

المحاضرة العاشرة

الهوائيات والانتشار

الهوائيات

- الهوائيات عبارة عن جسم معدني غالبا من النحاس أو الألمونيوم
- تقوم الهوائيات بتحويل الإشارات الكهربائية المارة فيها إلى إشارات كهرومغناطيسية تنتشر في الهواء بسرعة تساوي سرعة الضوء لتقوم ببيتها إلى مناطق استقبالها
- الهوائيات هي من أهم عناصر الاتصالات حيث تستخدم في الإرسال والاستقبال لإرسال واستقبال الإشارات الكهرومغناطيسية



برج اتصالات يحمل هوائيات مختلفة

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

معاملات الهوائيات: Antenna Parameters

■ للهوائيات عدة معاملات عن طريقها يتم تحديد نوع الهوائي وجودته لإرسال أو استقبال الإشارات المعينة ومنها:

i. شكل الإشعاع

ii. مقاومة الإشعاع

iii. كسب الهوائي

iv. عرض النطاق

v. مقاومة الدخل

vi. القطبية

معاملات الهوائيات: Antenna Parameters

□ شكل الإشعاع: *Radiation Pattern*

هو عبارة عن شكل الشعاع الخارج من الهوائي حيث يكون له شكل معين واتجاه معين عن طريقه نستطيع تحديد أماكن استقبال الإشارة حيث يمكننا استقبال الإشارة في المناطق الواقعة داخل هذا الشكل الإشعاعي

□ مقاومة الإشعاع: *Radiation Resistance*

كلما كانت كبيره كلما كانت جودة الهوائي أفضل حيث بزيادتها تزيد مقدرة الهوائي علي إرسال الإشارة لمسافة اكبر

معاملات الهوائيات: Antenna Parameters

□ كسب الهوائي: *Gain*

هو مقياس لمقدرة الهوائي علي تركيز الطاقة الخارجة منه في مساحة اقل حيث انه إذا ركزنا الطاقة في مساحة معينة زادت جودة الإشارة في تلك المنطقة.

□ عرض النطاق: *Broad Band*

هو مقياس لمدى الترددات التي يستطيع الهوائي ان يرسلها أو يستقبلها لان لكل هوائي مدى معين يقوم بحسابه المصنعون ويتم إستخدامه حسب الحاجة للترددات المطلوبة لكل منظومة

معاملات الهوائيات: Antenna Parameters

□ مقاومة الدخل للهوائي: *Input Impedance*

- هي مقياس لقيمة المعاقاة علي دخل الهوائي حيث من المفروض أن تكون تلك القيمة مناسبة لقيمة معاقاة الخرج للكابل الذي يستخدم في نقل الإشارة للهوائي
- وذلك لكي يتم نقل اكبر كمية ممكنة من طاقة الاشارة
- والكابلات المتواجدة في السوق غالبا لها معاقات 50 اوم و 75 اوم و 300 اوم

معاملات الهوائيات: Antenna Parameters

□ القطبية: Polarization

• وهي تحدد إتجاه الهوائي في الإرسال أو الاستقبال مثل القطبية الراسية Vertical والأفقية Horizontal والدائرية

Circular

• يجب إن يكون هوائي الإرسال والاستقبال لهما نفس القطبية حتي يتم استقبال الإشارة بصورة جيدة

أنواع الهوائيات

■ هناك عدة أنواع من الهوائيات تختلف أبعادها وأشكالها ومدى ترددها بشكل كبير جداً حسب نوع منظومة الاتصالات المعنية ومنها:

□ الهوائي ثنائي القطب : *Dipole Antenna*

يعتبر من أكثر الأنواع انتشاراً فهو عبارة عن سلكين من مادة النحاس أو الألمونيوم مستقيمين حيث يتم تغذية كل من أطرفهما عن طريق كابل مزدوج بحيث يكون طول السلك يساوي ربع الطول الموجي حيث يكون طول السلكين مساوياً لنصف طول الموجة يؤدي هذا إلى استقبال أفضل وإرسال أكبر طاقة من الإشارة.



الهوائي ثنائي القطب: Dipole Antenna

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنواع الهوائيات

□ أحادي القطب *Mono Pole*

- هو يشبه الهوائي ثنائي القطبي ولكن يستخدم فيه سلك واحد فقط بحيث يكون مساويا لربع طول الموجة
- ولا هميته يستخدم بكثرة في أجهزة الاتصالات اللاسلكية لان الشعاع الخارج منه يكون موازيا لسطح الأرض
- هذا يؤدي إلى تغطية مسافة معينة يستخدم في سيارات الإسعاف وأجهزة اتصالات الشرطة



هوائي أحادي القطب

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنواع الهوائيات

□ هوائي ياغي: *YAGI*

يعتبر هذا النوع من الهوائيات من أبسط أنواع الهوائيات المصنوفة لاستقبال الإشارات التلفزيونية ويعود تسميته باسم ياغي نسبة للشخص المخترع حيث يتكون هذا الهوائي من ثلاثة عناصر

i. الدايبول

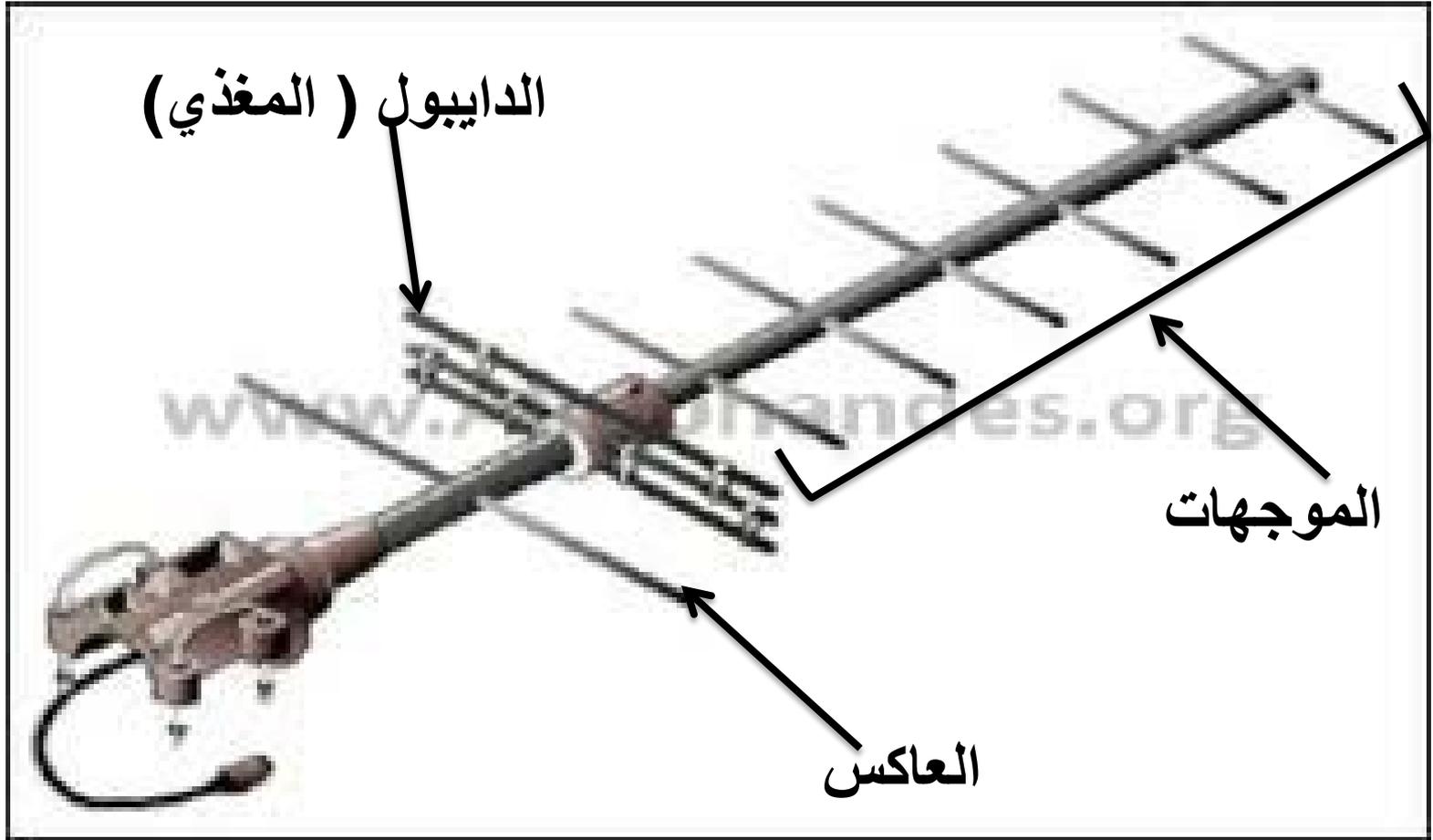
ii. العاكس

iii. الموجهات

أنواع الهوائيات

□ هوائي ياغي: YAGI

- بحيث يكون مع الدايبول عدة أسلاك تعرف بالعواكس والموجهات فإذا كان السلك أطول من الدايبول يعرف بالعاكس
- وإذا كان اقصر يعرف بالموجه بحيث يقوم العاكس بعكس الإشارة في الاتجاه المقابل
- ويقوم الموجه بتركيز إشارة الدايبول وذلك لتحسين كفاءة الاستقبال



الهوائي ياغي Yagi

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنواع الهوائيات

□ الهوائي الطبقي : *Dish Antenna*

- عبارة عن طبق معدني يقوم بعكس الإشارة وتجميعها على البؤرة حيث يوجد عنصر الإرسال والاستقبال.
- تستخدم الهوائيات الطبقيّة (الصحن) في معظم الأنظمة التي تعمل كأنظمة الميكرويف وأنظمة الأقمار الاصطناعية حيث تتراوح أقطار الأطباق المستخدمة في هذه الأنظمة عدة عشرات من السنتيمترات مثل الأطباق المستخدمة في التقاط الإشارات التلفزيونية من الأقمار الاصطناعية



المغذي

VIKING

www.Almohandes.org

العاكس

الهوائي الطبقي

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنواع الهوائيات

□ هوائي البوق : *Horn Antenna*

- عبارة عن هوائي على شكل مخروطي يشبه البوق مصنوع من مادة معدنية
- حيث يوضع بداخله دوائر الإرسال والاستقبال حيث يقوم هذا البوق بتركيز الإشارة وإعادة إرسالها إلى مدى أكبر وهو يستخدم في الترددات العالية



هوائي البوق

د عثمان محمد دفع الله
أستاذ مشارك جامعة كرري

أنواع الهوائيات

□ الهوائيات الذكية: *Smart Antenna*

- تقوم فكرة الهوائيات الذكية على استعمال نمط إشعاع غير ثابت من هوائي مركز الخلية (البرج)

- حيث تستخدم تقنية معينة تسمى بتقنية المسح متعدد الأشعة

Multi beam Scanning

- ويعتمد أيضا على نظام محوسب لمعالجة الإشارة والتحكم في توجيهها من خلال ربطها بالهوائيات في قاعدة الاتصال

أنواع الهوائيات

□ مميزات الهوائيات النكية :

- i. زيادة سعة الشبكات اللاسلكية.
- ii. تحسين الأداء بتوفير سرعة أكبر لنقل البيانات.
- iii. تحسين نوعية الاتصال بشكل ملحوظ حيث يمكن زيادة كسب الهوائي في الاتجاه المرغوب

أنواع الهوائيات

□ عيوب الهوائيات النكية :

- i. زيادة تعقيد أنظمة الإرسال والاستقبال وبالتالي زيادة التكلفة.
- ii. إدارة عمليات التراسل الراديوي أصبحت أكثر صعوبة.
- iii. يقل معدل البيانات بحركة الشخص المستقبل

توجيه الهوائيات

- تستخدم الهوائيات المفردة في حالة الإرسال الإذاعي لتغطية كل الاتجاهات إلا أنه في كثير من الأحيان في أنظمة الإتصالات يستحسن أن يكون الهوائي موجها أي يشع الموجات الكهرومغناطيسية في إتجاه معين
- نستخدم في هذه العملية ما يعرف بالعواكس والموجهات لتركيز الشعاع في إتجاه معين أي إتجاه الانتشار أو المنطقة المطلوب تغطيتها مما يزيد من معامل كسب الهوائي

توجيه الهوائيات

■ كسب الهوائي يعطى بالعلاقة:-

$$\text{الكسب} = \frac{\text{خرج القدرة في إتجاه الهوائي}}{\text{قدرة الدخل}}$$

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

■ حيث A_e هي المساحة الفعالة للهوائي

انتشار الموجات

- الموجات الكهرومغناطيسية هي الأساس في أنظمة الإتصالات اللاسلكية والتي يتم بها الاتصال بين نقطتين أو أكثر (مرسل ومستقبل) بينهما مسافات شاسعة ولا يوجد بينهما خطوط نقل مباشرة.
- تستخدم الموجات الكهرومغناطيسية في كثير من تطبيقات الإتصالات اللاسلكية مثل مجالات الاتصالات الهاتفية أو المتنقلة والمراقبة الجوية وأنظمة الإتصالات الفضائية بواسطة الأقمار الإصطناعية

انتشار الموجات

- تتكون الموجة الكهرومغناطيسية من مجال كهربائي وآخر مغناطيسي متعامدان على بعضهما البعض في الفضاء الحر ويتغيران بشكل دوري مع الزمن.
- عند المرسل تقوم الهوائيات بتحويل الطاقة الكهربائية القادمة إليها من محطة الإرسال إلى موجات إشعاع راديوي تنتشر من الهوائي في الفضاء الحر

انتشار الموجات

- وعند طرف المستقبل يقوم هوائي الاستقبال باستقبال الموجات الراديوية وتحويلها إلى تيار وجهد كهربائي مثل التي كانت عليه عند المرسل
- تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية من الهوائي حسب نموذج معين يتوقف على نوع هذا الهوائي

الخصائص الضوئية للموجات الكهرومغناطيسية

• تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ أو في أي وسط متجانس على شكل خطوط مستقيمة ولكنها قد تتعرض لظواهر عدة عند انتقالها من وسط إلى وسط

• وهي ظواهر

i. الانعكاس reflection

ii. الانكسار refraction

iii. الحيود diffraction

iv. التشتت scattering

الخصائص الضوئية للموجات الكهرومغناطيسية

- فعند انتقال موجة كهرومغناطيسية من وسط إلى وسط آخر بينهما حد منتظم غير متعرج فإن جزءا من هذه الموجة سينعكس راجعا في الوسط الذي جاء منه وبحيث تساوي زاوية الانعكاس زاوية السقوط
- بينما ينفذ الجزء المتبقي من الموجة الساقطة إلى الوسط الثاني ويسير فيه بشكل منكسر حيث تتحدد زاوية الانكسار من زاوية السقوط وكذلك معاملات الانكسار refractive index الوسطين حسب قانون سنل Snell's Law

استقطاب الموجة Polarization

- يعرف استقطاب الموجة wave polarization بأنه الاتجاه الذي يشير إليه مجالها الكهربائي في الفضاء
- عند اتخاذ سطح الأرض كمرجع فإن الموجة تكون:-
 - i. عمودية الاستقطاب vertical polarization إذا كان اتجاه مجالها الكهربائي عموديا على سطح الأرض
 - ii. وأفقية الاستقطاب horizontal polarization إذا كان إتجاه مجالها الكهربائي موازيا لسطح الأرض

طرق إنتشار الموجات

□ الموجات الأرضية: Ground Waves

- هي الموجات الكهرومغناطيسية التي تستخدم القشرة الأرضية كوسط انتشار لذلك فإنها في بعض الأحيان تسمى الموجات السطحية Surface waves يجب ان تكون الموجات السطحية محققة للخصائص التالية:
 - أن يكون لها استقطاب رأسي وذلك ليكون الفقد في الموجة أقل ما يمكن لأنه في حالة الاستقطاب الأفقي يكون المجال الكهربائي موازياً لسطح الأرض مما يزيد من الفقد.
 - أن لا يزيد التردد عن المسموح به حتى لا يزيد الفقد لذلك فإن هذه الموجات مقتصرة فقط على الموجات ذات الترددات المنخفضة والمنخفضة جداً.

طرق إنتشار الموجات

□ الموجات الأرضية: Ground Waves

■ الموجات الأرضية لها استخدامات عديدة وذلك للمميزات التي تكتسبها مثل:

i. تمكن من الاتصال بين أي نقطتين على سطح الأرض لو توفرت الطاقة اللازمة.

ii. لا تتأثر نسبيا بالتغيرات المناخية أو الجوية.

■ عيوبها:

i. تحتاج إلى طاقة إرسال عالية.

ii. ترددتها المنخفض يؤدي إلى كبر حجم منظومة الاتصال.

iii. معدلات الفقد في الموجة تتغير بتغير نوع التربة

طرق إنتشار الموجات

الموجات الفضائية: Space waves

تتكون من شقين أساسيين هما:

- الموجات المباشرة: وهي التي تنطلق من المرسل إلى المستقبل مباشرة وهي تمثل أكثر من ٩٠% من الموجات الفضائية وهذه الموجات تحدها طبيعة انحناء الأرض في المنطقة بين المرسل والمستقبل.
- الموجات المنعكسة من الأرض: وهي الموجات المنعكسة من قشرة الأرض في إتجاه المستقبل وهي تمثل نسبة ضئيلة جدا من الموجات الفضائية حوالي ١٠%.

طرق إنتشار الموجات

- يجب مراعاة عامل انحناء الكرة الأرضية في عملية الاتصال بالموجات الأرضية وذلك للحساب الدقيق لارتفاع هوائيات المرسل والمستقبل ومراعاة عامل المسافة بينهما حيث تربطهما العلاقة التالية

$$d = 4(h_t)^{\frac{1}{2}} + 4(h_r)^{\frac{1}{2}} \quad \text{حيث:}$$

d : تمثل المسافة بين هوائي المرسل وهوائي المستقبل

h_t : تمثل ارتفاع هوائي المرسل

h_r : تمثل ارتفاع هوائي المستقبل

طرق إنتشار الموجات

□ الموجات السماوية: Sky waves

الموجات السماوية هي تلك الموجات التي يكون إتجاه انتشارها في إتجاه السماء حيث تنعكس أو تنكسر متجهة إلى الأرض مرة أخرى وذلك بواسطة طبقة عاكسة في السماء تسمى الطبقة الأيونية

طبقات الغلاف الجوي

• غلاف الأرض الجوي هو طبقة من خليط من غازات تحيط بالكرة الأرضية مجذوبة إليها بفعل الجاذبية الأرضية. ويحوي على

i. ٧٨% من غاز النيتروجين

ii. ٢١% أكسجين

iii. ١% أرغون وثاني أكسيد الكربون وبخار الماء،

وهيدروجين، وهليوم، ونيون، وزينون

طبقات الغلاف الجوي

■ وتنقسم الطبقات إلى:

i. التروبوسفير

ii. الإستراتوسفير

iii. الميزوسفير

iv. الأيونوسفير

v. الأكسوسفير