهوائي البسيط والفعال القدرة على التقاط الإشارات بشكل متساوٍ من جميع الاتجاهات. يمكن زيادة ربح الهوائي عبر تسطيح الإشارة للتخلص من التركيز

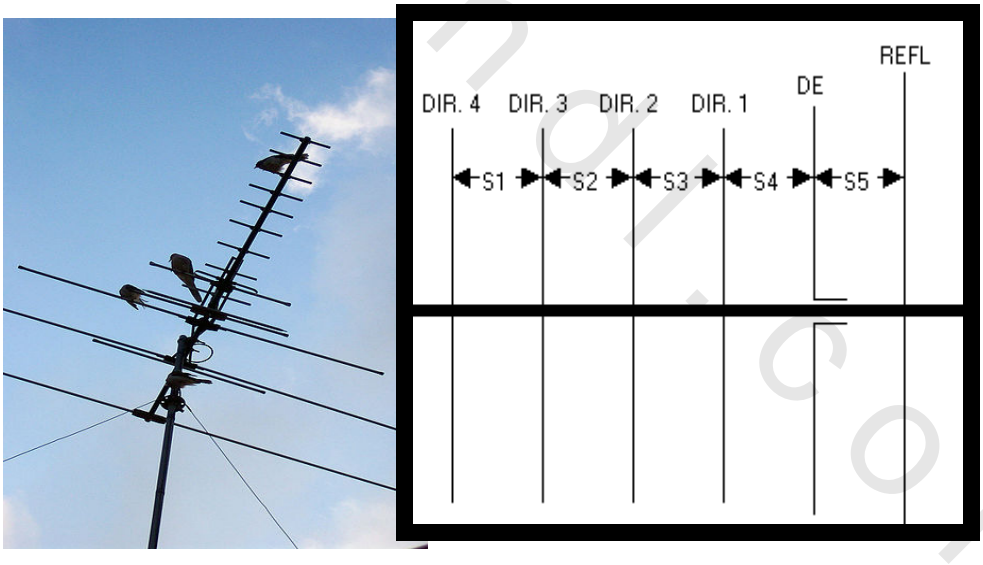
على المنطقة الواقعة فوق وتحت الهوائي مباشرة، والتركيز بشكل أفضل على الأفق. يمثل عرض المجال العمودي درجة التسطيح في تركيز إشارة الهوائي. تستثمر هذه الخاصية في حالات الوصل من نقطة إلى عدة نقاط شريطة أن تملك جميع الهوائيات الأخرى الارتفاع ذاته. يتراوح ربح هذا الهوائي ما بين 2 – 4 ديسي بيل.الاتصالات والوصلات اللاسلكيه ، وتقنيات الهاتف الجوال تنمو بسرعة. وبطبيعة الحال ، فان تكنولوجيات الهواتف بحاجة للهوائيات. اختيار الهوائي المناسب للجهاز المناسب يحسن الإرسال والاستقبال ، يقلل من استهلاك الطاقة ، ويستمر لفترة أطول.والهوائي الأكثر شيوعا للهواتف الجوالة هو الهوائي متعدد الأقطابmonopole ، وغالبا ما يسمى هوائي السوط whip antenna (الهوائي المسطح الأرضي). الهوائي ذو ربع الطول الموجي هو أبسط الانوع المتاحة والمستخدمة في مدى الترددات ٤٠٠ – ٥٠٠ ميجاهرتز. وهناك أنواع أخرى من هوائيات السوط المماثلة هي ٨/٣– الطول ألموجي ونصف الطول ألموجي. وهذه أكبر من هوائي ربع الطول الموجي ولكنها أدت إلى تحسين الأداء.

2 - هوائي ياغي Yagi

سمي بهذا الاسم نسبة إلى مخترعة الياباني في أوائل عام 1900.هوائيات ياغي تركز على إلارسال والاستقبال في اتجاه واحد. ويمكن استخدامها في مواقع ثابتة مثل المنازل والمكاتب والمزارع والمناطق النائية. وينبغي أن تكون محمولة على أعلى مستوى ممكن على أنابيب كما في هوائيات التلفزيون. يحتوي الهوائي على ثلاثة أنواع من العناصر: هي العنصر العاكس **Reflector Element** (REFL)، العنصر الفعال **Driven Element (DE)** ، و العنصر الموجه **Directors Element (DIR)** .يتألف هوائي باغي البسيط من عدد من العناصر المستقيمة يبلغ طول كل منها نصف طول الموجة تقريباً تسمى العناصر الفعالة وهي ثنائية القطب تتم تغذيتها من المركز.يثبت قضيب او مجموعة من

القضبان أو الأسلاك المستقيمة تدعى بالعواكس وتكون على جانبي العنصر الفعال بالتوازي معه، وعلى مسافات تعادل 0.2 إلى 0.5 من طول الموجه،. يثبت أحد هذه العواكس (والذي يزيد طوله قليلاً عن طول الموجة) خلف العنصر الفعال والعاكس هو في الجزء الخلفي من الهوائي ويكون بعيدا عن محطة الإرسال ، كما يوضع أحد الموجهات (والذي يقل طوله عن طول الموجة بمقدار قليل) أمام هذا العنصر. يحتوي هوائي باغي بشكل عام على عاكس واحد إضافة إلى موجه واحد أو أكثر. يوضح الشكل (3 - 12) صورة لهوائي يحتوي على أربع عناصر فعالة وموجه وعاكس واحد. يقوم الهوائي بإشعاع المجال الكهرومغناطيسي في الاتجاه المار من العنصر الفعال باتجاه الموجهات، لذلك فهو شديد الحساسية لقدرة المجال الواردة في هذا الاتجاه أيضاً.

شكل (3 - 12) هوائي من نوع ياغي



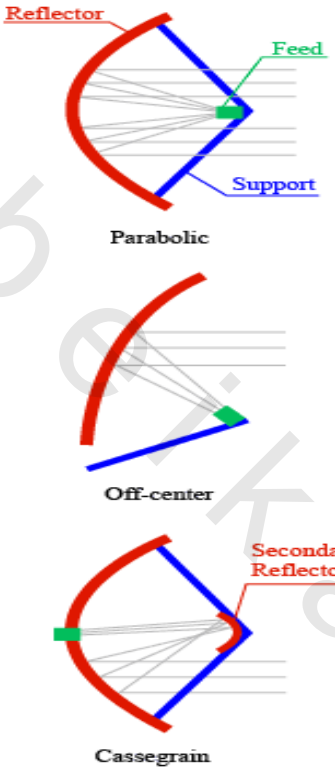
يزداد ربح هذا الهوائي بازدياد عدد الموجهات. كما يزداد طوله أيضاً بإضافة المزيد من الموجهات. تعمل هذه الهوائيات على تردد معين (800 أو 1900

ميجاهرتز). يجب أن يتطابق تردد الهوائي مع تـــردد مـــزود الخدمـــة الخـــاص المستخدم في تلك المنطقة. على الرغم من أن معظم الهواتف يمكـــن أن تســـتخدم ترددات متعددة ، مزود الخدمة عادة ما يستخدم واحد فقط من هذه الترددات فـــي منطقة معينة واحدة. ٠ ارتفاع الهوائيات العاملة بتردد 800 ميجاهرتز لها ربـــح عالي يؤدي إلى تحسين الإرسال والاستقبال لذلك تستخدم في الهاتف الجوال فـــي الولايات المتحدة.تستخدم هوائيات ياغي عادة في الوصلات بين نقطتـــين وتتمتـــع بربح يتراوح ما بين 10 إلى 20 ديسيبل وعرض مجال أفقي يتراوح ما بـــين 10 إلى 20 درجة. شيد العالم هرتز أول هوائي بشكل القطع المكافئ العاكس في العالم عام 1888. كان عرض الهوائي 1.2 متر ، وبعدة البؤري 0.12 متر ، وكـــان يستخدم لتردد التشغيل 450 ميجاهرتز تقريبا . كان العاكس مصنوعا من شريحة رقيقة من معدن الزنك يدعمها إطار خشبي ، وكانت شرارة الفجوة تثيـــر ثنـــائي القطب على طول خط الاتصال. استعمل هرتز اثنـــين مـــن الهوائيـــات احـــدهما للإرسال وألا خر للاستقبال ونجح في أثبات وجود الموجات االكهرومغناطيســـية التي تنبأ بها ماكسويل قبل 22 عاما من إجراء هذه التجربه.

3 - هوائي طبق القطع المكافئ parabolic dish

تعتبر الهوائيات التي تحتوي على عاكس بشكل قطع ناقص أكثر أنواع الهوائيات الاتجاهيه استخداماً عند الحاجة إلى قيم ربح عالية شكل (3 – 13).

شكل (3 – 13) هوائي طبق نوع Cassegrain



شكل (3 – 14) معدنية شبكات معدنية

obeikandi.com

على الرغم من ضعف نسبة إشارة الأمام للخلف في هذه الهوائيات إلا أن استخدامها أكثر أمناً وتصنيعها أسهل. هوائي قطع المكافئ النموذجي يتكون من عاكس مكافئ مع هوائي تغذية صغير في المركز.العاكس هو السطح المعدني لجسم الهوائي وتكون حافته بشكل دائري تشكل قطر الهوائي. هذا الجسم المكافئ يملك نقطه محددة للبؤرة بحكم وجود خاصية العكس للقطع المكافئ. هوائي التغذيه في البؤرة العاكسة تكون عادة منخفضه الربح مثل هوائي نصف ثنائي القطب أو هوائي البوق ذات الدليل الموجي القليل في التصاميم الأكثر تعقيدا ، مثل هوائي Cassegrain حيث أن العاكس الفرعي يستخدم لتوجيه الطاقة إلى العاكس المكافئ من تغذية الهوائي التي تقع بعيدا عن مركز البؤرة. تغذية الهوائي تتصل إلى معدات الإرسال أو الاستقبال للترددات الراديوية عن طريق كابل محوري لنقل خط الدليل الموجي المجوف .

4- هوائي البوق Horn

هوائي البوق أو القرن يستخدم لإرسال واستقبال إلاشارات المايكروويه. يأخذ اسمه من مظهرة الذي يكون بشكل البوق. و جزء البوق يمكن أن يكون مربع أو مستطيل ، أو مخروطي الشكل. الحد الأقصى للإرسال والاستجابة يتطابق مع محور القرن وعادة ما تغذى الدليل ألموجي. ولكي يعمل الهوائي بشكل صحيح ، فيجب أن يكون هناك الحد الأدنى من حجم معين نسبة إلى الطول الموجي للمجال الكهرومغناطيسي الواردة أو الصادرة. إذا كان القرن صغير جدا ، أو أن طول موجه كبيرة جدا (التردد قليل جدا) ، فان الهوائي لا يعمل بكفاءة. هوائي البوق يكثر استخدامه كعنصر فعال في هوائي القطع المكافئ. ويكون اتجاه البوق نحو مركز السطح العاكس للطبق . استخدام هوائي القرن بدلا من هوائي ثنائي القطب ، أو أي نوع آخر من الهوائيات ، في بؤره ألطبق يقلل من فقدان الطاقة (التسرب) حول حواف الصحن العاكس. كما أنه يقلل من استجابة الهوائي للإشارات غير

المرغوب التي لا تكون بالاتجاه المفضل للطبق. هوائيات البوق تستخدم في حد ذاتها في جميع أنظمة الرادار قصير المدى وخاصة تلك المستخدمة من قبل شرطة المرور لقياس سرعة الاقتراب أو الابتعاد للمركبات.يكون الهوائي مخروطيا ويتسع تدريجياً، و يمكن أن يكون مربعاً، مستطيلاً، أسطوانياً أو مخروطياً. يتحدد اتجاه الإرسال الأعظم بمحور هذا المخروط. يمكن تغذية هذا الهوائي بالإشارة الراديوية ، كما يمكن تغذيته أيضاً باستخدام سلك محوري مع تحويله ملائمة. يستخدم هوائي البوق بكثرة كعنصر فعال في الهوائي الطبقي حيث يتم في هذه الحالة توجيه البوق اتجاه مركز الطبق العاكس. يؤدي استخدام هوائي البوق عند المركز البؤري للطبق عوضاً عن الهوائي ثنائي القطب أو غيره من الهوائيات إلى تخفيض خسارة القدرة عند أطراف الطبق العاكس يعمل الهوائي عند التردد 2.4 جيجا هرتز وبربح قد يصل حتى 10–15 ديسيبل. الشكل (3 - 15) صورة لهوائي البوق.

5 - الهوائي الرباعي Piqued

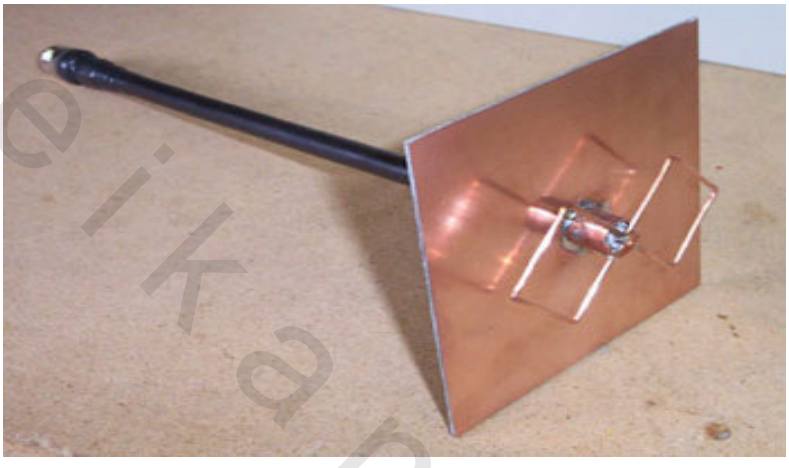
هوائي سهل التصنيع يوفر اتجاهية جيدة وربحاً معقولاً يصل إلى 11 ديسي بيل للوصلات بين نقطتين مع عرض حزمة beam width واسعة إلى حد ما.. يتألف هذا الهوائي من عنصر إرسال مؤلف من مربعين متشابهين يبلغ حجم كل منهما ربع طول الموجة إضافة إلى صفيحة أو شبكة معدنية تقوم بدور العاكس شكل (3 – 16).

الشكل (3 – 15) صورة لهوائي البوق

يبلغ عرض مجال هذا الهوائي حوالي 70 درجة ويتراوح ربحه ما بين 10– 12 ديسي بيل. يمكن استخدامه بشكل منفرد أو كمغذٍ لطبق على شكل قطع مكافئ. يمكن تحديد استقطاب هذا الهوائي من خلال النظر إلى المربعين من أمام الهوائي، إذا كان هذان المربعان متجاورين فإن الهوائي ذو استقطاب شاقولي. عند استخدام الهوائي الرباعي وللاتصال بجهاز لاسلكي آخر ، يجب التأكد من أن استقطاب الهوائي الرباعي هو نفس استقطاب الهوائي الذي تتصل به. وبالمثل للاتصال مع اثنين من الهوائي الرباعي ، يجب أن نضمن أن تكون الهوائيين موجهين بنفس الاستقطاب. عدم تطابق الاستقطاب سوف يتسبب في خسائر كبيرة في إلا شارة. يحصل تغيير الاستقطاب بمجرد تدوير الهوائي بأكمله 90 درجة. الهوائي الرباعي لا يتميز بالاتجاهيه ، ولكن يتميز بعرض حزمة و اسع. الهوائي ذات عرض حزمة 3 ديسي بيل هو عادة يكون بزاوية 40–50 درجة ، مما يجعلها مثالية لتطبيقات تريد تغطية واسعة نسبيا. عرض حزمة الواسع نسبيا يجعل

الهوائي ملائما لالتقاط إشارات دون الحاجة إلى ربط الهوائي مباشرة مع إشـــارة المصدر. في حين أن الهوائيات الاتجاهيه ، مثل هوائي القطع المكافئ ذات عرض حزمة 3 ديسي بيل هو 7 درجات تقريبا ، هو أكثر ملائمة لربط نقطة إلى نقطة

الشكل (3 – 16) هوائي Biquad.



6 - هوائي القطاع Sector antenna

هوائي القطاع النموذجي مبين في الشكل (3-17) في الجزء الســفلي ، والــذي يحتوي على موصل للترددات اللاسلكية بشكل سلك متحــد المحــور للتغذيــة ، ومعدات للسيطرة الميكانيكية. لوضعها في الهواء الطلق فــان شاشــة العــاكس الرئيسية تصنع من الألمونيوم ، وجميع الأجزاء الداخلية توضــع فــي غــلاف مصنع من الألياف الزجاجية للحفاظ على عمل الهوائي بشكل مستقرة بغض النظر عن الأحوال الجوية. التأريض مهم جدا للهوائي في الهواء الطلق لذلك فان جميــع الأجزاء المعدنية تارض .

والاتجاهيه للهوائي تتحقق في شكله الضيق. وفقا لأنماط الإرسال فــان الهــوائي المستخدم عادة في القاعدة الارضيه ذات القطاعات الثلاثة تميل بزاوية 66 ° مع عرض الحزمة الأفقي. وهذا يعني أن الحصول علــى الحــد الأقصــى للكســب

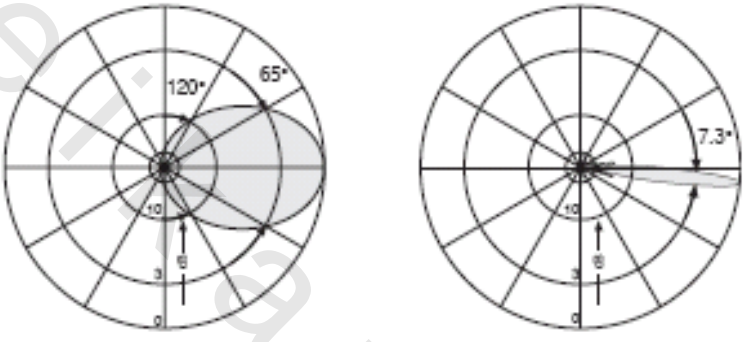
عند 0 ° وقيمه منخفضه قليلا في الاتجاه ±33°. وعند الاتجاه ± 60°، فان الحدود بين القطاع وكسب الهوائي يمكن إهمالها. عرض الحزمة العمودي لا يكون أوسع من 15 درجة ، وهذا يعني 7.5 ° في كل اتجاه. خلافا لهوائيات محطات ألبث الإذاعي والتي يجب أن تغطي عشرات الكيلومترات ، عادة ما يكون هناك ميل نحو الأسفل لكي تكون المحطة أكثر فعالية لتغطية المنطقة فورا وعدم التسبب في تداخل الترددات الراديوية إلى الخلايا البعيدة.

منطقة التغطية تساوي مربع مسقط القطاع على الأرض و يمكن تعديلها من خلال تغيير الميل نحو الأسفل كهربائيا أو ميكانيكيا. يتم تعيير إلامالة الكهربائية باستخدام وحدة تحكم خاصة والتي عادة ما توضع داخل الهوائي ، لذلك تم تصنيع مختلف أجهزة التحكم عن بعد على نطاق واسع أما الميل نحو الأسفل الميكانيكي فيتم تنظيمه يدويا من خلال تعديل الهوائي.

شكل (3 – 17) *هوائي القطاع*

لزيادة أو توسيع مجال التغطية ، وبالتالي زيادة عدد الزبائن المستفيدين توضع عدة هوائيات القطاع على نفس البرج . مثل هذا التركيب غالبا ما يسمى الهوائي المتجه وتعمل هوائيات على عدة زاويا.وحالما توضع هوائيات القطاع على نفس البرج ، لا بد من توجيهها نحو قطاع معين .

نمط توزيع الإرسال الأفقي والعمودي
وكذلك الإمالة نحو الأسفل



التوجيه لا يعني تحديد الاتجاه الصحيح الأفقي والشاقولي فقط وإنما الميل الصحيح نحو الأسفل كذلك. وعلى الرغم من أن المسافة محدودة فان التوجيه يؤدي إلى خدمة العملاء بشكل أفضل مع ارتفاع معدل البيانات.قبل تحديد توجيه الهوائيات ،يجب تاريضها وضع مانعة الصواعق.الهوائي في الأسفل يكون ميلة الميكانيكي نحو الأسفل كبيرا . حسن اختيار الميل الميكانيكي نحو الأسفل من الإستراتيجية التي يمكن أن تقلل من الخسارة بسبب التغطية الشاملة للخلايا ومنع التدخل الشامل في الشبكة.

obeikandi.com

7- هوائيات أخرى

هناك الكثير من أنواع الهوائيات الأخرى لتلاءم التطـــورات التقنيـــة.الهوائيـــات القطاعية تستخدم بكثرة في شبكات الهواتف الجوالة ويتم تصنيعها عادة بإضـــافة سطح عاكس لهوائي ثنائي القطب (أو أكثر). يمكن أن يصل عرض المجال الأفقي لهذا النوع من الهوائيات حتى 180 درجة كحد أقصى و 60 درجة كحد أدنى، في حين يكون عرض المجال الشاقولي أضيق بكثير. يمكن تصنيع هوائيات مركبـــة باستخدام عدة هوائيات قطاعية لتغطية مجال أفقـــي أعـــرض (الهـــوائي متعـــدد القطاعات multi sectorial antenna).

5-3 أنواع منظومات الهوائيات

1 - هوائيات البث Broadcast Antennas

هوائيات محطات الإذاعة و التلفاز تنقل إشاراتها عبر الموجات الكهرومغناطيسية . محطات الإذاعة تبث على مختلف الترددات اللاسلكية التي تتراوح بـــين حـــوالي ٥٥٠ كيلو هرتز لموجات الراديو الطويلة حتى حوالي 800 ميجـــاهرتز لـــبعض محطات التلفزيون ذات الترددات العالية جدا. قدرة التشغيل تكون اقل مـــن بضـــع مئات من الواطات لبعض المحطات الإذاعية و حتى الملايين من الواطات لبعض المحطات التلفازية. بعض هذه الإشارات يمكن أن تكون مصـــدرا مهمـــا لطاقـــة الترددات اللاسلكية في البيئة المحلية. مقدار طاقة الترددات اللاسلكية التي يمكـــن أن يتعرض لها العاملين و الجمهور كنتيجة لبث ألهوائيات يتوقف على عدة عوامل ، منها نوع المحطة ، خصائص تصميم الهوائي المستخدم ، القدرة التي المرســـلة إلى الهوائي . ارتفاع الهوائي و المسافة عن الهوائي. طاقـــة بعـــض التـــرددات يمتصها جسم الإنسان أكثر من الطاقة في الترددات الأخـــرى ، وكـــذلك يعتمـــد امتصاص الطاقة على تردد الإشارة المرسلة وكثافتها. وصول الجمهور قريبا من

هوائيات البث عادة ما تكون محددة لذلك لا يمكن تعرض الأشخاص للمجالات العالية التي قد تكون موجودة بالقرب من الهوائيات. القياسات التي قدمتها منظمات حماية البيئة قد أظهرت أن مستويات إشعاع الترددات اللاسلكية في المناطق المأهولة بالسكان بالقرب من مرافق البث الإذاعي عادة ما تكون أقل بكثير من مستويات التعرض الموصى بها بالمعايير والمبادئ التوجيهية الحالية. هوائي في بعض الأحيان يقوم عمال الصيانة بالتسلق على الهوائي لأغراض مثل الطلاء والتصليح وفي مثل هذه الحالات يمكن أن يتعرض ألعاملين لمستويات عالية من طاقة الترددات اللاسلكية إذا كان العمل المنجز في برج يشتغل أو في المناطق المحيطة مباشرة بالهوائي. لذلك لا بد من اتخاذ الاحتياطات اللازمة لضمان عدم تعرض ألعاملين في مجال الصيانة إلى مجالات التردد اللاسلكي غير الآمن.

2 - هوائيات أنظمة الهواتف الجوالة **Portable Radio Systems**

أنظمة الراديو الجوالة الارضيه الاتصالات المتنقلة تشمل مجموعة متنوعة من منظومات الاتصالات الحرارية والجوالة التي تتطلب استخدام مصادر الترددات اللاسلكية. هذه ألمنظومات تعمل في نطاق ضيق من الترددات بين 30 إلى 1000 ميجاهرتز. منظومات الراديو التي تستخدمها الشرطة وإدارات الإطفاء وخدمات التخاطب اللاسلكي ، وراديو الأعمال هي أمثلة قليلة من منظومات الاتصالات. هناك ثلاثة أنواع من أجهزة الإرسال اللاسلكية المرتبطة بالهواتف الجوالة الارضيه وهي محطة الإرسال القاعديه ، أجهزة الإرسال المركبة على عربات، وأجهزة الإرسال الحرارية. الهوائيات المستخدمة لهذه المحطات يتم تكييفها لغرض محدد. فمثلا ، هوائي محطة الإرسال القاعديه يجب أن يشع الإشارة إلى مساحة كبيرة نسبيا ، لذلك فأنة يحتاج إلى قدرة عالية مقارنة بالهوائيات الحرارية على المركبة أو لاسلكي الجوال باليد. على الرغم من أن محطة الإرسال القاعديه تعمل عادة مع مستويات عالية من القدرة فإن وصول

الجمهور إليها محذورا نظرا وهي محمولة على ارتفاعات كبيرة فوق سطح الأرض لتوفير تغطية كافية للإشارة. كما أن العديد من هذه الهوائيات يعمل على فترات متقطعة.ولهذه الأسباب ، فان هوائيات محطة الإرسال القاعديه لم تكن مصدرا للقلق فيما يتعلق بتعرض الجمهور لإشعاع الترددات الراديوية . الدراسات للهوائيات فوق سطح البنايات أشارت إلى أن الهوائيات التي تعمل على قدرة عالية قد تزيد من احتمالات تعرض عاملي الصيانة أو غيرهم عند الوصول إلى تلك المواقع. مستويات قدرة الإرسال للهوائيات المثبتة على العربات أو الهوائيات الارضيه المتحركة عادة ما تكون أقل من تلك التي تستخدمها هوائيات محطة الإرسال القاعديه. الهوائيات ألأرضيه المتحركة مثل ألهوكي توكي هي أجهزة لاسلكيه تعمل بقدرة منخفضه و تستخدم لنقل واستقبال الرسائل عبر مسافات قصيرة نسبيا. نظرا لمستويات القدرة المنخفضه وعملها البعيد عن الرأس ، فان تعرض المستخدمين للترددات اللاسلكية لا تتجاوز الحدود الآمنة. ولذلك ، فإن هيئات الاتصال لا تطلب الوثائق الروتينية للامتثال للحدود السلامة لمثل هذه الأجهزة.

3 - هوائيات الميكروويف **Microwave Antennas**

هوائيات الميكروويف ترسل وتستقبل إشارات الموجات المايكروية عبر مسافات قصيرة نسبيا (من بضعة كيلومترات إلى 50 كيلومتر أو أكثر). هذه الهوائيات عادة ما تكون مستطيلة أو دائرية الشكل وعادة ما تثبت على برج ، أو على أسطح المنازل وعلى جانبي المباني ، أو على الهياكل المماثلة لكي لا يمكن إعاقة البث والإرسال ، مثل نقل الصوت والبيانات والرسائل وتعمل على الربط بين استوديوهات إلاذاعة أو التلفزيون والهوائيات. حزمة الإشارات اللاسلكية تنتقل من هوائي الإرسال لهوائي الاستقبال ، والتشتت في طاقة الميكروويف خارج الحزمة الضيقة نسبيا قليل جدا. بالإضافة إلى ذلك فان هذه الهوائيات تعمل

بمستويات قدرة منخفضه جدا تقدر ببضع واط أو أقل. وقد بينت القياسات بان كثافة قدرة هوائيات الميكروويف على سطح الأرض هي اقل ألف مرة أو أكثر من حدود ألسلامة. وعلاوة على ذلك فهناك هامش للسلامة إضافي وهو عدم وصول الجمهور الى مواقع برج الميكروويف. التعرض الكبيرة من هذه الهوائيات يمكن أن يحدث في حالة وقوف الإنسان مباشرة أمام وقريب جدا من الهوائي لفترة من الزمن.

4 - هوائيات منظومات الأقمار الصناعية**Satellite Systems**

هوائيات منظومات محطات ألأقمار الصناعية تستخدم الأقمار الصناعية للاتصالات بالأرض وعادة ما تكون الهوائيات بشكل قطع مكافئ "طبق" ، وبعضها كبير يتراوح قطرة بين 10 إلى 30 مترا ، والتي تستخدم لإرسال إشارات الميكروويف (الموجات المرتفعة) أو تلقي (الموجات الهابطة) إلى أو من ألأقمار صناعية التي تدور حول الأرض. هذه الإشارات تسمح بتسلم مجموعة متنوعة من خدمات الاتصالات ، بما في ذلك خدمات الهاتف لمسافة بعيدة. بعض هوائيات المحطات الارضيه للأقمار الصناعية تستخدم فقط لاستلام إشارات الترددات اللاسلكيه (تماما مثل هوائي التلفزيون على سطح المنازل) ، ونظرا لأنها لا ترسل الترددات اللاسلكية ، فان خطر التعرض للأشعة المنبعثة ليست مهمة. نظرا لعملها لمسافات طويلة ، فإنها تستخدم مستويات كبيرة نسبيا من القدرة لنقل هذه الإشارات مقارنة ، لتلك المستخدمة في هوائيات الميكروويف. و كما هو الحال مع هوائيات الميكروويف فان حزمة الموجات، إشارات الأقمار الصناعية تتركز باتجاه محدد للغاية . بالإضافة إلى ذلك ، سيكون وصول الجمهور إلى مواقع المحطة مقيدا حيث ان مستويات التعرض قريبا منها يمكن أن يتجاوز الحدود الآمنة.

5 - هوائيات منظومات هوائيات الرادارAntenna **Radar Systems**
أجهزة الرادار تستخدم لكشف ، واتجاه ،ومدى ، الطائرات،ألبواخر،أو غيرها من

الأجسام المتحركة. يتحقق ذلك من خلال إرسال نبضات عالية من ترددات االكهرومغناطيسية . منظومات الرادار عادة ما تعمل على موجات راديوية ترددااتها تتراوح بين 300 ميجاهرتز و 15 جبجاهرتز). تستخدم أنظمة الرادار على نطاق واسع في الملاحة والطيران والدفاع الوطني ، والتنبؤ بالأحوال الجوية. العاملين والناس الذين يعيشون بالقرب من أجهزة الرادار قد أعربت عن قلقها إزاء الآثار الصحية الطويلة الأجل الضارة ، بما في ذلك السرطان ، وإعتام عدسة العين ، والآثار السلبية على الأطفال. من المهم أن نميز بين الأخطار الحقيقية و المحتملة التي يسببها الرادار ونتفهم الأسباب الكامنة وراء وضع معايير دولية للتعرض واتخاذ التدابير الوقائية.القدرة التي تنبعث من أنظمة الرادار يتباين من أعداد قليلة من الملي واط (رادار شرطة المرور) إلى العديد من كيلوواط (رادارات الفضاء). ومع ذلك ، هناك عدد من العوامل التي تقلل إلى حد كبير من تعرض الإنسان للترددات اللاسلكية الناتجة عن أنظمة الرادار ، وغالبا بمعامل لا يقل عن 100 وهي.

- منظومة الرادار ترسل الموجات الكهرومغناطيسية بشكل نبضات وليس بشكل مستمر. وهذا يجعل من متوسط الطاقة المنبعثة أقل بكثير من قدرة ذروة النبضة.
- الرادارات الاتجاهيه لذلك فان طاقة الترددات اللاسلكية التي تولدها تحتوى حزمة ضيقة جدا وتشبه شعاع من الضوء. مستويات الترددات اللاسلكية تقل بسرعة كلما ابتعدنا عن الشعاع الرئيسي. في معظم الحالات فان هذه المستويات اقل آلاف المرات عما هي عليه في الشعاع الرئيسي.
- العديد من الرادارات هوائياتها تدور بشكل مستمر أو تغير ارتفاعاتها بصورة متفاوتة ، وبالتالي تتغير باستمرار في اتجاه الشعاع.

- المناطق الخطرة من حيث تعرض الإنسان لا يمكن للأفراد غير المصرح بهم الوصول إليها .

6-3 حدود الامتثال Compliance boundary أو منطقة الحظر exclusion zone

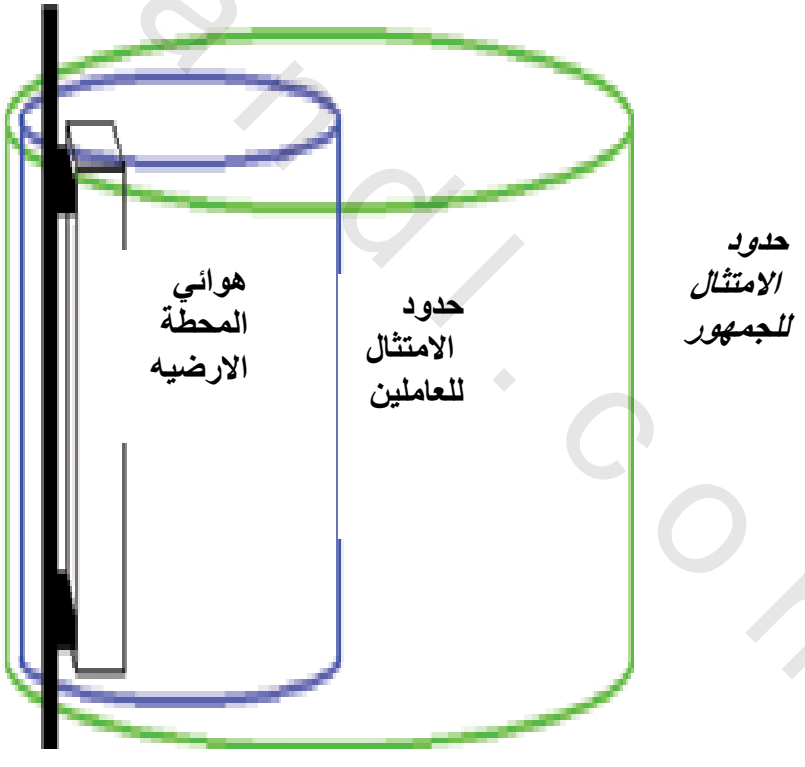
من حيث المبدأ ، تنخفض مستويات الترددات اللاسلكية بسرعة عندما يتحرك الفرد بعيدا عن المصدر (الهوائي). يمكن أن يحسب مستوى الترددات اللاسلكية لكل هوائي، على أساس الخصائص الكهربائية أو قياسها . المسافة التي عندها تكون الترددات اللاسلكية دائما دون مستوى محددات الترددات اللاسلكية تسمى مسافة الامتثال .مسافة الامتثال قد تستند على المستويات المرجعية أو على تقييم SAR ، في كلتا الحالتين فإنها تشتمل على هامش كبير من الأمان .من الممكن أيضا تحديد حدود الامتثال بثلاث إبعاد (3D) حول الهوائي كما في الشكل (3 - 18). المنطقة التي تكون داخل منطقة الامتثال غالبا ما يطلق عليها منطقة الحظر.من فوائد تحديد حدود الامتثال هي أنها تحدد مسافة الامتثال في كل الاتجاهات.عادة ما تعتمد قاعدة المحطات الارضية للهوائيات على الاتجاه ، وبالتالي فإن مستوى الترددات اللاسلكية وراء الهوائي أقل بكثير من أمامه.

المبادئ االارشادية للهيئة الدولية للوقاية من الإشعاع غير المؤين ICNIRP تحدد بالمعدل لكل 6 دقائق لتحديد مستوى التعرض. لذلك ،فان الترددات اللاسلكية التي تتجاوز المستوى المرجعي لفترة قصيرة لا يعني بالضرورة بأن قد تجاوزت الحد. في الممارسة العملية ، هذا يعني أنه حتى إذا كان الفرد يتحرك ضمن حدود منطقة الامتثال ،فأنة من غير المرجح أن يتعرض إلى تعرض حاد. ومع ذلك ، فإن معدل الزمن يستخدم بمشورة الخبراء فقط.

3- 7 أنواع هوائيات شبكات الهاتف الجوال نسبة إلى اتجاه البث

الهوائيات النمطية الشائعة التي تستخدم في المحطات الارضيه للهواتف الجوالة أنواع كثيرة تعتمد على حدود مسافة الامتثال والتي قد تكون متجانسة حول الهوائي ، إمامة أو خلفه . هنالك عدد كبير من المعايير والقوانين العالمية بشأن التعرض للموجات اللاسلكية . وبشكل عام ، جميع هذه المعايير متشابهة وترتكز على توصيات منظمة الصحة العالمية واللجنة الدولية للوقاية من الإشعاع غير المؤين. إن الحد الأعلى للتعرض للموجات اللاسلكية المسموح به يضمن درجة سلامة عالية ويمنع من حدوث أي آثار سلبية على صحة الإنسان .

الشكل (3 - 18) حدود الامتثال



obeikandl.com

كمية التعرض للموجات اللاسلكية تقل كلما ارتفعت هوائيات محطة التقوية عن الأرض ولذلك يتم وضع الهوائيات على أبراج حديدية مرتفعة . فإذا كنت تقف على بعد متر عن الهوائي (وليس البرج) فإن تأثير الموجات اللاسلكيه يكون قد تلاشى تماما. لقد تم مراعاة وضع الهوائيات فوق الأبنية وعلى الأسطح والمناطق المرتفعة بما يضمن ابتعادها أكبر ما يمكن عن المواطنين ولهذا فإن مستويات التعرض للموجات اللاسلكيه في الأبنيه وعلى الأرض أقل بكثير من الحد الأعلى المتفق عليه دولياً.

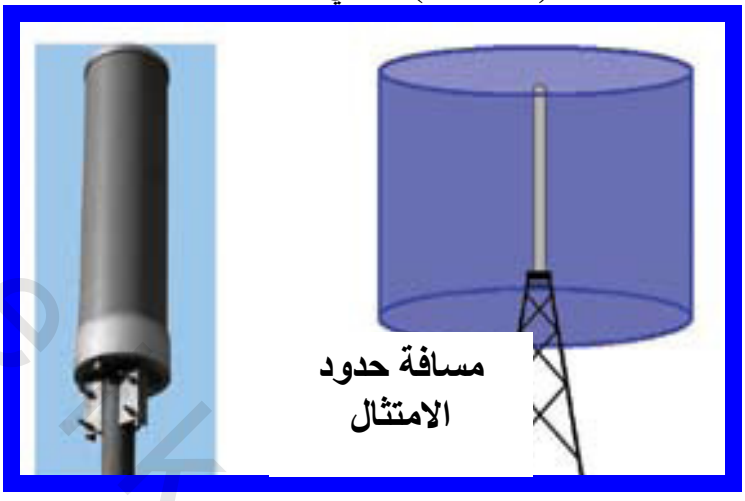
تختلف الهوائيات المستخدمة باختلاف الترددات المستخدمة. إن اختلاف طول الموجة المرافق للترددات المختلفة يتطلب هوائيات مختلفة الأحجام لكي تتمكن من إرسال الإشارات عند طول الموجة الصحيح. تكون أنواع الهوائيات نسبة إلى اتجاه البث منها على ثلاثة أنواع :

1 - هوائي التغطية متعددة الاتجاه Omni-directional coverage

وهي الهوائيات متعددة الاتجاهات والتي تشع بنفس النمط وبجميع الاتجاهات (360 درجة) حول الهوائي الشكل (3 - 19). تعتبر هذه الهوائيات أكثر ملائمة للمواقع التي تستخدم للربط مع عدة نقاط من أهم هذه الهوائيات هو الهوائي ثنائي القطب dipole أو هوائي نصف طول الموجة وهو الهوائي الذي طوله يساوي نصف طول الموجة المستخدمة أو المبثوثة ويتكون التيار من عقدتين وبطن واحدة إما الفولطية فتكون من عقدة واحدة وبطنين.

هذه الهوائيات تشع طاقة الترددات اللاسلكية بشكل متساو في جميع الاتجاهات في المستوى الأفقي. القدرة الخارجة من الهوائي 10 – 80 واط ، و حدود مسافة الامتثال تتراوح بين 0.1 – 1.5 متر من الهوائي.

الشكل (3 - 19) هوائي التغطية الاتجاهيه



2- هوائي تغطية القطاع Sector coverage

هذه الهوائيات تحدد معظم إشعاعها للطاقة الترددات اللاسلكية باتجاه زاوي ضيق الاتجاه إلى الأمام ويتراوح بين 60 إلى 120 درجة في الاتجاه الأفقي ، وبين ما بين 8 و 14 درجة في الاتجاه العمودي وهي تركز الإشارة اللاسلكية في منطقة محددة. القدرة الخارجة من الهوائي10 – 80 واط ، و حدود مسافة الامتثال تتراوح بين 0.2 – 3 متر من الوجه الأمامي للهوائي.

3 - الهوائيات الاتجاهيه directional

وهي الهوائيات التي تشع بمجال أضيق بكثير من مجال الهوائيات القطاعية التي تعمل بالترددات التي تتراوح بين 2.4 - 5 جيجا هرتز. تتمتع هذه الهوائيات بالربح الأعلى من بين الأنواع الأخرى ولذلك فهي تستخدم في الاتصالات للمسافات البعيدة. الهوائيات الاتجاهيه تشكل الخيار الأمثل في حالات الوصل بين نقطتين والتي تستخدم فيها الهوائيات لتوصيل موقعين فقط مع بعضهما البعض. الشكل (3 - 20).

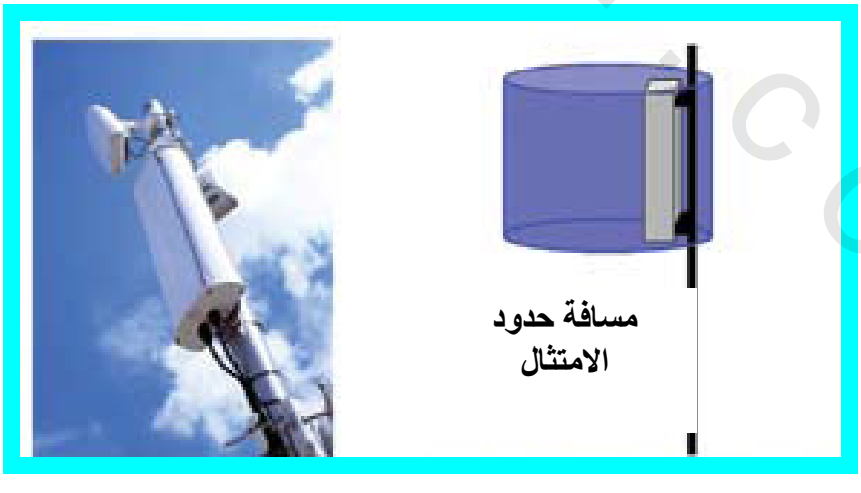
4- مجموعه الهوائيات (أو مزارع)Antenna farms (or clusters

وتكون بشكل شبكة من الهوائيات (مجموعة هوائيات) ذات التغطية الاتجاهيه.وفي الشكل (3 - 21) توجد ثلاث مجموعات من الهوائيات المركبة فوق بعضها . في حالة وجود العديد من الهوائيات في الموقع ، كلما أضيف هوائي أخر في الموقع ينبغي حساب حدود مسافة الامتثال ، مع مراعاة حساب التعرض الإضافي.

5 - الهوائي اللاسلكي ذي المراحل (الاتصال من نقطة ثابتة إلى أخرى) fixed Radio relay point-to-point link

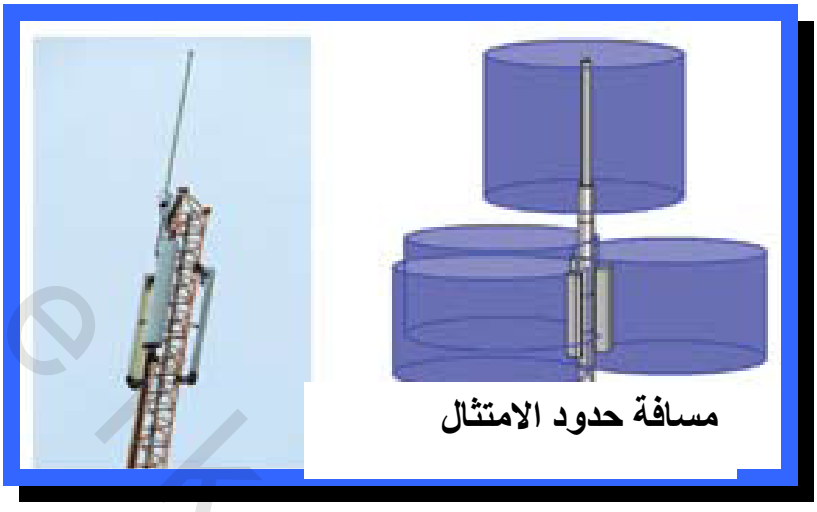
هذه الهوائيات تركيز على نشر طاقة الترددات اللاسلكية بشكل حزمة ضيقة بالاتجاه الأمامي مثل الأطباق الشكل (3 - 22). وعادة ما تكون مستويات القدرة لهذه الهوائيات منخفضه ، وأقل من 1 واط ، فان سلامة المسافات الآمنة بالاتجاه الأمامي (L) غالبا ما تكون صغيرة (بالسنتمترات) . في كثير من الحالات التي لا توجد حاجة لأية مسافة أمان للتعرض المهني. المناطق على فوق وتحت وعلى جانبي الهوائي ورائه تكون آمنة في أقصر المسافات.

الشكل (3 - 20) الهوائيات الاتجاهيه



obeikandl.com

الشكل (3 - 21) مجموعه الهوائيات



ومع ذلك ، لا ينبغي أبدا وقوف العمال إمام هذه الهوائيات لأنه سوف يشوش على الاتصال قاطع ألاسلكي.

وتكون الهوائيات متشابهة تقريبا وتقوم على نفس المبدأ في هواتف نظم الاتصالات الشخصية(PCS) الحرارية باليد وهي أجهزة إرسال واستقبال للإشارات الراديوية والتي تستخدم تكنولوجيا الإرسال الرقمية ، بدلا من النظام التناظري والتي تستخدمها معظم "الهواتف الجوالة .

في الولايات المتحدة معظم الهواتف الجوالة القديمة تعمل على ترددات تتراوح بين 860– 900 ميجاهرتز ، في حين أن هواتف نظم الاتصالات الشخصية تعمل على ترددات تتراوح بين 1800– 2200 ميجاهرتز. ، والهاتف الجوال وأجهزة الكمبيوتر وقاعدتهم هوائيات محطة مماثلة. في الولايات المتحدة ، و الهواتف الاسلكية تعمل على ترددات تتراوح بين 45 إلى 2500 ميجاهرتز .

3- 8 إرسال الهواتف الجوالة

قدرة الترددات اللاسلكية من الهاتف تنتقل عن طريق الهوائي و الدوائر والعناصر داخل السماعة. الهوائي عادة ما يكون بشكل لولب معدني أو قضبان معدنية طولها

بضعة سنتيمترات تمتد من أعلى الهاتف ويكون كلا النوعين من الهاتف عبارة عن هواتف اتجاهية. على الرغم من أن المزيد من القدرة تشع في بعض الاتجاهات دون غيرها. في نقاط تبعد من الهوائي ٢.٢ سم (المسافة التي أجريت عليها العمليات الحسابية) ، القيم القصوى للمجال الكهربائي التي تم حسابها حوالي ٤٠٠ فولط/ م لقدرة ٢ واط ، لهاتف عند التردد ٩٠٠ ميجاهرتز أو نحو ٢٠٠ فولط/ م لقدرة ٢ واط ، لهاتف عند التردد ١٨٠٠ ميجاهرتز . الحد الأقصى للمجال المغناطيسي الذي تم حسابه حوالي ١مايكرو تسلا لكلا الهاتفين . لكل من لقدرة ٢ واط ، لهاتف عند التردد ٩٠٠ ميجاهرتز والهواتف ١ واط ، عند التردد ١٨٠٠ ميجاهرتز الكثافة القصوى على بعد ٢.٢ سم من الهوائي حوالي ٢٠٠ واط / م^2 وهذا هو حوالي ربع كثافة إشعاع الشمس في يوم صحو من أيام الصيف ، على الرغم من تردد الانبعاث من الهاتف حوالي مليون مرة أصغر من كثافة إشعاع الشمس). هذه هي المجالات

الشكل (3 - 21) ألهوائي ذي المراحل

openkandil.com

والشدات عندما يكون الهوائي بعيدا عن الرأس أو الجسم. عندما يكون الهـوائي قريبا من الجسم ، فان الإشعاع يخترق الجسم ، ولكن المجال في الداخل أقل بكثير عنة في الخارج ، لنفس ألهوائي. على سبيل المثال ، أقصى مجال داخل الـرأس عندما يبعد سطحه ١.٤ سم من الهوائي حوالي ثلاث مرات أقل من القيم المذكورة أعلاه. وبالإضافة إلى هذه المجالات للترددات اللاسلكية ، والتـي تكـون بشـكل نبضات عند التردد ٨.٣٤ هرتز و ٢١٧ هرتز ، وهنـاك مجـالات مغناطيسـية بالقرب من الهاتف والتي تتذبذب في نفس هذه الترددات ومقدارها بضع مـايكرو تسلا . و هي التي تولدها التيارات المتدفقة من البطارية والتي تفتح وتغلق عنـد هذه الترددات نتيجة الاستخدام المتعدد بالتقسيم الزمنيTDMA

openkandl.com