

مشروع الخرج الهوائي (antenna)

دراسة أولية في تصميم الهوائيات

أعداد :-

منير محسن محمد سمية

تحذير " لا يجوز إعادة صياغة هذا الملف أو نشره إلا بعد اخذ الموافقة الخطية من المؤلفين كما انوه إلى أننا مستعدين لتلقي انتقاداتكم العلمية " تاريخ النشر 2007
للمراسلة توصلوا معنا عبر
البريد الالكتروني :- muneerm2011@gmail.com
صندوق بريد :- (37561) الجمهورية اليمنية – صنعاء

بسم الله الرحمن الرحيم

شكر وتقدير

في البداية أتقدم بالشكر والتقدير للأستاذ القدير الدكتور
محمد شكري والذي قدم لنا مساعدة عظيمة في مجال بحثنا هذا
والى كل من المهندس انس الطويلة والدكتور نادر عبد الحميد

والى كل من كتب مقالة وترجم بحث أو مقال أو كتب كتاب ونشرة في الانترنت

يعتبر هذا البحث رسالة تخرجي لنيل درجة البكالوريوس في الفيزياء .

وقد قدم كالآتي

- هذا البحث دراسة أولية لتصميم الهوائيات ودارسة كلا من الكسب والتوجيه والسريان وتشكل الموجة الكهرومغناطيسية حول الهوائي . والذي نأمل تطويره في المستقبل ليتسنى للجميع الاستفادة منه في مجال استقبال وبث الموجات الكهرومغناطيسية .
- في هذا البحث سوف نقسمه إلى عدة مواضيع أولها سوف نستعرض أنواع الهوائيات واهم النقاط التي سوف نتبعها في هذا البحث .
- سوف نشرح في هذا البحث طريقة تركيب الهوائيات وتشكل الموجات الكهرومغناطيسية حولها .
- سوف نحل ونكامل معادلات الهوائي الافتراضي .

ملاحظة / الجزء الأول من البحث تم اعتماده من منشورة مترجمة للمهندس انس الطويل والتي نشرت في الانترنت وأيضا من كتب الدكتور نادر المنشورة أيضا بالانترنت والتي اعتبرناها إحدى المراجع عبر الويب والتي سوف يذكر اسمها في نهاية هذا البحث وقد تركناها كما هي لأننا لم نجد أفضل مما قدموه .

بينما الجزء الثاني يهتم بدراسة الهوائي الافتراض رياضيًا وقد استخدمنا برنامج المتلاب للمحاكاة لذلك نتمنى من الجميع ان وجدوا خطأ ان يبلغونا لكي نصححه ويستفيد من هذا البحث الجميع ولكم جزى الشكر

الجزء الأول

* أهم الموصفات التي يجب أخذها في الاعتبار عند تصميم هوائي:-

- 1- التردد الذي يعمل عنده الهوائي
 - 2- النموذج الإشعاعي
 - 1- معامل الكسب والكفاءة
 - 2- معاوقة الدخل للهوائي
 - 3- المدى الترددي والتشغيل
 - 4- الاستقطاب
 - 5- درجة الحرارة
- *- أهم النقاط التي يجب أتباعها عند تصميم الهوائي
- 1- الأبعاد الميكانيكية للهوائي
 - 2- وزن الهوائي
 - 4- الخامات التي تستخدم في صناعة الهوائي
 - 5- التكلفة
 - 6- العوامل المحيطة بالهوائي

1.- ما هو الهوائي؟

الهوائي بالتعريف هو جهازٌ خاملٌ *Passive* يستخدم لتحويل الإشارات الراديوية RF التي تعبر النواقل إلى أمواجٍ كهرومغناطيسية *Electromagnetic Wave* تنتقل في الفضاء الطلق. تعمل الهوائيات أيضاً بالإتجاه المعاكس عبر تجميع الأمواج الكهرومغناطيسية من الفضاء الطلق وتحويلها إلى إشارات راديوية RF ضمن ناقلٍ ما. أي ان الهوائي لا يقوم تضخيم القدرة وإنما يحول الإشارة الكهربائية الى كهرومغناطيسية ويعمل على توجيهها فقط ولذلك يعتبر عنصراً خامل .

2. ميزانية الوصلة اللاسلكية

تتكون ميزانية الوصلة من حساب القدرات المفقودة والمكتسبة مبتدئين من جهاز الارسال ثم باسلاك التوصيل ثم اثناء الانتقال في الفضاء حتى وصوله جهاز الاستقبال

من المكونات التي تستحق عنايةً خاصةً في ميزانية الوصلة اللاسلكية "قدرة الإشعاع الأعظمية *Maximum Radiated Power*" و "حساسية الإستقبال *Receiver Sensitivity*". تحدد هذه المتغيرات حدود الوصلة القصوى والدنيا.

يعرف المتغير الأول باسم "قدرة الإشعاع الأعظمية Maximum Radiated Power" ويحدد القدرة القصوى التي يسمح قانونياً بإرسالها إلى الهواء الطلق في دولة أو منطقة محددة. يتم تنظيم قدرة الإشعاع الأعظمية أو القدرة الفعالة المستقلة عن الإتجاه Effective Isotropically-Radiated Power. والتي تعادل الحد الأقصى المسموح في أوروبا 100 ميلي وات. قد تصل هذه القيمة في بعض الحالات الخاصة جداً (الوصلات بين نقطتين) في بعض الدول إلى 1 - 4 وات.

يشير المتغير الثاني "حساسية الإستقبال Receiver Sensitivity" إلى قيمة القدرة الدنيا المطلوبة عند جهاز الإستقبال ليكون قادراً على تمييز "المعلومات المنطقية" من الإشارة اللاسلكية.

3. قدرة الإشعاع في الهوائيات

يمكن حساب قدرة الإشعاع بطرح فقد القدرة في الأسلاك والتوصيلات من قدرة الإرسال Transmitting Power وإضافة ربح الهوائي المستخدم.

$$\text{قدرة الإشعاع (dBm)} = \text{قدرة الإرسال (dBm)} - \text{خسارة الأسلاك والتوصيلات (dB)} + \text{ربح الهوائي (dBi)}$$

نعبر عن الفقد والكسب بوحدة تسمى ديسيبل وهي علاقة لوغريتمية على سبيل المثال: يتم التعبير عن قدرة الإرسال عادةً بالديسيبل في الميلي وات dBm، وهي وحدة ديسيبل نسبية مقارنةً بـ 1 ميلي وات (0.001 وات). تحسب وحدة dBm كما يلي:

$$\text{dBm} = 10 * \log(P/0.001) = 10 * \log(P(W)/1mW)$$

من المفيد تذكر التوجيهات التالية عند استخدام الديسيبل dB كوحدة لحساب القدرة:

- تعادل مضاعفة القدرة إضافة 3 ديسيبل
 - يعادل إنقاص القدرة إلى النصف طرح 3 ديسيبل
- لاحظ بأنه وبغض النظر عن قيمة القدرة فإن ضرب قيمة القدرة بـ 2 يعادل دائماً "إضافة" 3 ديسيبل في حين يعادل تقسيم قيمة القدرة على 2 دائماً طرح 3 ديسيبل.

تتساوى القيم التالية فيما بينها: $100 \text{ mW} = 0.1 \text{ W} = 20 \text{ dBm}$

إذا ما ضاعفنا قدرة جهاز الإرسال إلى 200 ميلي وات فإننا نضيف 3 ديسيبل للقيمة 20 ديسيبل في الميلي وات dBm لنحصل على 23 ديسيبل في الميلي وات dBm. وبنفس الطريقة تعطي 400 ميلي وات قدرة تعادل 26 dBm و 800 ميلي وات قدرة تعادل 29 dBm.

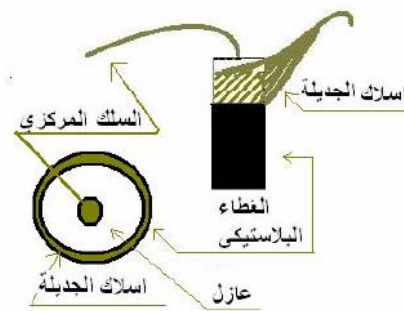
وباستخدام نفس الأسلوب نجد أنّ قيمة 50 ميلي وات تعادل 17 ديسيبل في الميلي وات dBm (20 dBm - 3 dBm).

يمكنك اعتبار القيمة العادية لبطاقة شبكة لاسلكية من نوع PCMCIA تعمل بمعيار IEEE 802.11b مساويةً لـ 30 ميلي وات أو 14.77 ديسيبل في الميلي وات dBm. تتيج نقاط الولوج الجيدة إمكانية إعداد القدرة من 10 وحتى 200 ميلي وات مما يؤدي بالتالي إلى التحكم بأحجام الخلايا التي تغطيها.

4. الفقد في الأسلاك والتوصيلات

يحصل الفقد للقدر عند الانتقال الإشارة في الأسلاك والتوصيلات على هيئة طاقة أو تداخلات الطاقة ونستطيع الحصول على أداء أفضل باستخدام موصلات معزولة وذات ممانعة منخفضة. للموصلات هنا دور في الحفاظ على القدرة المرسله والمستقبله حيث تعتمد على التردد والممانعة.

شكل احد الموصلات الجيدة والذي يسمى السلك المحوري



5. ربح الهوائي

يعطى ربح الهوائي بوحددة الديسيبل الآيزوتروبي Isotropic Decibel dBi وهي وحدة نسبية تقارن القدرة المنبعثة من الهوائي باتجاه معين بالقدرة المنبعثة من هوائي معياري (الهوائي الآيزوتروبي). الهوائي الآيزوتروبي هو هوائي افتراضي يشع أو يستقبل الإشارة

بشكلٍ متساوٍ في جميع الإتجاهات، هذا الهوائي نظرياً ولا يمكن إيجاداه فيزيائياً ويستخدم للتعبير عن الخصائص الإتجاهية للهوائيات الفيزيائية.

تعتبر الهوائيات (على الرغم من أنها عناصرٌ خاملةٌ لا تقوم بأيّ تضخيمٍ للإشارة) من ناحية حساب ميزانية الوصلة اللاسلكية (ربحاً) للإشارة اللاسلكية في بعض المناطق الفيزيائية.

إذا امتلك هوائي ما ربحاً قدره 3 ديسيبل آيزوتروبي dBi في إتجاهٍ معيّنٍ هذا يعني بأنّ القدرة المرسلّة أو المستقبلة في هذا الإتجاه تعادل القدرة التي سيتم إرسالها أو استقبالها بهوائي آيزوتروبيّ مثاليّ باستخدام جهاز إرسال يملك ضعف هذه القدرة.

يتم التعبير عن ربح الهوائي أحياناً بالديسيبل الدايبولي dBd. تستخدم هذه الحالة هوائياً دايبولياً (ثنائي القطب Dipole) كهوائي مرجعيّ. يملك الهوائي الدايبولي ربحاً قدره 2.14 dBi مقارنةً مع هوائي آيزوتروبيّ.

$$dBd = dBi + 2.14$$

6. خسارة مسار الفضاء الطلق Free Space Path Loss

يضع القسم الأكبر من قدرة الإشارة اللاسلكية في الفضاء. تستخدم خسارة مسار الفضاء الطلق FSPL لقياس خسارة القدرة في الفضاء الطلق دون وجود أيّ نوعٍ من العوائق. تضعف الإشارة اللاسلكية في الفضاء الطلق بسبب انتشارها بشكلٍ كروي. تعتمد خسارة الفضاء الطلق على تردد الإشارة اللاسلكية وتتبع المعادلة التالية:

$$FSPL (2.4 \text{ GHz}) = 100 + 20\text{Log}(R)$$

حيث R = المسافة بالكيلومتر

كقاعدةٍ عامّةٍ في الشبكات اللاسلكية العاملة بتردد 2.4 غيغاهرتز: تخسر الإشارة 100 ديسيبل في الكيلومتر الأول من المسافة المقطوعة ومن ثمّ تتخفّف الإشارة بمقدار 6 ديسيبل كلما تضاعفت المسافة. أي أنّ وصلّة بطول 2 كيلومتر تملك خسارة مقدارها 106 ديسيبل في حين تملك وصلّة بطول 4 كيلومتر خسارة قدرها 112 ديسيبل وهكذا.

تعتبر حساسيّة الاستقبال Receiver Sensitivity كما ذكرنا في بداية الوحدة عاملاً مهماً في تحديد القدرة الدنيا اللازمة للحصول على سرعةٍ معيّنَةٍ لنقل البيانات.

كلّما انخفضت قيمة حساسيّة الاستقبال كلّما كان جهاز الاستقبال اللاسلكي أفضل. من القيم الشائعة لحساسيّة الاستقبال - 82 ديسيبل في الميلي وات dBm لوصلةٍ تعمل بسرعة 11 ميغابت في الثانية و -94 dBm للسرعة 1 ميغابت في الثانية (6 ميلي وات mW).

مع أن الإشارة المستقبلية في جهاز الاستقبال قد تتجاوز حساسية الاستقبال، ينبغي أن تحتوي على هامش معين بين الضجيج والإشارة الفعلية لتحقيق سرعة نقل البيانات المطلوبة.

يتم قياس العلاقة بين الضجيج والإشارة الفعلية باستخدام نسبة الإشارة للضجيج (SNR) Signal to Noise Ratio. يتطلب عادةً الحصول على قيمة SNR تعادل 16 ديسيبل لوصلة تعمل بسرعة 11 ميغابت في الثانية و 4 ديسيبل للسرعة الأقل 1 ميغابت في الثانية.

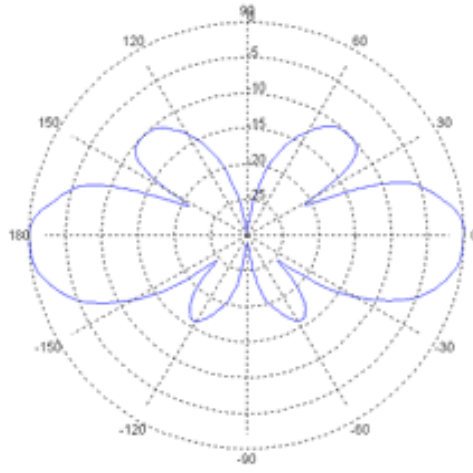
5. أنواع الهوائيات

يمكننا تصنيف الهوائيات ضمن ثلاثة مجموعات مختلفة تبعاً لطبيعة الاستخدام. تستخدم جميع الهوائيات المذكورة أدناه في الشبكات اللاسلكية الخارجية والتي تعرف أحياناً بإسم شبكات المناطق الحضرية (Metropolitan Area Networks (MAN):

- الهوائيات متعددة الإتجاهات Omni-directional Antennas: توصل أحياناً بنقاط الولوج اللاسلكية، وتملك نمط إشعاع يغطي 360 درجة، تعمل عادةً كمجمّع مركزيّ أو كبوابة للشبكة.
- الهوائيات القطاعية Sectoral Antennas: توصل أحياناً بنقاط الولوج اللاسلكية إلا أنها مصممة للعمل بربح أكبر من ربح الهوائيات متعددة الإتجاهات. تغطي الهوائيات القطاعية (على نقيض نظيراتها متعددة الإتجاهات) قطاعات تتراوح بين 60 - 120 درجة فقط.
- الهوائيات الإتجاهية High Directional Antennas: تستخدم عادةً في جهة الزبون وتوصل بالتجهيزات المركبة في موقع الزبون أيضاً Customer Premises Equipment (CPE). تملك هذه الهوائيات ربحاً عالياً ويتم توجيهها عادةً نحو نقطة الولوج. تستخدم الهوائيات الإتجاهية أيضاً لبناء الوصلات بين نقطتين.

1.5 الهوائيات متعددة الإتجاهات Omni-directional Antennas

تملك الهوائيات متعددة الإتجاهات نمطاً إشعاعياً قدره 360 درجة محيطة بالهوائي، بالإضافة إلى حقل كهربائي E-field مستقطب شاقولياً. يكون ربح الهوائيات متعددة الإتجاهات منخفضاً على الأغلب ويتراوح بين 3 - 12 ديسيبل. تستخدم هذه الهوائيات لبناء الوصلات بين نقطة إلى عدة نقاط Point-to-Multi-Point (PtMP) وتعمل بشكل جيدٍ لمسافات تصل حتى 1.5 كيلومتراً، خاصةً عند استخدامها مع الهوائيات الإتجاهية عالية الربح في جهة الزبون.

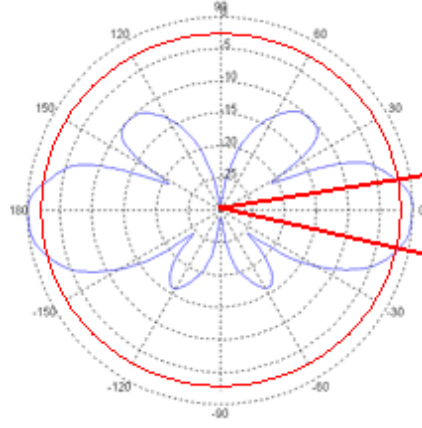


شكل 2: هوائي متعدد الاتجاهات Omni-directional ذو ربح قدره 6 ديسيبل ونمط الإشعاع الموافق

يظهر الشكل 2 أحد الأشكال الشائعة للهوائيات متعددة الاتجاهات (طرز Svenska Antennspecialisten V06/24). من ميزات هذا الشكل من الهوائيات أن مقدار تغطيتها لا يبلغ 360 درجة لكنها توفر تغطية جيدة للزبائن الواقعة ضمن مجالها الأفقي + / - 20 درجة. مما يعني أن هذا الهوائي في حال تركيبه على قمة برج ما قد لا يتمكن من تغطية الزبائن المتوضعة في أعلى أو أسفل البرج مباشرةً.

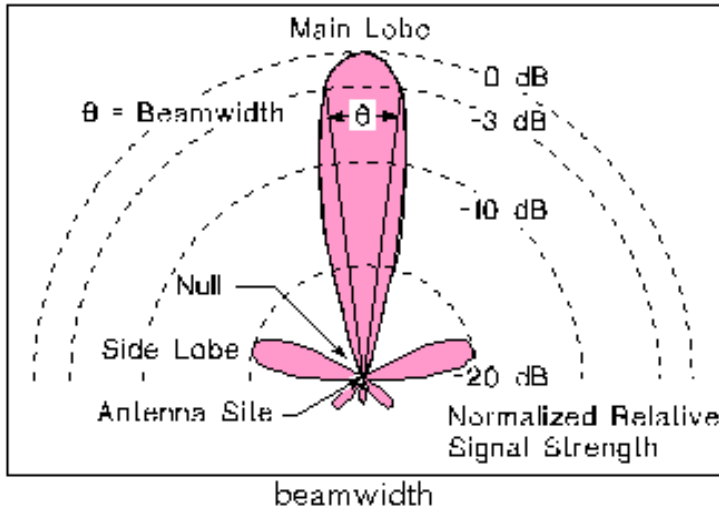
يمكننا باستخدام نمط الإشعاع الموضح في الشكل 2 حساب المجال الأمثل لزوايا القطع الأفقي الذي يعمل هذه الهوائي ضمنه. يعرف هذا المجال بعرض الإشعاع Beamwidth ويشير إلى الفتحة الزاوية التي يتم ضمنها إشعاع القسط الأكبر من القدرة. من أكثر القيم شيوعاً لهذه الفتحة 3 ديسيبل والتي تمثل الفتحة الزاوية (بالدرجات) التي يتم ضمنها إشعاع ما يزيد عن 90 % من القدرة.

تبلغ الفتحة الزاوية الموافقة للقيمة 3 ديسيبل في مثالنا هذا حوالي 22 درجة، من - 10 درجات إلى + 22 درجة.



شكل 3: حساب عرض الإشعاع الموافق للقيمة 3 ديسيبل (+10، -12 درجة)

كقاعدة عامة: كلما ازداد ربح الهوائي متعدد الإتجاهات كلما صغر عرض الإشعاع الموافق.



شكل 4: تظهر الصورة عرض الإشعاع لهوائي مقارنةً مع ربح هذا الهوائي. كلما ازداد ربح الهوائي كلما صغر عرض الإشعاع الموافق

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

2.5. الهوائيات القطاعية Sectoral Antennas

تستخدم الهوائيات القطاعية (تماماً كما هي الحال في الهوائيات متعددة الإتجاهات) مع نقاط الولوج اللاسلكية لتخديم الوصلات من نقطة إلى عدة نقاط (PtMP). توجد الهوائيات القطاعية باستقطاب أفقي أو شاقولي تبعاً للتقنية المستخدمة في التصنيع.

تملك الهوائيات القطاعية عادةً ربحاً أكبر من نظيراتها متعددة الإتجاهات (في المجال 10-19 ديسيبل آيزوتروبي dBi) في قطاع أصغر، وتستخدم عادةً لتخديم مناطق تصل حتى 6-8 كيلومتر.

من القيم الشائعة للهوائيات القطاعية ربح قدره 14 ديسيبل آيزوتروبي dBi لعرض إشعاع أفقي يعادل 90

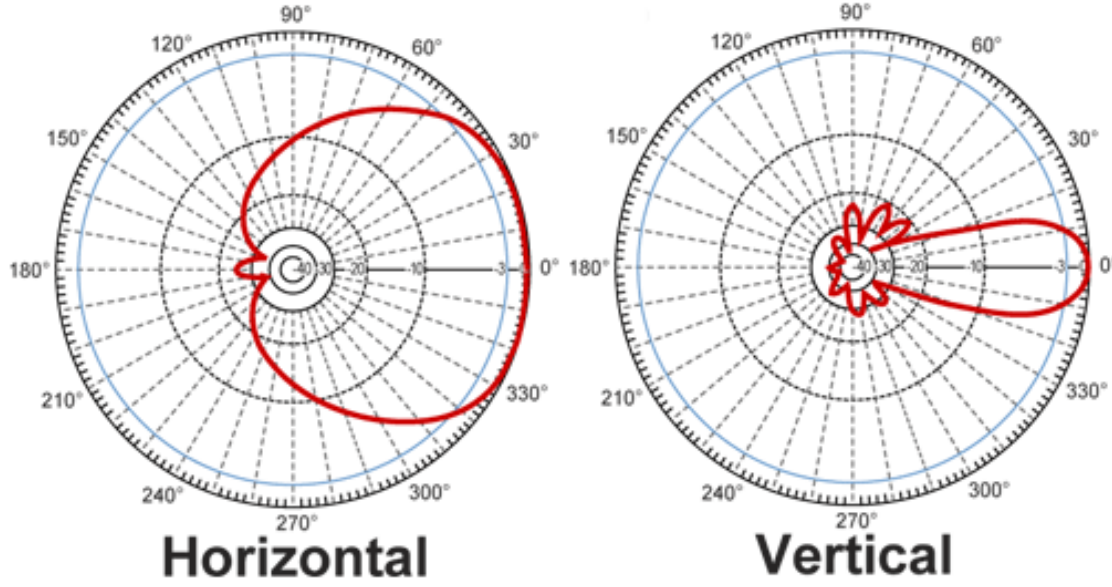
درجةً وعرض إشعاع شاقولي يعادل 20 درجةً.

يمكن الحصول على قيم أعلى للربح في الهوائيات عبر تضيق عرض الإشعاع الأفقي Horizontal Beamwidth.



شكل 5: هوائي قطاعي Sectoral Antenna (A2.45LP14 180°)

يمكن كما هو موضَّح في الشكل 5 بناء الهوائيات القطاعية باستخدام هوائي متعدد الإتجاهات ذو استقطابٍ شاقوليٍّ بالإضافة إلى عاكسٍ على شكل حرف V.



شكل 6: نمط الإشعاع النموذجي لهوائي قطاعي (المصدر: [Hyperlink](#))

يظهر الشكل 6 نمط الإشعاع النموذجي لهوائي قطاعي. يتضح من نمط الإشعاع الأفقي أنّ مقدّمة الهوائي تقوم بإشعاع القسط الأكبر من القدرة. يتوقّع إشعاع جزءٍ صغيرٍ جداً من القدرة خلف الهوائي القطاعي. يشبه نمط الإشعاع الشاقولي إلى حدٍ كبيرٍ الهوائي متعدد الإتجاهات حيث يكون عرض الإشعاع ضيقاً جداً ولا تتجاوز منطقة التخميد 20 درجة.

يتم تثبيت الهوائيات القطاعية عادةً في أعلى برجٍ مرتفعٍ يميل قليلاً للتمكّن من تخديم المنطقة الواقعة تحت البرج.

3.5 الهوائيات الاتجاهية Directional Antennas

تستخدم الهوائيات الاتجاهية على الأغلب في مواقع الزبائن أو كجزءٍ من شبكةٍ بعيدة المدى تصل بين عدّة نقاط Backhaul. يتم توجيه الهوائيات الاتجاهية في موقع الزبون باتجاه نقطة الولوج المركزية (المجمع).

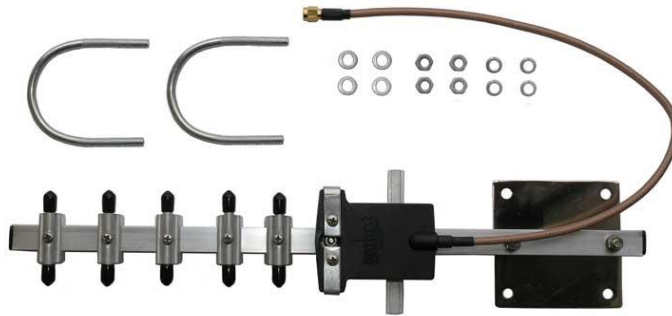
يعتبر النوعين التاليين أكثر أشكال الهوائيات الاتجاهية شيوعاً:

- ياغي Yagi
- الهوائي القطعي Parabolic

1.3.5. هوائي ياغي الإتجاهي Yagi Directional Antenna

يتألف هوائي ياغي من هوائي دايبولي (ثنائي القطب Dipole) بالإضافة إلى مجموعة من عناصر التوجيه المركبة أمامه و(إختيارياً) عاكس. تتم إحاطة الهوائي عادةً بأسطوانة بلاستيكية لحمايته.

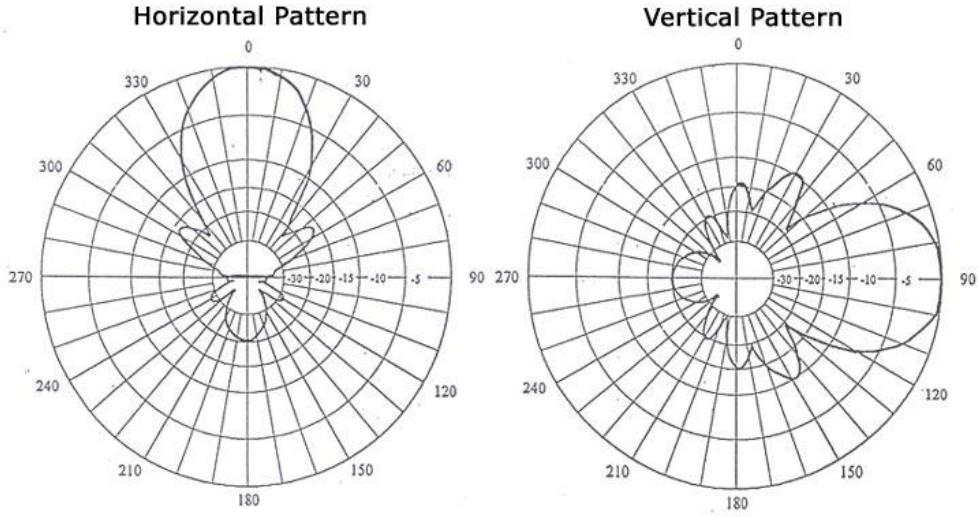
تعرف أسطوانة حماية الهوائي عادةً باسم radom (radar dome) وهي عبارة عن علبه مقاومة للعوامل الجوية تستخدم لحماية الهوائي من الأمطار، الجليد، الثلج أو العواصف الرملية.



شكل 7: هوائي ياغي الإتجاهي من طراز P2412 Terabeam Wireless (يركب ضمن أسطوانة حماية بلاستيكية)

كلما ازداد عدد عناصر التوجيه أمام المشع كلما ازداد ربح الهوائي. يمتلك هوائي ياغي الإتجاهي عادةً ربحاً يتراوح بين 7 إلى 19 ديسيبي آيزوتروبي dBi. يظهر الشكل 7 هوائياً إتجاهياً من نوع ياغي طراز P-2412 2.4 GHz ذو ربح قدره 12 dBi.

يبين الشكل 8 نمط الإشعاع النموذجي لهوائي ياغي الإتجاهي. تتميز هذه الهوائيات بتشابه أنماط الإشعاع الأفقي والشاقولي. يتجه كل من نمط الإشعاع الأفقي والشاقولي باتجاه عناصر التوجيه، ولا يتم إشعاع أي قدرة بالإتجاه الذي يقع خلف الهوائي. كما هو الحال في جميع الهوائيات، كلما ازدادت زاوية الإشعاع كلما انخفض ربح الهوائي. في حالة هوائيات ياغي الإتجاهية، كلما قصر الهوائي (أي احتوى على عدد أقل من عناصر التوجيه) كلما ازداد عرض منطقة الترخيم.



شكل 8: نمط الإشعاع المعياري لهوائي ياغي الإتجاهي

2.3.5. الهوائيات الإتجاهية القطعية Parabolic Directional Antenna

يصعب الحصول على أرباح عالية (تفوق 14 dBi) بالتوافق مع أنماط إشعاع جيدة باستخدام هوائيات ياغي الإتجاهية. لذلك يشيع استخدام عاكس للأمواج اللاسلكية على شكل قطع مكافئ خلف مشع دايبولي (ثنائي القطب Dipole).

يملك الهوائي القطعي ربحاً يتراوح بين 16-28 ديسيبل آيزوتروبي dBi.

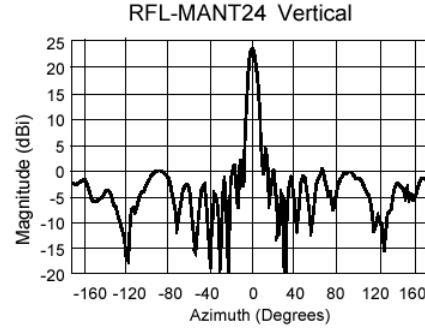
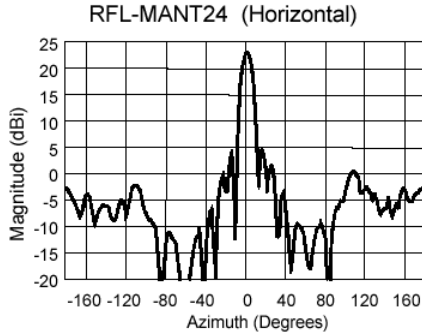
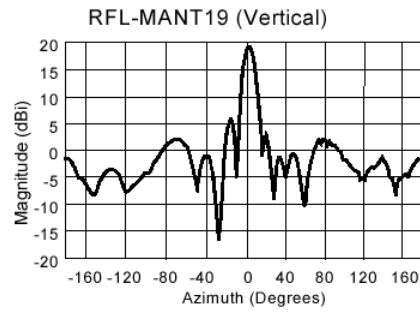
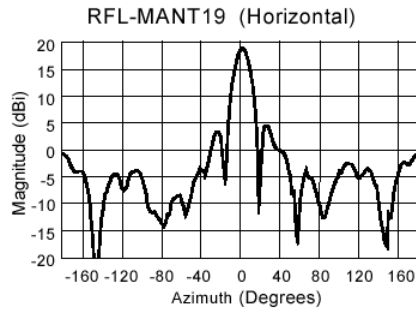


شكل 9: هوائي قطعي من طراز RFL-MANT ذو ربح قدره 19 dBi

يشابه نمط إشعاع الهوائي القطعي نظيره في هوائيات ياغي الإتجاهية إلا أنه يغطي منطقة تخديم أضيق بكثير. من الصعب جداً توجيه الهوائيات القطعية نظراً لتوجه الإشارات اللاسلكية التي ترسلها إلى منطقة تخديم ضيقة للغاية، وبالتالي تعتبر هذه الهوائيات أكثر حساسيةً للإضطرابات الفيزيائية والميكانيكية، خصوصاً الرياح الشديدة، من هوائيات ياغي الإتجاهية.

لا تعتبر الهوائيات القطعية خياراً جيداً للوصلات قصيرة المدى (أقل من 2 كيلومتر) بسبب ربحها العالي والذي قد يتسبب في زيادة كبيرة غير مبررة في قدرة الوصلة اللاسلكية.

يظهر الشكل التالي (10) أسلوباً آخر لتمثيل أنماط إشعاع الهوائيات. يوضح الشكل أنماط الإشعاع لهوائيين من نفس الطراز ولكن يملكان ربحين مختلفين (19 dBi و 24 dBi). نلاحظ أنه وعلى الرغم من التشابه الشديد بين الأنماط الأفقية والشاقولي إلا أن الهوائي ذو الربح 19 dBi يملك زاويةً أوسع لعرض الإشعاع Beamwidth المكافئ للقيمة 3 ديسيبل (17 درجة) في مقابل (8 درجات) للهوائي ذو الربح 24 dBi.



شكل 10: أنماط الإشعاع لهوائيين من طراز RFL-MANT ذوي ربح قدره 19 dBi و 24 dBi

6. إستقطاب الهوائيات Antenna Polarization

تتعامل الحقول الكهربائية والمغناطيسية مع بعضها البعض عند إنتقال الإشارة اللاسلكية في الفضاء الطلق.

يقال عن الهوائي بأنه خطي وذو استقطابٍ شاقوليٍّ عندما يتعامد حقله الكهربائي مع سطح الأرض. يشعّ الهوائي الخطي المستقطب بالكامل ضمن مستوي واحدٍ يحتوي إتجاه الإرسال. ينتشر الحقل الكهربائي في حالة الهوائي المستقطب شاقولياً ضمن مستويات متعامدة مع سطح الأرض.

كذلك يدعى الهوائي الذي يتوازي حقله الكهربائي E-Field مع سطح الأرض (أي أنّ حقله المغناطيسي H-Field يتعامد مع سطح الأرض) بالهوائي المستقطب أفقياً.

ينبغي أن تملك جميع الهوائيات المستخدمة في شبكتك اللاسلكية نفس الإستقطاب مهما كان الإستقطاب الذي ستختاره وبغض النظر عن نوع الهوائي المستخدم. عند استخدام هوائيين يعملان ضمن نفس التردد ولكن باستقطابين مختلفين يحدث ما يسمى بتقاطع الإستقطاب Cross Polarization. يؤدي تقاطع الإستقطاب إلى خسارة في قدرة الإشارة تزيد عن 20 ديسيبل dB.

يمكننا باستخدام الهوائي المستقطب بشكلٍ صحيح:

- زيادة عزل مصادر الإشارات غير المرغوبة وبالتالي تخفيض التشويش.
 - تحديد مناطق تغطية مختلفة عبر إعادة استخدام الترددات.
- إليك فيما يلي بعض أمثلة الهوائيات المستقطبة شاقولياً:



شكل 11: هوائي قطعي من طراز AntennSpecialisten V470/21 ذو ربح قدره 14 dBi



شكل 12: هوائي من طراز HyperGain HG2412Y ذو ربح قدره 12 dBi وعرض إشعاع 45 درجة

والشكل التالي يظهر هوائياً ذو استقطاب أفقي:



شكل 13: هوائي قطعي مستقطب أفقياً من طراز Ovislink WAE-5822GR ذو ربح قدره 22 dBi يعمل بتردد 5.8 GHz

للمزيد من المعلومات عن أشكال نماذج الحقول الكهربائية (E-Field) ثلاثية الأبعاد راجع الموقع التالي:

http://www.odessaoffice.com/wireless/antenna/how_to_pick_the_right_antenna.htm

7. مجزء / مجمع القدرة Power Divider / Combiner

يستخدم مجزء القدرة (والذي يدعى أحياناً الفاصل Splitter أو المجمع Combiner) لتوصيل عدة هوائيات معاً بجهاز إرسال واحد. يمكننا عبر تجميع الهوائيات تشكيل أنماط إشعاع جديدة وتعديل منطقة التخميد التي توفرها نقطة ولوج واحدة (جهاز إرسال). تتواجد مجزئات القدرة في الحالات التي تتطلب تعديل منطقة التخميد (مثلاً في حالات التكرار Repeater التي ينبغي توصيلها بمناطق لا تقع ضمن خط النظر). تخيل مثلاً شبكةً تصل بين قريتين تقع كلٌّ منهما في وادٍ منفصلٍ باستخدام مكرّر يتوضع على قمة جبلٍ أو هضبةٍ.

يقوم مجزء القدرة بتوزيع القدرة بشكلٍ متساوٍ لكل هوائي ضمن مجموعة الهوائيات. يتطلب هذا الإعداد توفر خبرة جيدة في تصميم الهوائيات وذلك لتجنب التصادم الذي قد ينتج عن النقاط الخفية. إن استخدام مجزئات القدرة يتطلب عادةً استخدام نقاط ولوج لاسلكية تتضمن بعض الملحقات لمعيار IEEE 802.11 الأساسي يعرف بـ "ملحقات التصويت".



شكل 14: مجزء القدرة HyperGain SC2402N والذي يمكن استخدامه لتوصيل هوائيين بنقطة ولوج واحدة. المصدر: ELIX- Comet

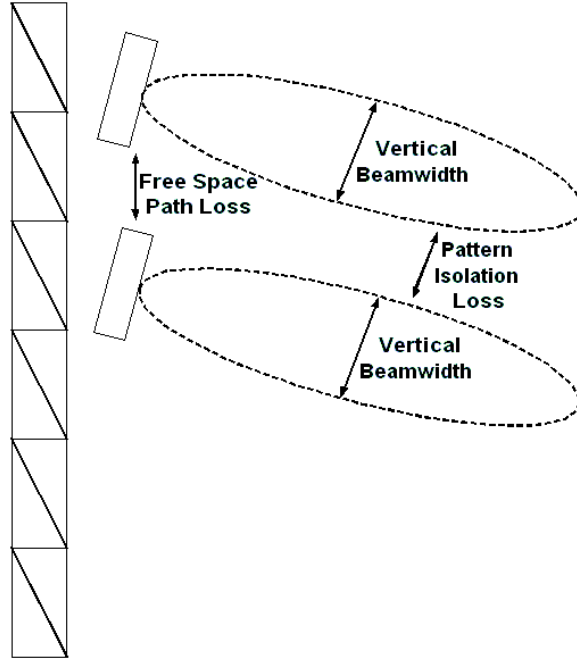
8. عزل الهوائيات Antenna Isolation

يتوجب علينا عند تركيب هوائيين على نفس البرج ضمان عدم تشويش الإشارات المنبعثة من كلٍ منهما على بعضهما البعض. يتم ذلك بعزل الهوائيات أفقياً أو شاقولياً.

1.8. العزل الشاقولي Vertical Isolation

ينبغي علينا الإنتباه إلى نقطتين أساسيتين عند القيام بتركيب الهوائيات ضمن نفس المستوي الشاقولي:

- خسارة الفضاء الطلق **Free Space Loss**: يعتمد بشكلٍ مباشرٍ على المسافة بين الهوائيات في البرج، وهو يساوي ضياع القدرة في الفضاء الطلق والناجم عن تجاوز الهوائيات. تعتبر القاعدة العامة بأن مسافة قدرها 3 أمتار ضمن نطاق الترددات 2.4 غيغاهرتز ستتسبب بخسارة فضاءٍ طلقٍ تعادل 49- ديسيبل dB.
- خسارة عزل النمط **Pattern Isolation Loss**: ويعتمد على شكل نمط الإشعاع لكلٍ من الهوائيات (Beamwidth). إذا كان عرض إشعاع الهوائيات ضيقاً للغاية (أقل من 16 ديسيبل)، لن تكون هذه الخسارة ذات تأثيرٍ يذكر.

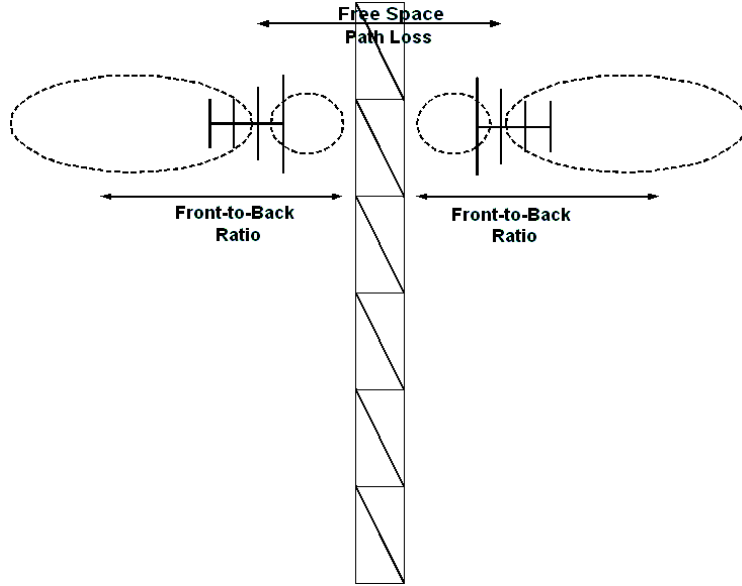


شكل 15: العزل الشاقولي

2.8. العزل الأفقي Horizontal Isolation

كذلك ينبغي علينا الإنتباه إلى نقطتين أساسيتين عند القيام بتركيب الهوائيات ضمن نفس المستوي الأفقي:

- خسارة الفضاء الطلق **Free Space Loss**: تشابه حالة العزل الشاقولي 3 أمتار من المسافة تتسبب بخسارة قدرها -49 ديسيبل).
- خسارة عزل النمط **Pattern Isolation Loss**: علينا في هذه الحالة معرفة كمية القدرة التي يرسلها الهوائي في الإتجاه الخلفي **Backlobe**. يتم قياس كمية هذه القدرة باستخدام نسبة المقدمة للمؤخرة **Front-to-Back (F/B)**. تحسب هذه النسبة بتقسيم كمية الإشارة المرسله في الإتجاه الأساسي (الأمامي) للهوائي على كمية الإشارة المرسله بالإتجاه الخلفي.



شكل 16: العزل الأفقي

تأكد من شراء هوائيات ذات نسبة F/B عالية إذا ما أردت تركيبها ضمن نفس المستوي الأفقي.



شكل 17: العزل الأفقي على برج

تعادل نسبة المقدمة للمؤخرة F/B لهوائي إجهائي جيد حوالي 25 ديسيبل. للحصول على عزل كليّ يساوي 60 ديسيبل يتوجب عليك تركيب الهوائيات بتباعد لا يقل عن 50 سنتيمتراً. يعتبر تحقيق ذلك تحدياً كبيراً في حال تركيب الهوائيات على أعلى برج، في حين يسهل تحقيقها عند التركيب على أسطح المباني.

9. الأسلاك المحورية Coaxial Cable

تستخدم الأسلاك المحورية ذات الخسارة المنخفضة لتوصيل مرسل الشبكة اللاسلكية بالهوائي. لا يتصرف السلك المحوري عند استخدامه كناقل للإشارة الراديوية RF كسلكٍ عاديّ. يحتوي السلك المحوري على ممانعة Impedance (وهي مقياسٌ لمقاومة التيار في ناقلٍ معين) ثابتة بغض النظر عن طول السلك. يتصرف السلك المحوري عند وجود الإشارة الراديوية RF كخطٍ للإرسال، وفي هذه الحال ينبغي أن تمتلك جميع عناصر الدارة نفس قيمة الممانعة بغية الحصول على أقصى إنتقالٍ للطاقة بين جهاز الإرسال والهوائي. تبلغ قيمة هذه الممانعة على الدوام في تجهيزات نقل البيانات بما فيها الشبكات اللاسلكية WiFi 50 أوم Ohm.

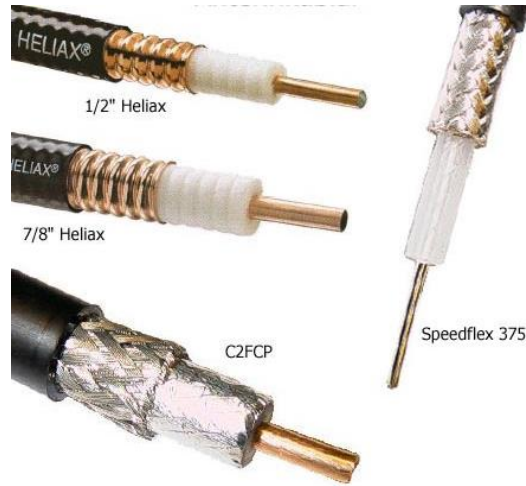
إذا قمنا بتركيب سلك ذو ممانعة لا تساوي 50 أوم فإن الإشارة الراديوية (القدرة) ستعكس ثانيةً إلى جهاز الإرسال عوضاً عن انتقالها للهوائي.

1.9. خسارة الأسلاك Cable Loss

يؤدي استخدام السلك المحوري بين جهاز الإرسال أو الإستقبال والهوائي إلى ضياع في قدرة الإشارة. عند الإرسال تضعف الإشارة المرسلّة باتجاه الهوائي، كما تضعف أيضاً عند انتقالها من هوائي الإستقبال إلى جهاز الإستقبال. لاحظ بأننا نستخدم سلكاً واحداً فقط للإرسال والإستقبال نتيجة استخدام معايير IEEE 802.11 لتقنية ترميز تقسيم الزمن TDM. لا يمكن مثلاً إستقبال الإشارة عندما يقوم جهاز الإرسال بإرسال إشارة ما والعكس صحيح.

نوع السلك	الخسارة في كل 10 أمتار (2.4 GHz)
RG8	3.3 dB
LMR 400	2.2 dB
Heliax 3/8"	1.76 dB
LMR 600	1.7 dB
Heliax 1/2"	1.2 dB
Heliax 5/8"	0.71 dB

جدول 1: الخسارة في الأسلاك المحورية



شكل 18: أنواع الأسلاك (المصدر: Nowire)

عليك الإنتباه إلى العوامل التالية أثناء اختيار الأسلاك:

- ما هو طول السلك الذي ستحتاجه؟
- هل ستحتاج إلى ثني السلك بزوايا حادة؟
- هل ستحتاج إلى نقل / شحن الأسلاك من خارج البلاد؟

لا يعتمد اختيار الأسلاك على المواصفات الفنية وحسب، بل لا بدّ من اعتبار عوامل الكلفة والتوفّر. ننصحك باستخدام الأسلاك من نوع LMR400 أو أفضل للتوصيلات التي تحتاج إلى أكثر من 10 أمتار من الأسلاك، يمكنك استخدام الأسلاك من نوع Speedflex 375 أو LRM400 للموصلات التي تقل عن 10 أمتار.

10. موصلات الهوائيات Antenna Connectors

ينبغي عليك القيام باختيار الموصلات الملائمة لتوصيل تجهيزات الشبكة اللاسلكية بالسلك المحوري ولربط السلك المحوري بالهوائي. يحتوي عالم الموصلات على خيارات هائلة لذلك يتوجّب عليك التأكد من معرفة أنواع الموصلات التي ستحتاجها لكي لا ينتهي بك المطاف باستخدام موصلات خاطئة.



شكل 19: مجموعة من الموصلات للأسلاك المحورية (المصدر: Connexwireless)

ثلاثة قواعد أساسية تتعلق بالموصلات:

- تمتلك الهوائيات عادةً، بالإضافة إلى جميع العناصر الفعالة مثل أجهزة الإرسال، موصلاتٍ سلبيةً Female Connectors.
- تمتلك الأسلاك عادةً موصلاتٍ إيجابيةً Male Connectors.
- يعتبر الموصل N-type male أو Navy الأكثر استخداماً في الأسلاك الطويلة.

1.10 الضفائر Pigtails

قد يتعدّر في كثيرٍ من الحالات ربط جهازٍ لاسلكيٍّ بسلكٍ من نوع Heliax أو LRM400. تنتهي معظم الأسلاك الطويلة (أكثر من 10 أمتار) بموصلٍ من النمط N-type في حين تستخدم غالبية تجهيزات الشبكة اللاسلكية موصلاتٍ أصغر بكثيرٍ من نمط RPSMA أو RPTNC-type.

الضفيرة Pigtail هي قطعةٌ قصيرةٌ من سلكٍ محوريٍّ تحتوي على موصلٍ في كل نهايةٍ لتسهيل توصيل التجهيزات اللاسلكية بالأسلاك الطويلة.

يبين الشكل 20 بطاقة شبكة لاسلكية من طراز D-Link PCI مع موصل من نمط RP-SMA Female. سنحتاج لتوصيل هذه البطاقة بموصل من نمط Heliax N-type Male إلى ضفيرة أو محوّل. ينبغي أن تكون هذه الضفيرة أو المحوّل من نوع RPSMA Male-N Female.



شكل 20: بطاقة شبكة لاسلكية من طراز D-Link PCI مع موصل من نمط RP-SMA Female تحتاج إلى ضفيرة أو محوّل لتوصيلها بسلك محوري ذو موصل من نمط Heliax N-Type Male

تستخدم الضفائر عادةً أسلاك LMR195 وتتسبب بخسارة مقدارها 0.2 – 0.4 ديسيبل. يتسبب محوّل التوصيلات الجيد بخسارة تقل عن 0.1 ديسيبل.

في النهاية نوصيك بالعناية بالأسلاك، الموصلات والصفائف لأنها تشكّل على الدوام مصدرًا محتملاً للمشاكل. تعتبر أسلاك نقل الإشارات اللاسلكية والموصلات بشكلٍ خاص عناصر فائقة الدقة والحساسية، لذلك تأكد من معرفة إلى مدى يمكنك ثني الأسلاك التي تختارها وحاذر أن تدوس على أيّ موصل!

11. مثال عملي: تركيب هوائي في إندونيسيا

تظهر الأشكال التالية بعض المبادئ التي ذكرناها حتى الآن. سنقدم في هذه الفقرة بعض الملاحظات الإضافية عن هذا المشروع بالتحديد.

يبين الشكل 21 إعداد شبكة لاسلكية WiFi من جهة الزبون¹. تظهر تجهيزات الشبكة في موقع الزبون Client Premises Equipment (CPE) وقد غلّفت بعلبة بلاستيكية مقاومة للماء. نلاحظ وجود وحدة تجسير لاسلكية داخلية من طراز SmartBridge مركّبة في الخارج ضمن علبة مقاومة للماء. يعتبر استخدام الوحدات الداخلية لتجهيزات خارجية أسلوباً لتوفير التكاليف بسبب ارتفاع أسعار الوحدات الخارجية. ترتبط وحدة الزبون عبر سلك قصير (ذو موصل من نمط SMA) بهوائي قطعي ذو ربح مقداره 24 dBi وموصل من نمط N-type.



شكل 21: شبكة لاسلكية WiFi في موقع الزبون

¹ ملكية الصور: هنري سياريفودين henry@cgd.co.id

في مثالنا هذا، تمتلك وحدة SmartBridge² جهاز استقبال لاسلكي ذو قدرة 100 ميلي وات وحساسية 94- ديسيبل في الميلي وات dBm لسرعة نقل البيانات 1 ميغابت في الثانية. يمكن حساب القدرة المرسلة في هذه الشبكة تبعاً لقواعد حساب ميزانتيّة الوصلة المشروحة آنفاً:

$$\text{القدرة المرسلة} = 20 \text{ dBm} + 24 \text{ dBi} - \text{خسائر الأسلاك والموصلات}$$

$$= 44 \text{ dBm} - \text{خسائر الأسلاك والموصلات}$$

إذا اعتبرنا أنّ الخسارة القصوى في الأسلاك تعادل 4 ديسيبل فإنّ هذه الوصلة ترسل 40 ديسيبل في الميلي وات dBm (10 وات). نلاحظ للوهلة الأولى بأنّ الطاقة المرسلة تبدو عالية جداً.

لقد تم تثبيت جميع التجهيزات على سطح بناء باستخدام قاعدة L-Bracket. تتصل هذه التجهيزات بالحواשב الموجودة في الطابق الأرضي عبر سلك شبكة مجدول (UTP) Unshielded Twisted Pair. تتم تغذية التجهيزات بالقدرة الكهربائيّة باستخدام تقنية نقل القدرة عبر أسلاك الإيثرنت (PoE) Power Over Ethernet. يستخدم سلكٌ مجدولٌ خاص UTP بالتركيب خارج الأبنية أو سلكٌ مجدولٌ محميّ (STP) Shielded Twisted Pair لتوصيل هذه الوحدة.



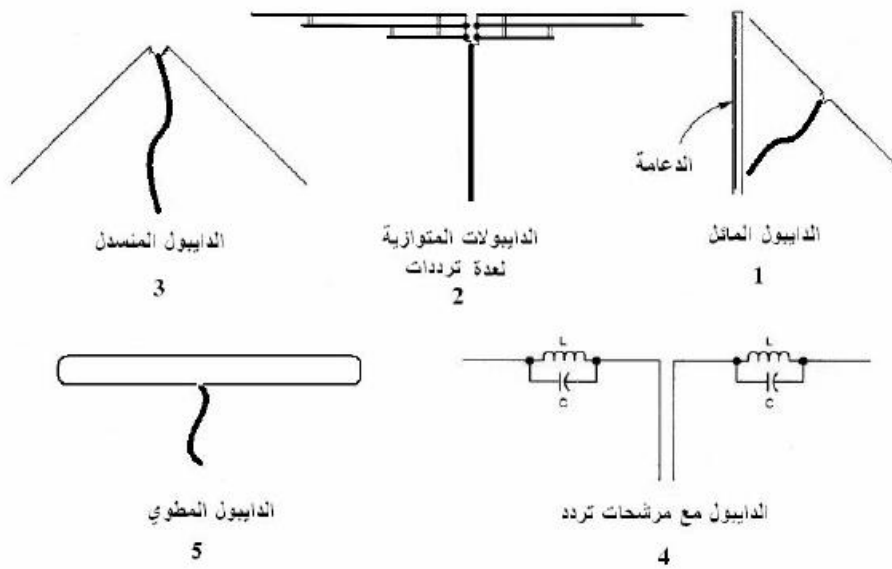
² تعمل هذه الوحدة كجسر إيثرنت للشبكة اللاسلكية، إلا أنّ إنتاجها قد توقّف.

شكل 22: تركيب نقطة الولوج في مجتمَع الشبكة اللاسلكية

يقوم المهندسون بتركيب نقطة وولوج (SmartBridge Airpoint Pro) مصممة خصيصاً للوصلات بين نقطتين Point to Point خارج المباني في الجهة الأخرى من الوصلة. يتم تركيب نقطة الولوج (كما في حالة موقع الزبون) على سطح المبنى في أعلى برجٍ صغيرٍ. نلاحظ على نفس البرج وجود عدّة وصلاتٍ مخصصةٍ تعمل باستخدام ترددات غير متراكبة.

ملاحظة / هذه مقالة مترجمة بواسطة المهندس انس الطويل والمنشورة في الانترنت مع الاخذ في الاعتبار التعديل الذي قمنا به في بعض الأجزاء إلا ان كلامه كان وافي وشافي لكي يعرض في هذا الجزء من البحث .

سوف نسرد صوراً لبعض هوائي الديبول والذي قمنا بانزلها من الانترنت والتي اغلبها ماخوذة من كتاب الدكتور نادر عبد الحميد عمر .



هوائي عملي للتردد 146



الرسم التالي يوضح الشكل و أطول الهوائي و المشعات



بهذا الهوائي يمكنك الإتصال بأغلب الأقمار الصناعية للهواة

الهوائي التوجيهي الدائري المتغير الاستقطاب



هوائي عملي مطور ذو استقطاب دائري متغير للاتصال بالأقمار الصناعية ورواد الفضاء. قد تظن أن هذه المتخومة جاهرة الصنع وفي الحقيقة بنيتها من الإلف إلى البناء من المواد المحلية.



DOM-I8CVS

احد الأصدقاء من إيطاليا ومجموعة هوائياته المصنعة منزليا للعمل على الأقمار الصناعية للهواة جمعتنا صداقة حميمة نشأت من خلال الاتصال بواسطة الأقمار الصناعية

المشروع التالي لبناء هوائي حلزوني دائري كالمبين في الصورة أعلاه

الجزء الثاني

دراسة الهوائي الافتراضي (تشكل الموجة)

1- التردد الذي يعمل عنده الهوائي من خلال معرفة طول الهوائي والمشتق من طول الموجة في الهوائي حيث كانت تعتمد العلاقة الآتية لأي ديبيل نصف طول الموجة = 143 مقسوما على تردد الموجة بالميجا هرتز

2- النموذج الإشعاعي :-

النمط الإشعاعي الأساسي للهوائي يعتمد على اربع مجموعات هي :-

1- الهوائيات ذات العناصر البسيطة (simple antennas)

2- الهوائيات ذات الموجة الراحلة (traveling wave antennas)

3- هوائيات المصفوفات (array antennas)

4- الهوائيات ذات الفتحة (aperture antennas)

وسوف نتطرق لجزء من هذه العناصر في هذا البحث حيث سندرس الاتي

Some examples of current distributions $I(z)$ are as follows:

$I(z) = I \delta(z)$	Hertzian dipole
$I(z) = I$	Uniform line element
$I(z) = I(1 - 2 z /l)$	Small linear dipole
$I(z) = I \sin_k(l/2 - z)$	Standing-wave antenna
$I(z) = I \cos(kz)$	Half-wave antenna ($l = \lambda/2$)
$I(z) = I e^{-jkz}$	Traveling-wave antenna

باستخدام المعادلات الآتية سوف نوجد الاتي

$$I(Z) = I \delta(Z)$$

$$I(Z) = I$$

$$I(Z) = I \left(1 - \frac{2|Z|}{l}\right)$$

$$I(z) = I \sin \left(k \left(\frac{l}{2} - |z| \right) \right)$$

$$I(z) = I \cos(kz)$$

$$I(z) = I e^{-jkz}$$

We will find radiation vector F on z only

$$F = \hat{z} F_z = \hat{z} \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} I(z) e^{jk_z z} dz = \hat{z} \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} I(z) e^{jk_z \cos \theta} dz$$

Because $k = k\hat{r} = \hat{x}k \cos \phi \sin \theta + \hat{y}k \sin \phi \sin \theta + \hat{z}k \cos \theta = \hat{x}k_{zx} + \hat{y}k_y + \hat{z}k_z$

1- نحن الآن سوف نوجد موجة الإشعاع لديبل الأفقي

$$F(\theta) = \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} I(z) e^{jk_z \cos \theta} dz$$

عندما $I(Z) = II \delta(Z)$ أي في الحالة الأفقية

$$F(\theta) = \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} II \delta(Z) e^{jk_z \cos \theta} dz = II \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} \delta(Z) e^{jk_z \cos \theta} dz$$

يوجد هذا التكامل باستخدام دالة دلتا ديراك حيث يصبح التكامل مساويا ل

$$= II \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} \delta(Z + 0) e^{jk_z \cos \theta} dz = II e^0 = II$$

$$\therefore F(\theta) = II$$

لكي نوجد حقول المجالات الكهربائية والمغناطيسية حول الهوائي E,H نستخدم علاقات المجال المستنتجة كالآتي

$$E = \hat{\theta} E_\theta = \hat{\theta} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} F_z(\theta) \sin \theta = \hat{\theta} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} II \sin \theta$$

$$H = \hat{\phi} H_\phi = \hat{\phi} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} F_z(\theta) \sin \theta = \hat{\phi} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} II \sin \theta$$

الآن سوف نجد شدة الإشعاع من علاقة شدة الإشعاع $U(\theta)$ بموجة الإشعاع F كما يلي

$$U(\theta) = \frac{\eta k^2}{32\pi^2} |F_z(\theta)|^2 \sin^2 \theta = \frac{\eta k^2}{32\pi^2} |II|^2 \sin^2 \theta$$

ولإيجاد أقصى قيمة من شدة الإشعاع نجد أن ذلك يتحقق عندما $\theta = \frac{\pi}{2}$ أي ان

$$U_{\max}(\theta = \frac{\pi}{2}) = \frac{\eta k^2}{32\pi^2} |II|^2 \sin^2 90 = \frac{\eta k^2}{32\pi^2} |II|^2$$

بعد ان حصلنا على علاقة شدة الإشعاع نستطيع أن نحصل على الربح بواسطة المعادلة المستنتجة الآتية

$$g(\theta) = \frac{U(\theta)}{U_{MAX}} = \frac{\frac{\eta k^2}{32\pi^2} |II|^2 \sin^2 \theta}{\frac{\eta k^2}{32\pi^2} |II|^2} = \sin^2 \theta$$

$$\Delta\Omega = \int_0^\pi \int_0^{2\pi} g(\theta) \sin \theta d\theta d\phi = 2\pi \int_0^\pi \sin^3 \theta d\theta = 2\pi \int_0^\pi \sin \theta (1 - \cos^2 \theta) d\theta$$

$$= 2\pi \int_0^\pi \sin \theta d\theta - 2\pi \int_0^\pi \sin \theta \cos^2 \theta d\theta = 4\pi - \frac{4\pi}{3} = \frac{12\pi - 4\pi}{3}$$

$$= \frac{8\pi}{3}$$

$$D_{\max} = \frac{4\pi}{\Delta\Omega} = \frac{4\pi}{\frac{8\pi}{3}} = \frac{3}{2} = 1.5dB$$

$$P_{rad} = U_{\max} \Delta\Omega = \frac{8\pi}{3} \frac{\eta k^2}{32\pi^2} |II|^2$$

وهو المطلوب

للحصول على شكل الموجه سوف نستعمل برنامج بلغة متلاب هو كالاتي

```
% abp.m - polar gain plot in absolute units
%
% Usage: h = abp(th, g, rays, width)
%   h = abp(th, g)           (equivalent to rays=30, width=1)
%   h = abp(th, g, rays)    (equivalent to width=1)
%
% th = polar angles over [0,pi]
% g = gain at th (g is in absolute units)
% rays = ray grid at 30 degree (default) or at 45 degree angles
% width = linewidth of gain curve (width=1 by default)
% h = handle to use for adding more gains and legends (see DBADD)
% examples: abp(th, g);      default (30-degree lines and 40-dB scale)
%   abp(th, g, 45);        use 45-degree grid lines
%   abp(th, g, 30, 1.5);  use thicker line for gain
```

```

% notes: makes polar plot of g versus th,
% omnidirectionality in azimuthal angle phi is assumed,
% gain plot at left side over [-pi,0] is added symmetrically,
% max-g is assumed to be unity (e.g., as in the output of ARRAY),
% half-power grid circle at g=1/2 is added,
% for EPS output, use width=1.50 for thicker gain line,
% use width=0.75 for thinnest line
%
% see also, DBP, ABZ, DBZ, ARRAY
% S. J. Orfanidis - 1997 - www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa
function h = abp(th, g, rays, width)
if nargin==0, help abp; return; end
if nargin<3, rays = 30; end
if nargin<4, width = 1; end
sty = ':'; % grid line style
x = g .* sin(th); % x-axis plotted vertically
y = g .* cos(th);
N0 = 400;
th0 = (0:N0) * 2*pi / N0;
x0 = sin(th0); % gain circles
y0 = cos(th0);
h = plot(x, y, 'LineWidth', width);
hold on;
plot(-x, y, 'LineWidth', width);
hold on;
plot(x0, y0, '-', x0/2, y0/2, sty);
axis square;
R = 1.1;
axis([-R, R, -R, R]);
axis off;
Nf = 15; % fontsize of labels
line([0,0],[-1,1]);
line([-1,1],[0,0]);
text(0, 1.02, '0^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'center', 'vert', 'bottom');
text(0, -0.99, '180^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'center', 'vert', 'top');
text(1, 0.01, '90^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'left', 'vert', 'middle');
text(-1.02, 0.01, '90^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'right', 'vert', 'middle');
text(1.07*cos(5*pi/12), 1.07*sin(5*pi/12), '\theta', 'fontsize', Nf+2, 'horiz', 'left');
text(-1.07*cos(5*pi/12), 1.07*sin(5*pi/12), '\theta', 'fontsize', Nf+2, 'horiz', 'right');
if rays == 45,
x1 = 1/sqrt(2); y1 = 1/sqrt(2);
line([-x1,x1], [-y1,y1], 'linestyle', sty);
line([-x1,x1], [y1,-y1], 'linestyle', sty);
text(1.04*x1, y1, '45^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'left', 'vert', 'bottom');
text(0.98*x1, -0.98*y1, '135^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'left', 'vert', 'top');
text(-0.97*x1, 1.02*y1, '45^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'right', 'vert', 'bottom');
text(-1.01*x1, -1.01*y1, '135^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'right', 'vert', 'top');
else
x1 = cos(pi/3); y1 = sin(pi/3);
x2 = cos(pi/6); y2 = sin(pi/6);
line([-x1,x1], [-y1,y1], 'linestyle', sty);
line([-x2,x2], [-y2,y2], 'linestyle', sty);

```

```

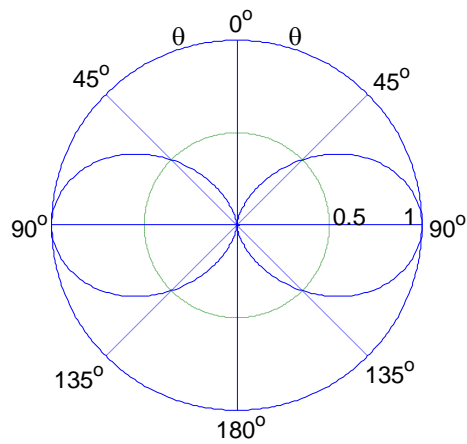
line([-x2,x2], [y2,-y2], 'linestyle', sty);
line([-x1,x1], [y1,-y1], 'linestyle', sty);
text(1.02*x1,1.02*y1, '30^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'left', 'vert', 'bottom');
text(0.96*x1,-0.98*y1, '150^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'left', 'vert', 'top');
text(1.04*x2,0.97*y2, '60^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'left', 'vert', 'bottom');
text(x2,-0.95*y2, '120^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'left', 'vert', 'top');
text(-0.91*x1,1.02*y1, '30^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'right', 'vert', 'bottom');
text(-0.97*x1,-1.01*y1, '150^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'right', 'vert', 'top');
text(-1.02*x2,0.97*y2, '60^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'right', 'vert', 'bottom');
text(-1.01*x2,-1.01*y2, '120^o', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'right', 'vert', 'top');
end
text(0.52, 0.125, '0.5', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'left', 'vert', 'top');
text(0.9, 0.125, '1', 'fontsize', Nf, 'horiz', 'left', 'vert', 'top');

```

```

[g, th, c] = dipole(0,200);
abp(th, g, 45);

```



2- سندرس ما سبق عندما $I(Z) = I$

$$F(\theta) = \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} I e^{jkz \cos \theta} dz = I \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} e^{jkz \cos \theta} dz = I \frac{e^{jk \frac{I}{2} \cos \theta} - e^{-jk \frac{I}{2} \cos \theta}}{jk \cos \theta}$$

$$= I \frac{e^{jk \frac{I}{2} \cos \theta} - e^{-jk \frac{I}{2} \cos \theta}}{jk \cos \theta} = \frac{2I \sin(k \frac{I \cos \theta}{2})}{k \cos \theta}$$

$$E = \hat{\theta} E_{\theta} = \hat{\theta} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} F_z(\theta) \sin \theta = \hat{\theta} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} \frac{2I \sin(k \frac{I \cos \theta}{2})}{k \cos \theta} \sin \theta$$

$$H = \hat{\phi} H_{\phi} = \hat{\phi} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} F_z(\theta) \sin \theta = \hat{\phi} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} \frac{2I \sin(k \frac{I \cos \theta}{2})}{k \cos \theta} \sin \theta$$

أما شدة الإشعاع فيكون كالآتي

$$U(\theta) = \frac{\eta k^2}{32\pi^2} |F_z(\theta)|^2 \sin^2 \theta = \frac{\eta k^2}{32\pi^2} \left| \frac{2I \sin(k \frac{I \cos \theta}{2})}{k \cos \theta} \right|^2 \sin^2 \theta$$

$$= \frac{\eta |I|^2}{8\pi^2} \left| \sin(k \frac{I \cos \theta}{2}) \right|^2 \tan^2 \theta \quad , , , \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad \frac{kI}{2} = \pi L$$

أما الربح فنحصل عليه من العلاقة الآتية

$$g(\theta) = C_n |\sin(\pi L \cos \theta)|^2 \tan^2 \theta \quad (\text{normalized gain})$$

$$\Delta \Omega = \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} g(\theta) \sin \theta d\theta d\phi = 2\pi C_n \int_0^{\pi} \sin^2(\pi L \cos \theta) \tan^2(\theta) \sin \theta d\theta$$

$$\text{but } \tan^2 x = \frac{\sin^2 x}{\cos^2 x} = \frac{1 - \cos^2 x}{\cos^2 x} = \frac{1}{\cos^2 x} - 1$$

$$= 2\pi C_n \int_0^\pi \sin^2(\pi L \cos \theta) \left(\frac{1}{\cos^2 \theta} - 1 \right) \sin \theta d\theta$$

$$= 2\pi C_n \int_0^\pi \frac{\sin^2(\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta}{\cos^2 \theta} - 2\pi C_n \int_0^\pi \sin^2(\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta$$

$$\text{but } \cos(2\theta) = \cos^2(\theta) - \sin^2(\theta) = 1 - 2\sin^2(\theta)$$

$$\therefore \Delta\Omega = \pi C_n \int_0^\pi \frac{(1 - \cos(2\pi L \cos \theta)) \sin \theta d\theta}{\cos^2 \theta} - \pi C_n \int_0^\pi ((1 - \cos(2\pi L \cos \theta))) \sin \theta d\theta$$

$$= \pi C_n \int_0^\pi \frac{\sin \theta - \cos(2\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta}{\cos^2 \theta} - \pi C_n \int_0^\pi (\sin \theta - \cos(2\pi L \cos \theta) \sin \theta) d\theta$$

$$= C_n \left[\begin{array}{l} \pi \int_0^\pi \frac{\sin \theta}{\cos^2 \theta} d\theta - \pi \int_0^\pi \frac{\cos(2\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta}{\cos^2 \theta} - \\ \pi \int_0^\pi \sin \theta d\theta + \pi \int_0^\pi \cos(2\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta \end{array} \right]$$

$$= C_n \left[-2\pi - 2\pi - 2\pi \frac{\sin(2\pi L)}{\pi L} - \pi \int_0^\pi \frac{\cos(2\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta}{\cos^2 \theta} \right]$$

$$= C_n \left[-4\pi - 2\pi \frac{\sin(2\pi L)}{\pi L} - \pi \int_0^\pi \frac{\cos(2\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta}{\cos^2 \theta} \right]$$

$$\text{but } \int_0^\pi \frac{\cos(2\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta}{\cos^2 \theta} = -2\cos(2\pi L) - 2\pi L \int_0^\pi \frac{\sin(2\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta}{\cos \theta}$$

$$x = \cos \theta \Rightarrow dx = -\sin \theta d\theta$$

$$\therefore \int_0^{\pi} \frac{\sin(2\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta}{\cos \theta} = \int_{-1}^1 \frac{\sin(2\pi Lx) \cancel{\sin \theta} dx}{x \cancel{\sin \theta}} = \int_{-1}^1 \frac{\sin(2\pi Lx) dx}{x}$$

$$\begin{aligned} \therefore \int_0^{\pi} \frac{\cos(2\pi L \cos \theta) \sin \theta d\theta}{\cos^2 \theta} &= -2\cos(2\pi L) - 2\pi L \int_{-1}^1 \frac{\sin(2\pi Lx) dx}{x} \\ &= -2\cos(2\pi L) - 2\pi L Si(2\pi L) \end{aligned}$$

$$\therefore \Delta\Omega = C_n \left[-4\pi - 2\pi \frac{\sin(2\pi L)}{\pi L} + 2\pi \cos(2\pi L) + 2\pi^2 L \int_{-1}^1 \frac{\sin(2\pi Lx) dx}{x} \right]$$

$$= C_n \left[-4\pi - 2\pi \frac{\sin(2\pi L)}{2\pi L} + 2\pi \cos(2\pi L) + 4\pi^2 L Si(2\pi L) \right]$$

$$\text{but } Si(a) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n a^{2n+1}}{(2n+1)(2n+1)!}$$

$$= C_n \left[-4\pi - 2\pi \frac{\sin(2\pi L)}{2\pi L} + 2\pi \cos(2\pi L) + 4\pi^2 L \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2\pi L)^{2n+1}}{(2n+1)(2n+1)!} \right]$$

$$D_{\max} = \frac{4\pi}{C_n \left[-4\pi - 2\pi \frac{\sin(2\pi L)}{2\pi L} + 2\pi \cos(2\pi L) + 4\pi^2 L \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2\pi L)^{2n+1}}{(2n+1)(2n+1)!} \right]}$$

$$P_{rad} = U_{\max} \Delta\Omega = \left(C_n^2 \left[-4\pi - 2\pi \frac{\sin(2\pi L)}{2\pi L} + 2\pi \cos(2\pi L) + 4\pi^2 L \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2\pi L)^{2n+1}}{(2n+1)(2n+1)!} \right] \right)$$

كان ذلك الحل العام للحالة السابقة ولكي نوجد قيم كل من $g(\theta)$ و $\Delta\Omega$ و D_{\max} سوف نفرض الفروض الآتية

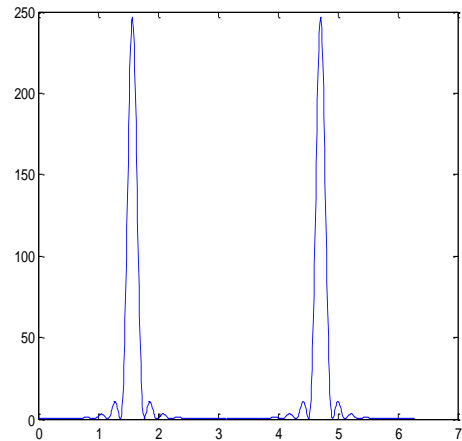
عندما $C_N = 1$ و $L=5$ ممكن نعطي للطول قيم مختلفة لنحصل على نتائج مختلفة

حيث سوف يصبح الريح كالآتي $g(\theta) = |\sin(\pi 5 \cos \theta)|^2 \tan^2 \theta$ وعند رسم علاقة بين الريح والزاوية نحصل على الآتي

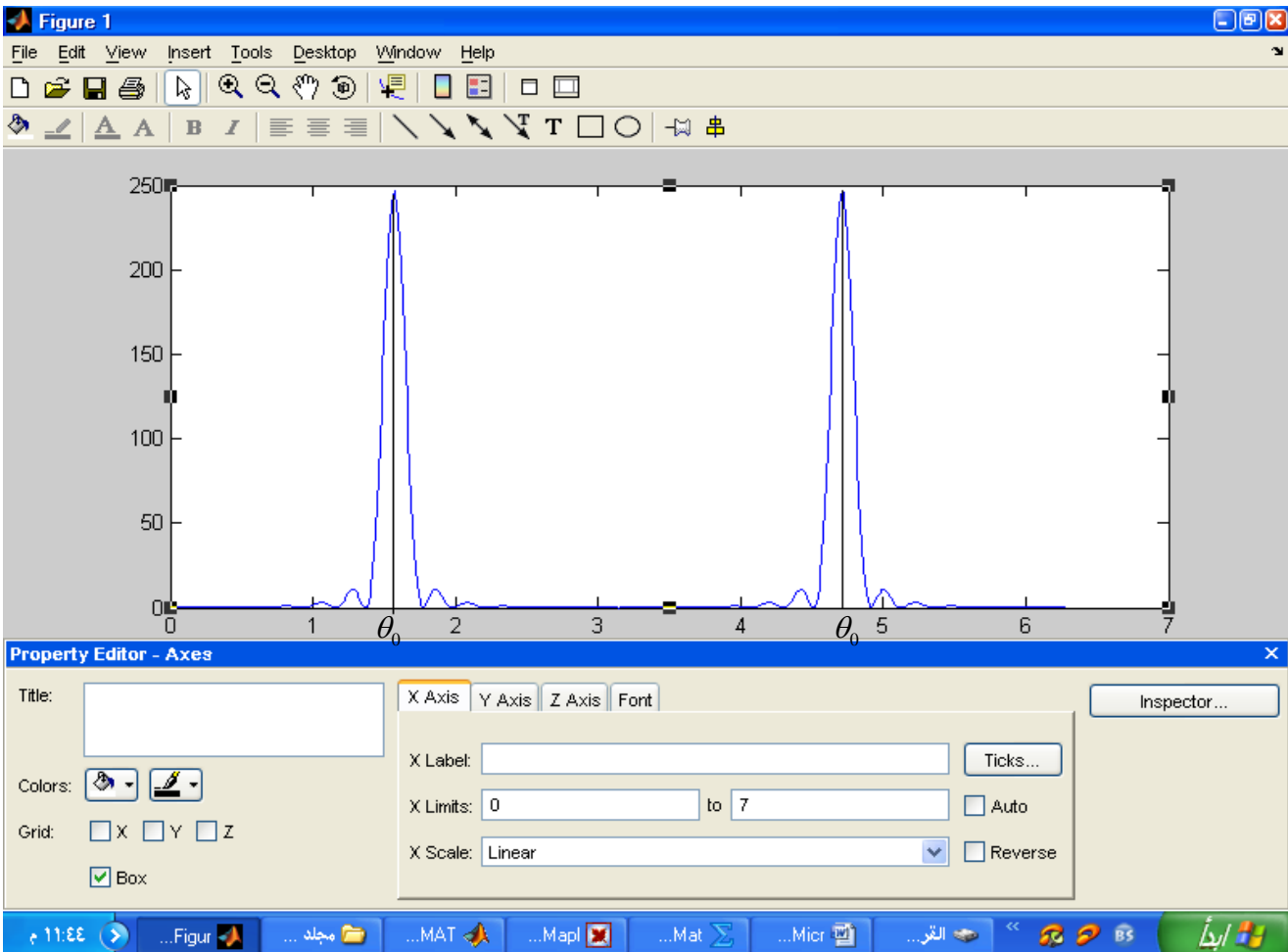
```

Editor - C:\MATLAB7\work\A.m
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
1 - clear
2 - Theta=0:0.01:2*pi;
3 - g=sin(5*pi.*cos(Theta)).^2.*tan(Theta).^2;
4 - plot(Theta,g)

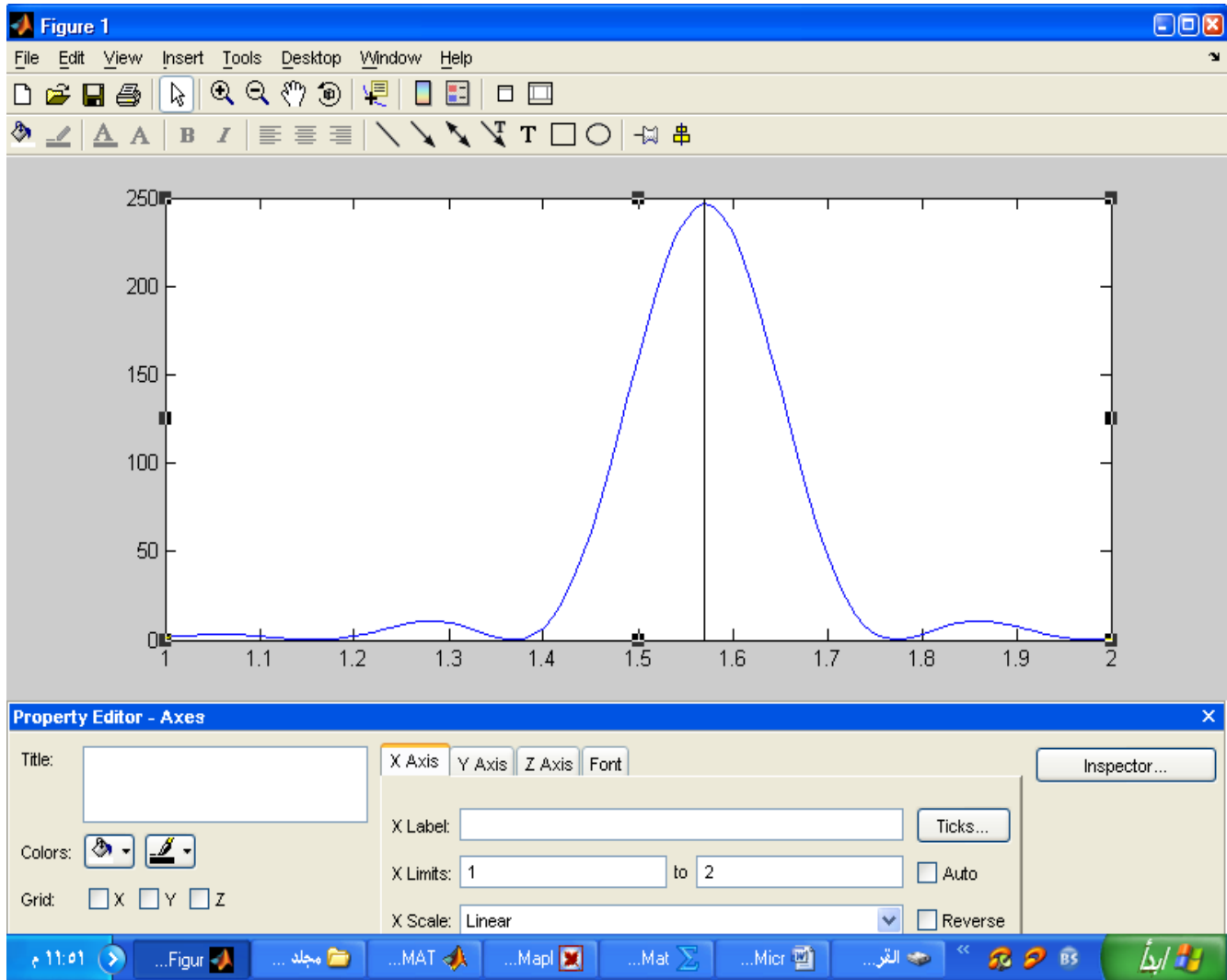
```



وكما نلاحظ من الشكل نجد أن هناك قمتين كبيرتين يمكن من خلالهما تحديد قيمة θ_0 والتي تعبر عن الزاوية التي تعملها أكبر هدبه عندما يكون الطول 5



عند اخذ هديه واحدة للحصول على الزاوية الابتدائية عند اكبر هدبة يمكن تحديدها من خلال الرسم البياني او من خلال من خلال برنامج بسيط



أي أن الشكل القطبي يأخذ

وللحصول على قيمة الزاوية عند اكبر هدبه نعمل البرنامج الآتي

حيث θ_0 هي عبارة عن the1,the

الزاوية في الرسم الكارتيبي بالرديان لذ يجب تحويلها إلى نظام الدرجات


```

Command Window

>> a

ans =

    246.7271

the =

    89.9544

the1 =

    270.0456

>> |

```

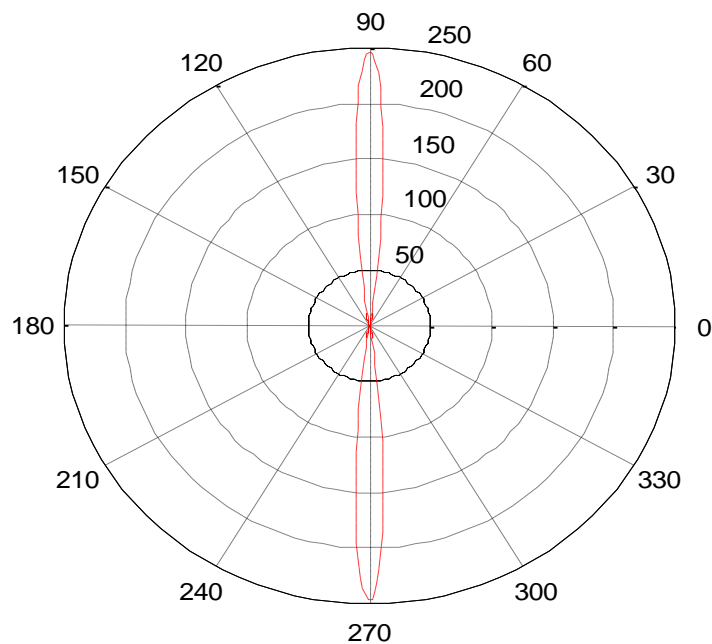
```

Editor - C:\MATLAB7\work\am
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
[Icons] Ba... >>
1 - clear
2 - Theta=0:0.01:2*pi;
3 - g=sin(5*pi.*cos(Theta)).^2.*tan(Theta).^2;
4 - polar(Theta,g,'--r')
5 - the=[Theta];
6 - d=[g];
7 - i=find(g==max(d));
8 - d(i)
9 - the=the(i)*180/pi
10 - the1=360-the

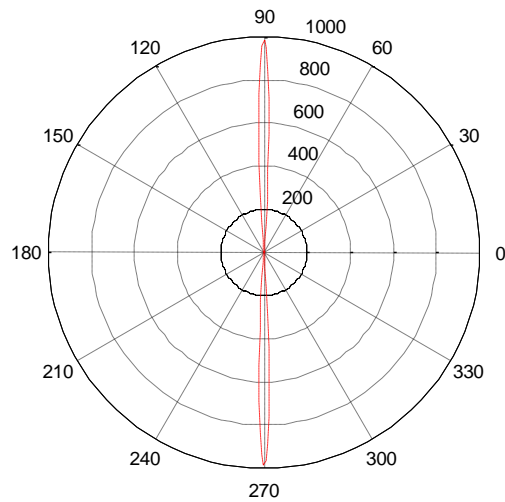
r.m x am x gasv x gm x hm x pm x zm x
script Ln 10 Col 13 OVR

```

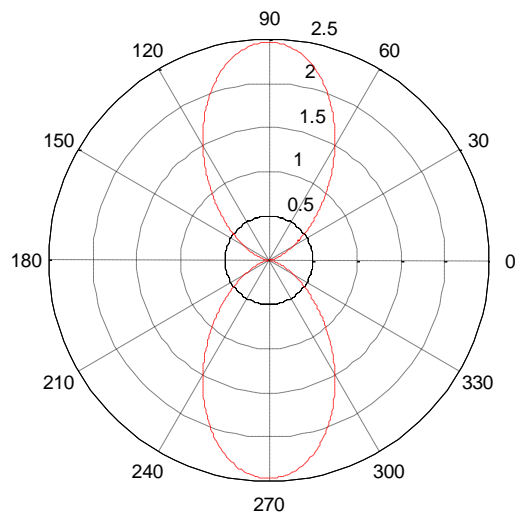
حيث نحصل على الآتي



اما عند قيم مختلفة ل $L=10$ نحصل على ونلاحظ ان سعة الهدبة تقل لكن الزاوية لا تتغير في هذه الحالة



الان عندما $L=0.5$ نجد ان



نلاحظ أن زاوية الهدبة الأولى لم تتغير لكن سعة الهدبة كبرت كلما كان الطول صغير

من خلال ما سبق سوف نوجد $\Delta\Omega$ عندما $L=5$

$$\Delta\Omega = \left[-4\pi - 2\pi \frac{\sin(2\pi 5)}{2\pi 5} + 2\pi \cos(2\pi 5) - 4\pi^2 5 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2\pi 5)^{2n+1}}{(2n+1)(2n+1)!} \right]$$

يمكن إيجاد قيمة $4\pi^2 5 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2\pi 5)^{2n+1}}{(2n+1)(2n+1)!}$ بواسطة برنامج صغير ب maple8

```
> DeltaOmega:=sum((-1)^n*(2*3.1415926535897932384626433832795*5)
^(2*n+1))/((2*n+1)*(2*n+1)!), n=0..infinity);
DeltaOmega:=1.539029080
```

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (2\pi 5)^{2n+1}}{(2n+1)(2n+1)!} = 1.539029080$$

$$\Delta\Omega = \left[-4\pi - 2\pi \frac{\sin(2\pi 5)}{2\pi 5} + 2\pi \cos(2\pi 5) + 4\pi^2 5(1.539029080) \right] = 297.5089782$$

$$D = \frac{4\pi}{297.5089782} = 0.042238626$$

$$P_{rad} = U_{\max} \Delta\Omega = \frac{(0.042238626)\eta k^2}{32\pi^2 C_N} = \frac{(0.042238626)\eta k^2}{32\pi^2}$$

3- سوف نوجد ما سبق عندما $I(Z) = I\left(1 - \frac{2|Z|}{I}\right)$

$$F(\theta) = I \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} \left(1 - 2\frac{|z|}{I}\right) e^{jkz \cos \theta} dz$$

$$F(\theta) = \begin{pmatrix} I \int_0^{\frac{I}{2}} \left(1 - 2\frac{z}{I}\right) e^{jkz \cos \theta} dz & 0 \leq z \leq \frac{I}{2} \\ I \int_{-\frac{I}{2}}^0 \left(1 + 2\frac{z}{I}\right) e^{jkz \cos \theta} dz & -\frac{I}{2} \leq z \leq 0 \end{pmatrix}$$

$$= I \left(\int_0^{\frac{I}{2}} \left(1 - 2\frac{z}{I}\right) e^{jkz \cos \theta} dz + \int_{-\frac{I}{2}}^0 \left(1 + 2\frac{z}{I}\right) e^{jkz \cos \theta} dz \right)$$

$$= \begin{pmatrix} I \int_0^{\frac{I}{2}} e^{jkz \cos \theta} dz - 2 \int_0^{\frac{I}{2}} z e^{jkz \cos \theta} dz & 0 \leq z \leq \frac{I}{2} \\ I \int_{-\frac{I}{2}}^0 e^{jkz \cos \theta} dz + 2 \int_{-\frac{I}{2}}^0 z e^{jkz \cos \theta} dz & -\frac{I}{2} \leq z \leq 0 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} I \frac{e^{jk \frac{I}{2} \cos \theta} - 1}{jk \cos \theta} - I \frac{e^{jk \frac{I}{2} \cos \theta}}{jk \cos \theta} - \frac{2e^{jk \frac{I}{2} \cos \theta}}{k^2 \cos^2 \theta} + \frac{2}{k^2 \cos^2 \theta} & 0 \leq z \leq \frac{I}{2} \\ I \frac{1 - e^{-jk \frac{I}{2} \cos \theta}}{jk \cos \theta} + I \frac{e^{-jk \frac{I}{2} \cos \theta}}{jk \cos \theta} + \frac{2}{k^2 \cos^2 \theta} - 2 \frac{e^{-jk \frac{I}{2} \cos \theta}}{k^2 \cos^2 \theta} & -\frac{I}{2} \leq z \leq 0 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} \frac{4}{k^2 \cos^2 \theta} - 4 \left(\frac{e^{jk \frac{I}{2} \cos \theta} + e^{-jk \frac{I}{2} \cos \theta}}{k^2 \cos^2 \theta} \right) & -\frac{I}{2} \leq z \leq \frac{I}{2} \end{pmatrix}$$

$$E = \hat{\theta} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} \left(\frac{4}{k^2 \cos^2 \theta} - 8 \frac{\cos \left(k \frac{I}{2} \cos \theta \right)}{k^2 \cos^2 \theta} \right) \sin \theta$$

$$H = \hat{\phi} H_{\phi} = \hat{\phi} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} H$$

$$H = \hat{\phi} jk \eta \frac{e^{-jkr}}{4\pi r} \left(\frac{4}{k^2 \cos^2 \theta} - 8 \frac{\cos \left(k \frac{I}{2} \cos \theta \right)}{k^2 \cos^2 \theta} \right) \sin \theta$$

ولكي نحتسب شدة الإشعاع نعمل الآتي

$$U(\theta) = \frac{\eta k^2}{32\pi^2} \left(\frac{4}{k^2 \cos^2 \theta} - \frac{8 \cos \left(k \frac{I}{2} \cos \theta \right)}{k^2 \cos^2 \theta} \right)^2 \sin^2 \theta$$

$$U(\theta) = \frac{16\eta}{32\pi^2 k^2} \left(\frac{1 - 2 \cos \left(k \frac{I}{2} \cos \theta \right)}{\cos \theta} \right)^2 \tan^2 \theta$$

$$g(\theta) = C_N \left(\frac{1 - 2 \cos \left(k \frac{I}{2} \cos \theta \right)}{\cos \theta} \right)^2 \tan^2 \theta$$

$$\Delta\Omega = \int_0^{\pi} \int_0^{2\pi} g(\theta) \sin \theta d\theta d\phi$$

$$= 2\pi C_N \int_0^\pi \left(\frac{1-2\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)}{\cos\theta} \right)^2 \tan^2\theta \sin\theta d\theta$$

$$\left(\frac{1-2\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)}{\cos\theta} \right)^2 = \left(\frac{1-2\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)}{\cos\theta} \right) \left(\frac{1-2\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)}{\cos\theta} \right)$$

$$= \left(\frac{1-4\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)+4\cos^2\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)}{\cos^2\theta} \right)$$

$$\Delta\Omega = 2\pi C_N \int_0^\pi \left(\frac{1-4\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)+4\cos^2\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)}{\cos^2\theta} \right) \tan^2\theta \sin\theta d\theta$$

$$= 2\pi C_N \int_0^\pi \left(\frac{\sin^3\theta - 4\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)\sin^3\theta + 4\cos^2\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)\sin^3\theta}{\cos^4\theta} \right) d\theta$$

$$= 2\pi C_N (A - B + C)$$

$$A = \int_0^\pi \frac{\sin^3\theta}{\cos^4\theta} d\theta, \quad B = \int_0^\pi \frac{4\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)\sin^3\theta}{\cos^4\theta} d\theta, \quad C = \int_0^\pi \frac{4\cos^2\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right)\sin^3\theta}{\cos^4\theta} d\theta$$

$$A = \int_0^{\pi} \frac{\sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta = \left[\frac{1}{3\cos^3 \theta} - \frac{1}{\cos \theta} \right]_0^{\pi} = \left[\frac{4}{3} \right] \dots\dots\dots(1)$$

$$B = 4 \int_0^{\pi} \frac{\cos(k \frac{I}{2} \cos \theta) \sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta = 4 \left[\frac{3 \cos\left(\frac{kI}{2}\right)}{3} + \frac{kI}{6} \sin(kI) + \frac{5kI \sin\left(\frac{kI}{2}\right)}{6} \right] \dots(2)$$

الفقرة 2 تم إثباتها في الفقرة 3

$$\begin{aligned} C &= 4 \int_0^{\pi} \frac{\cos^2(k \frac{I}{2} \cos \theta) \sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta = 4 \int_0^{\pi} \frac{\cos^2(k \frac{I}{2} \cos \theta) \sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta = \\ &= 2 \int_0^{\pi} \frac{(1 + \cos(kI \cos \theta)) \sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta = 2 \int_0^{\pi} \frac{\sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta + 2 \int_0^{\pi} \frac{\cos(kI \cos \theta) \sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta \\ &= 2 \left[\int_0^{\pi} \frac{\sin \theta}{\cos^4 \theta} d\theta - \int_0^{\pi} \frac{\sin \theta}{\cos^2 \theta} d\theta + \int_0^{\pi} \frac{\cos(kI \cos \theta) \sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta \right] = 2 \left[\frac{1}{\cos^3 \theta} - \int_0^{\pi} \frac{\sin \theta}{\cos^2 \theta} d\theta + \int_0^{\pi} \frac{\cos(kI \cos \theta) \sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta \right] \\ &= 2 \left[\left[\frac{1}{3\cos^3 \theta} \right]_0^{\pi} - \left[\frac{1}{\cos \theta} \right]_0^{\pi} + C1 \right] \end{aligned}$$

$$C1 = \int_0^{\pi} \frac{\cos(kI \cos \theta) \sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta =$$

$$U = \cos(kI \cos \theta)$$

$$dV = \int \frac{\sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta$$

$$dU = kI \sin(\theta) \sin(kI \cos \theta) d\theta$$

$$V = \frac{1}{3\cos^3 \theta} - \frac{1}{\cos \theta}$$

$$C_1 = \left[\frac{\cos(kI \cos \theta)}{3 \cos^3 \theta} - \frac{\cos(kI \cos \theta)}{\cos \theta} \right]_0^\pi - \frac{kI}{3} \int_0^\pi \frac{\sin(\theta) \sin(kI \cos \theta) d\theta}{\cos^3 \theta} - kI \int_0^\pi \frac{\sin(\theta) \sin(kI \cos \theta) d\theta}{\cos \theta}$$

$$C_1 = \left[-\frac{2 \cos(kI)}{3} + 2 \cos(kI) \right] - \frac{kI}{3} C_2 - kI C_3$$

$$C_2 = \int_0^\pi \frac{\sin(\theta) \sin(kI \cos \theta) d\theta}{\cos^3 \theta} =$$

$$U = \sin(kI \cos \theta) \quad dV = \int \frac{\sin \theta}{\cos^3 \theta} d\theta$$

$$dU = -kI \sin(\theta) \cos(kI \cos \theta) d\theta \quad V = \frac{1}{2 \cos^2 \theta}$$

$$C_2 = \left[\frac{\sin(kI \cos \theta)}{2 \cos^2 \theta} \right]_0^\pi + \frac{kI}{2} \int_0^\pi \frac{\sin(\theta) \cos(kI \cos \theta)}{\cos^2 \theta} d\theta =$$

$$U = \cos(kI \cos \theta) \quad dV = \int \frac{\sin \theta}{\cos^2 \theta} d\theta$$

$$dU = kI \sin(\theta) \sin(kI \cos \theta) d\theta \quad V = \frac{1}{\cos \theta}$$

$$C_2 = \left[\frac{\sin(kI \cos \theta)}{2 \cos^2 \theta} \right]_0^\pi + \frac{kI}{2} \left[\frac{\cos(kI \cos \theta)}{\cos \theta} \right]_0^\pi - \frac{(kI)^2}{2} \int_0^\pi \frac{\sin(\theta) \sin(kI \cos \theta)}{\cos \theta} d\theta =$$

$$C_2 = \left[\frac{\sin(kI \cos \theta)}{2 \cos^2 \theta} \right]_0^\pi + \frac{kI}{2} \left[\frac{\cos(kI \cos \theta)}{\cos \theta} \right]_0^\pi + (kI)^2 Si(kI) =$$

$$C_2 = \left[\frac{\sin(kI \cos \pi) - \sin(kI \cos 0)}{2 \cos^2 \pi} - \frac{\sin(kI \cos 0) - \sin(kI \cos \pi)}{2 \cos^2 0} \right]_0^\pi + \frac{(kI)}{2} \left[\frac{\cos(kI \cos \pi) - \cos(kI \cos 0)}{\cos \pi} - \frac{\cos(kI \cos 0) - \cos(kI \cos \pi)}{\cos 0} \right]_0^\pi + (kI)^2 Si(kI) =$$

$$C_2 = [-\sin(kI)] + [\cos(kI)] + Si(kI) = \cos(kI) - (kI)\sin(kI) + (kI)^2 Si(kI)$$

and

$$C_3 = \int_0^\pi \frac{\sin(\theta) \sin(kI \cos \theta) d\theta}{\cos \theta} = -2Si(kI)$$

$$\therefore C_1 = \left[-\frac{2 \cos(kI)}{3} + 2 \cos(kI) \right] - \frac{kI}{3} C_2 - kI C_3 =$$

$$\therefore C_1 = \left[-\frac{2 \cos(kI)}{3} + 2 \cos(kI) \right] - \frac{kI}{3} \cos(kI) + \frac{(kI)^2}{3} \sin(kI) - \frac{(kI)^3}{3} Si(kI) + 2kI Si(kI) =$$

$$C_1 = \frac{3 \cos(kI)}{3} + \frac{(kI)^2}{3} \sin(kI) - \frac{(kI)^3}{3} Si(kI) + 2kI Si(kI) =$$

$$C = \int_0^\pi \frac{4 \cos^2(k \frac{I}{2} \cos \theta) \sin^3 \theta}{\cos^4 \theta} d\theta = 2 \left[\frac{-2}{3} + 2 + \frac{3 \cos(kI)}{3} + \frac{(kI)^2}{3} \sin(kI) - \frac{(kI)^3}{3} Si(kI) + 2kI Si(kI) \right]$$

$$C = 2 \left[\frac{-2}{3} + 2 + \frac{3 \cos(kI)}{3} + \frac{(kI)^2}{3} \sin(kI) - \frac{(kI)^3}{3} Si(kI) + 2kI Si(kI) \right] \dots \dots \dots (3)$$

$$\Delta \Omega = 2\pi C_N (A - B + C) =$$

$$= 2\pi C_N \left[\left[\frac{4}{3} \right] - 4 \left[\frac{3 \cos\left(\frac{kI}{2}\right)}{3} + \frac{(kI)^2}{12} \sin(kI) - \frac{(kI)^3}{24} Si(kI) + kI Si(kI) \right] + \right. \\ \left. 2 \left[\frac{-2}{3} + 2 + \frac{3 \cos(kI)}{3} + \frac{(kI)^2}{3} \sin(kI) - \frac{(kI)^3}{3} Si(kI) + 2kI Si(kI) \right] \right]$$

when $C_N = 1$ and $\frac{kI}{2} = \pi L$

$$=4\pi \left[2-2 \left[\frac{3\cos(\pi L)}{3} + \frac{(\pi L)^2}{3} \sin(\pi L) - \frac{(\pi L)^3}{3} Si(\pi L) + \pi L Si(\pi L) \right] + \left[\frac{3\cos(2\pi L)}{3} + \frac{(2\pi L)^2}{3} \sin(2\pi L) - \frac{(2\pi L)^3}{3} Si(2\pi L) + 4\pi L Si(2\pi L) \right] \right]$$

but we know this is small linear dipole we put $L=1$

$$=4\pi \left[2-2 \left[-1 - \frac{(\pi)^3}{3} 1.85194 + 1.85194\pi \right] + \left[1 - \frac{(2\pi)^3}{3} 1.4185 + 4\pi 1.4185 \right] \right] = -852.2$$

$Si(2\pi)=1.4185, Si(\pi)=1.85194$

$$D = \frac{4\pi}{\Delta\Omega} = \frac{4\pi}{-852.2} = -0.0147458$$

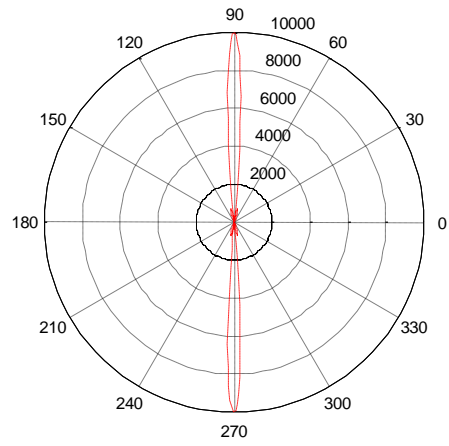
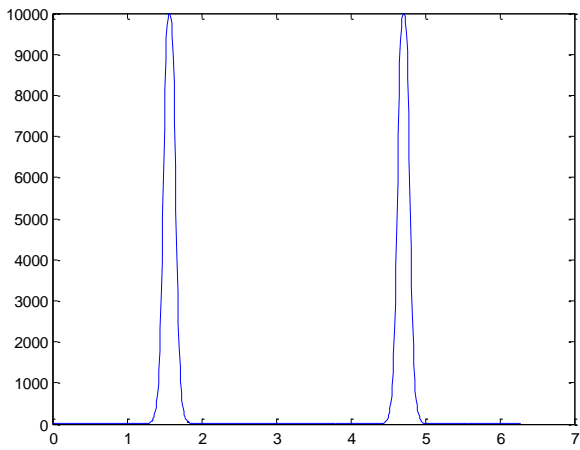
سوف نستخدم البرنامج الآتي بالمتلاب لدراسة شكل الإشعاع . بالمناسبة البرنامج يحسب الزاوية

```

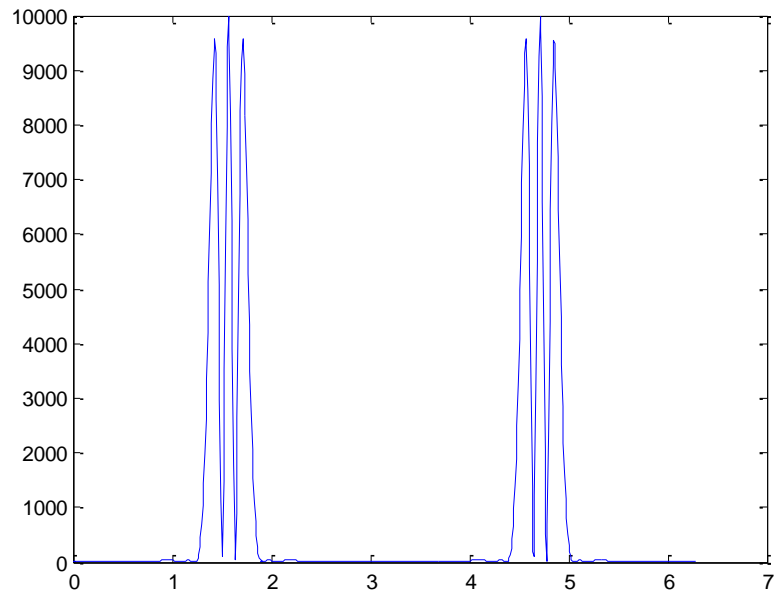
Editor - C:\MATLAB7\work\q6.m
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
[Icons] Stack: Base
1 - clear
2 - t = 0:0.01:2*pi;
3 - a=[t];
4 - L=100
5 - F=(sin(t).^2).*(1-2*cos(L.*pi.*cos(t))).^2./(0.0001+cos(t).^4);
6 - d=[F];
7 - i=find(F==max(d));
8 - d(i)
9 - a=a(i)*180/pi
10 - a1=360-a
11 - polar(t,F,'--r')
12 - figure(2)
13 - plot(t,F)

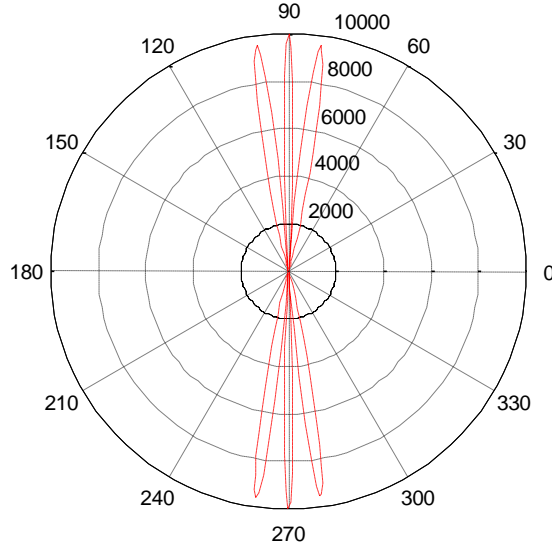
```

سوف ندرسها عندما $L=1$



سوف ندرسها عندما $L=5$





نلاحظ كلما زادت قيمة L كلما نلنا أهداب أكثر وتكثف أكثر أيضا إي أنها أهداب متقاربة والأفضل أن تكون قيمة L صغيره فهذا يعطي توجيه أفضل ولكن لمنطقة محدودة ويشع الهوائي بشكل خلفي لذلك سيتحسن عمل عاكس.

لو عدنا إلى المسألة من البداية وقلنا بما أن هذه الحالة تكون لهوائي صغير فأتنا سنفرض أنها $z=0$

ومنها نجد أن $L=0$ وبالتالي تؤول الدالة إلى دالة شبيهه بدالة المسائلة رقم 2

أي أن الدالة هذه سوف تصبح $I(Z) = I \left(1 - \frac{2|Z|}{I} \right)$ وستخضع لنفس ما درس في المسألة 2

$$I(z) = I \sin\left(k\left(\frac{I}{2} - |z|\right)\right) \quad \text{4- أما عندما يكون}$$

لكن يجب ان نعيد صيغة العلاقة السابقة بواسطة الدوال الزائدة المركبة حيث

$$\sin\left(k\left(\frac{I}{2} - |z|\right)\right) = \frac{e^{jk\left(\frac{I}{2} - |z|\right)} - e^{-jk\left(\frac{I}{2} - |z|\right)}}{2j}$$

$$F(\theta) = I \int_{\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} \sin\left(k\left(\frac{I}{2} - |z|\right)\right) e^{jkz \cos\theta} dz = I \int_{\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} \frac{e^{jk\left(\frac{I}{2} - |z|\right)} - e^{-jk\left(\frac{I}{2} - |z|\right)}}{2j} e^{jkz \cos\theta} dz$$

$$= \left\{ \begin{array}{l} I \int_0^{\frac{I}{2}} \frac{e^{jk\left(\frac{I}{2} - z\right)} - e^{-jk\left(\frac{I}{2} - z\right)}}{2j} e^{jkz \cos\theta} dz \quad 0 \leq z \leq \frac{I}{2} \\ I \int_{\frac{I}{2}}^0 \frac{e^{jk\left(\frac{I}{2} + z\right)} - e^{-jk\left(\frac{I}{2} + z\right)}}{2j} e^{jkz \cos\theta} dz \quad -\frac{I}{2} \leq z \leq 0 \end{array} \right\} =$$

$$= \left\{ \begin{array}{l} I \int_0^{\frac{I}{2}} \frac{e^{jk\left(\frac{I}{2} - z + z \cos\theta\right)} - e^{-jk\left(\frac{I}{2} - z - z \cos\theta\right)}}{2j} dz \quad 0 \leq z \leq \frac{I}{2} \\ I \int_{\frac{I}{2}}^0 \frac{e^{jk\left(\frac{I}{2} + z + z \cos\theta\right)} - e^{-jk\left(\frac{I}{2} + z - z \cos\theta\right)}}{2j} dz \quad -\frac{I}{2} \leq z \leq 0 \end{array} \right\}$$

$$= I \left\{ \begin{array}{l} \frac{e^{jk\left(\frac{I}{2}-z+z\cos\theta\right)}}{2k(1-\cos\theta)} + \frac{e^{-jk\left(\frac{I}{2}-z-z\cos\theta\right)}}{2k(1+\cos\theta)} \quad 0 \leq z \leq \frac{I}{2} \\ -\frac{e^{jk\left(\frac{I}{2}+z+z\cos\theta\right)}}{2k(1+\cos\theta)} - \frac{e^{-jk\left(\frac{I}{2}+z-z\cos\theta\right)}}{2k(1-\cos\theta)} \quad -\frac{I}{2} \leq z \leq 0 \end{array} \right\}$$

$$= \frac{I}{2k} \left\{ \begin{array}{l} \frac{e^{jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)} - \cancel{\cos\theta e^{jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)}} + e^{jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)} + \cancel{\cos\theta e^{jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)}}}{(1-\cos^2\theta)} + \\ \frac{-e^{jk\left(\frac{I}{2}\right)} - \cancel{\cos\theta e^{jk\left(\frac{I}{2}\right)}} - e^{-jk\left(\frac{I}{2}\right)} + \cancel{\cos\theta e^{-jk\left(\frac{I}{2}\right)}}}{(1-\cos^2\theta)} \quad 0 \leq z \leq \frac{I}{2} \\ \frac{-e^{jk\left(\frac{I}{2}\right)} + \cancel{\cos\theta e^{jk\left(\frac{I}{2}\right)}} - e^{-jk\left(\frac{I}{2}\right)} - \cancel{\cos\theta e^{-jk\left(\frac{I}{2}\right)}}}{(1-\cos^2\theta)} + \\ \frac{e^{-jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)} + \cancel{\cos\theta e^{-jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)}} + e^{-jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)} - \cancel{\cos\theta e^{-jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)}}}{(1-\cos^2\theta)} \quad -\frac{I}{2} \leq z \leq 0 \end{array} \right\}$$

$$= \frac{I}{2k} \left\{ \begin{array}{l} \frac{2e^{-jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)} - 2e^{jk\left(\frac{I}{2}\right)} + \cancel{\cos\theta e^{jk\left(\frac{I}{2}\right)}} - 2e^{-jk\left(\frac{I}{2}\right)} - \cancel{\cos\theta e^{-jk\left(\frac{I}{2}\right)}}}{(1-\cos^2\theta)} + \\ \frac{-\cancel{\cos\theta e^{jk\left(\frac{I}{2}\right)}} + \cancel{\cos\theta e^{-jk\left(\frac{I}{2}\right)}} + 2e^{jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)}}{(1-\cos^2\theta)} \quad -\frac{I}{2} \leq z \leq \frac{I}{2} \end{array} \right\}$$

$$= \frac{I}{2k} \left\{ \frac{2e^{jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)} + 2e^{-jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)}}{(1-\cos^2\theta)} - \frac{2e^{jk\left(\frac{I}{2}\right)} + 2e^{-jk\left(\frac{I}{2}\right)}}{(1-\cos^2\theta)} \quad -\frac{I}{2} \leq z \leq \frac{I}{2} \right\}$$

$$= \frac{I}{k} \left\{ \frac{e^{jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)} + e^{-jk\left(\frac{I}{2}\cos\theta\right)}}{\sin^2\theta} - \frac{e^{jk\left(\frac{I}{2}\right)} + e^{-jk\left(\frac{I}{2}\right)}}{\sin^2\theta} \right\} \quad -\frac{I}{2} \leq z \leq \frac{I}{2}$$

$$= \frac{2I}{k} \left\{ \frac{\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right) - \cos k\frac{I}{2}}{\sin^2\theta} \right\} \quad -\frac{I}{2} \leq z \leq \frac{I}{2}$$

$$F(\theta) = \frac{2I \left(\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right) - \cos k\frac{I}{2} \right)}{k \sin^2\theta}$$

$$U(\theta) = \frac{4I^2\eta}{32\pi^2} \left| \frac{\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right) - \cos k\frac{I}{2}}{\sin^2\theta} \right|^2 \sin^2\theta$$

$$g(\theta) = C_N \left| \frac{\cos\left(k\frac{I}{2}\cos\theta\right) - \cos k\frac{I}{2}}{\sin^2\theta} \right|^2 \sin^2\theta$$

$$k\frac{I}{2} = \pi L \quad \dots, C_N = 1 \quad \text{عندما}$$

$$g(\theta) = \left| \frac{\cos(\pi L \cos\theta) - \cos \pi L}{\sin\theta} \right|^2$$

$$\begin{aligned}
\Delta\Omega &= C_N \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \left| \frac{\cos\left(k \frac{I}{2} \cos\theta\right) - \cos k \frac{I}{2}}{\sin^2\theta} \right|^2 \sin^2\theta \sin\theta d\theta d\phi = \\
&= 2\pi C_N \int_0^\pi \left| \frac{\cos\left(k \frac{I}{2} \cos\theta\right) - \cos k \frac{I}{2}}{\sin^2\theta} \right|^2 \sin^3\theta d\theta \\
&= 2\pi C_N \int_0^\pi \frac{\cos^2\left(k \frac{I}{2} \cos\theta\right) + \cos^2 k \frac{I}{2} - 2\cos\left(k \frac{I}{2} \cos\theta\right) \cos k \frac{I}{2}}{\cancel{\sin^3\theta} \sin\theta} \cancel{\sin^3\theta} d\theta \\
&= 2\pi C_N \int_0^\pi \frac{\cos^2\left(k \frac{I}{2} \cos\theta\right) + \cos^2 k \frac{I}{2} - 2\cos\left(k \frac{I}{2} \cos\theta\right) \cos k \frac{I}{2}}{\sin\theta} d\theta \\
&= 2\pi C_N \left(\int_0^\pi \frac{\cos^2\left(k \frac{I}{2} \cos\theta\right)}{\sin\theta} d\theta + \cos^2\left(k \frac{I}{2}\right) \int_0^\pi \frac{1}{\sin\theta} d\theta - 2\cos k \frac{I}{2} \int_0^\pi \frac{\cos\left(k \frac{I}{2} \cos\theta\right)}{\sin\theta} d\theta \right) \\
&= 2\pi C_N \left[\int_0^\pi \frac{1+\cos(kI \cos\theta)}{2\sin\theta} d\theta + \cos^2\left(k \frac{I}{2}\right) \int_0^\pi \frac{1}{\sin\theta} d\theta - 2\cos k \frac{I}{2} \int_0^\pi \frac{\cos\left(k \frac{I}{2} \cos\theta\right)}{\sin\theta} d\theta \right] \\
&= 2\pi C_N \left[\frac{A}{2} + \cos^2\left(k \frac{I}{2}\right) B - 2\cos k \frac{I}{2} C \right]
\end{aligned}$$

$$A = \int_0^\pi \frac{1+\cos(kI \cos\theta)}{\sin\theta} d\theta = \int_0^\pi \frac{1}{\sin\theta} d\theta + \int_0^\pi \frac{\cos(kI \cos\theta)}{\sin\theta} d\theta$$

$$A = A1 + A2$$

$$A1 = \int_0^{\pi} \frac{1}{\sin \theta} d\theta = \infty$$

FOR $A1 = \infty \therefore \Delta\Omega = \infty$

$$D = \frac{2\pi}{\Delta\Omega} = 0$$

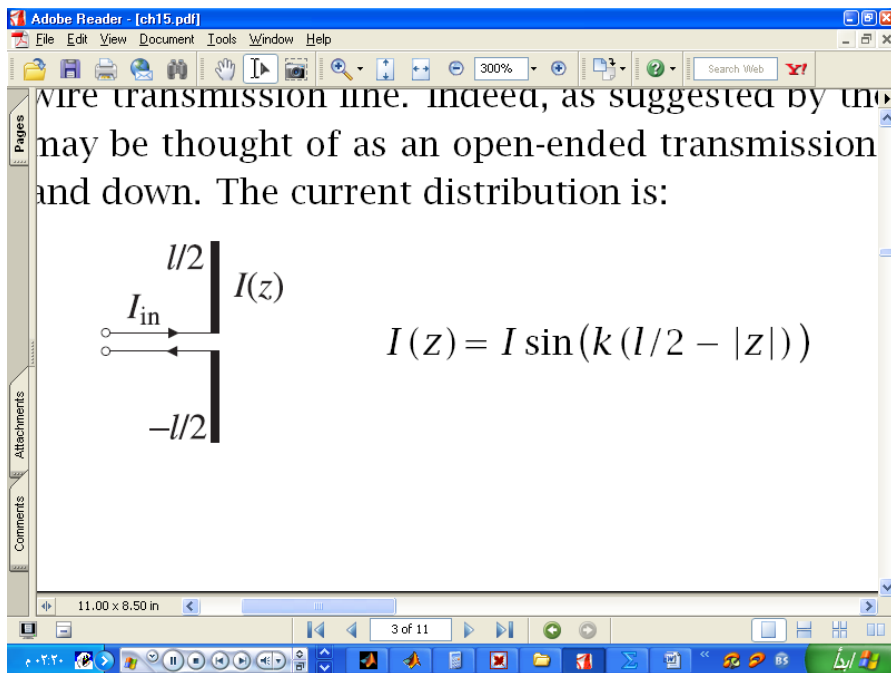
$P = U \Delta\Omega = \text{UNDEFINED}$

مما سبق وجدنا أن $\Delta\Omega = \infty$ وهذا غير سليم لذلك سوف نعيد الصياغة باستخدام المتسلسلات أي أن

$$\Delta\Omega = 2\pi \int_0^{\pi} \left| \frac{\cos(\pi L \cos \theta) - \cos \pi L}{\sin^2 \theta} \right|^2 \sin^3 \theta d\theta = 2\pi \sum_{w=0}^{n-1} \frac{\pi}{n} \left| \frac{\cos\left(\pi L \cos\left(w \frac{\pi}{n}\right)\right) - \cos \pi L}{\sin^2\left(w \frac{\pi}{n}\right)} \right|^2 \sin^3\left(w \frac{\pi}{n}\right)$$

للملاحظة / ليس من المستحسن تغيير حدود التكامل لحل التكامل السابق وذلك لان الدالة ليست نمطية .

سيكون لدالة حل عندما نفرض قيم ل L و تكاملها بواسطة متسلسلة لكن هنا باعتبار هوائي موجة واقفة وضمن الشروط المقدره



نجد أن المسألة هذه بعد اخذ $L \rightarrow 0, Z \rightarrow 0$ سوف توول إلى دالة مشابهة للمسألة 2

$$L \rightarrow 0, Z \rightarrow 0$$

$$I(z) = \lim_{Z \rightarrow \infty} I \sin\left(k\left(\frac{I}{2} - |z|\right)\right) = I\left(k\left(\frac{I}{2} - |z|\right)\right) \quad -I/2 \leq Z \leq I/2$$

and $z=0$

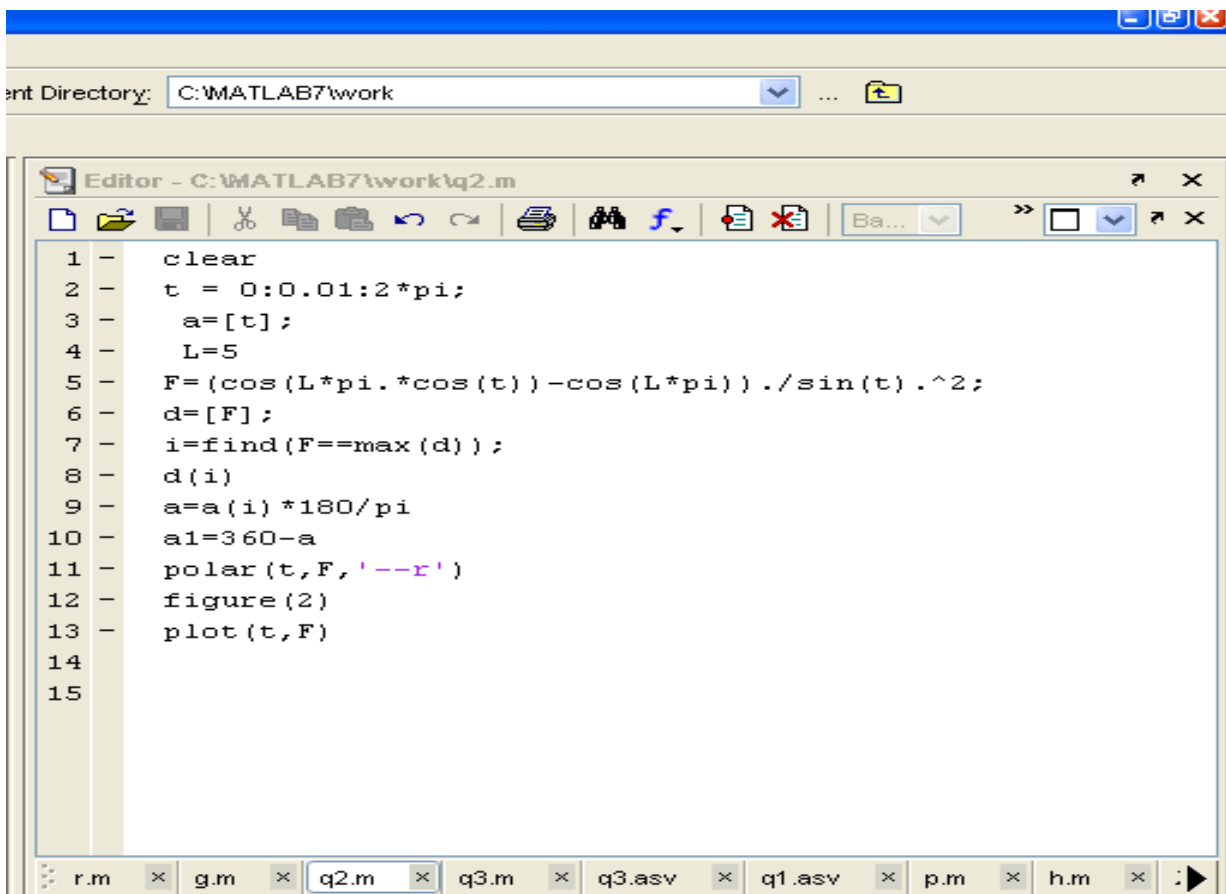
$$I_{in} = I(0) = I \sin\left(k \frac{I}{2}\right)$$

the radiation resistance may be defined either in terms of the peak current or in

terms of the input current through the definitions

$$P_{rad} = \frac{1}{2} R_{peak} |I|^2$$

باستخدام البرنامج الآتي سوف ندرس ما يلي

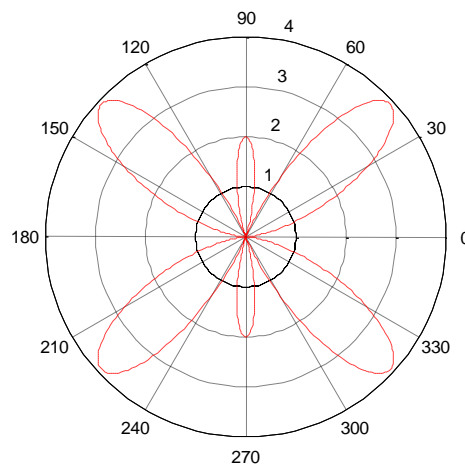
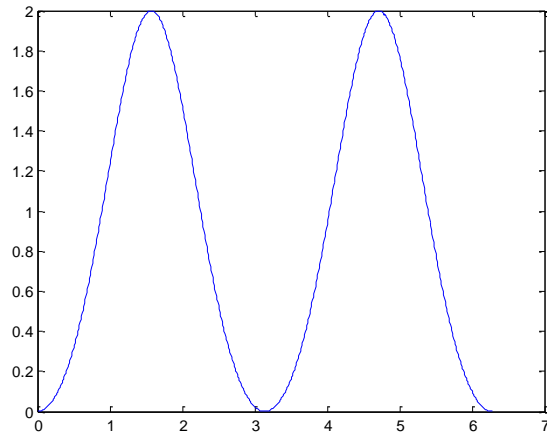
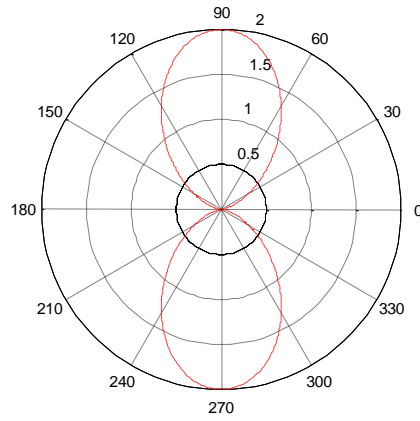


```

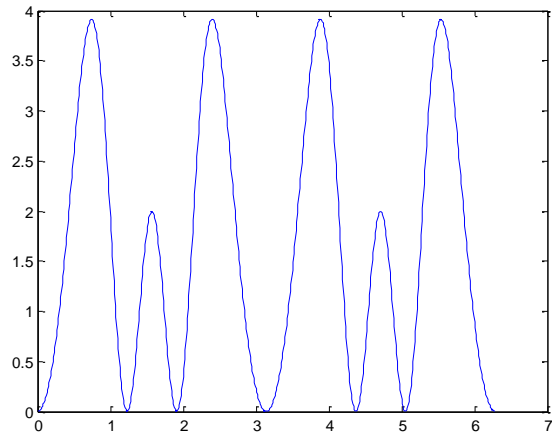
1 - clear
2 - t = 0:0.01:2*pi;
3 - a=[t];
4 - L=5
5 - F=(cos(L*pi.*cos(t))-cos(L*pi))./sin(t).^2;
6 - d=[F];
7 - i=find(F==max(d));
8 - d(i)
9 - a=a(i)*180/pi
10 - a1=360-a
11 - polar(t,F,'--r')
12 - figure(2)
13 - plot(t,F)
14
15

```

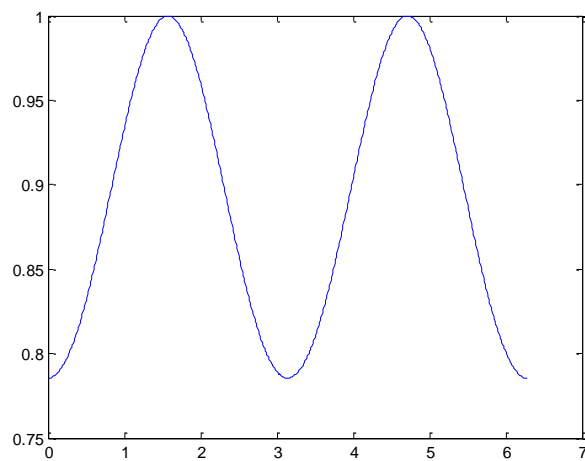
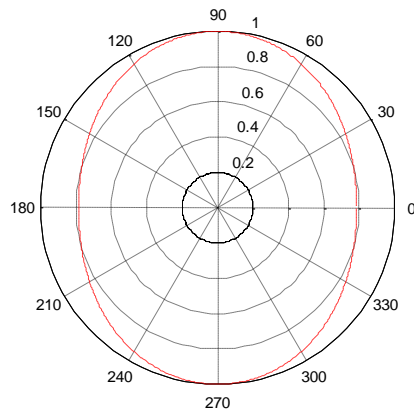
سوف ندرس متجه الإشعاع عندما $I = \frac{\lambda}{2}$



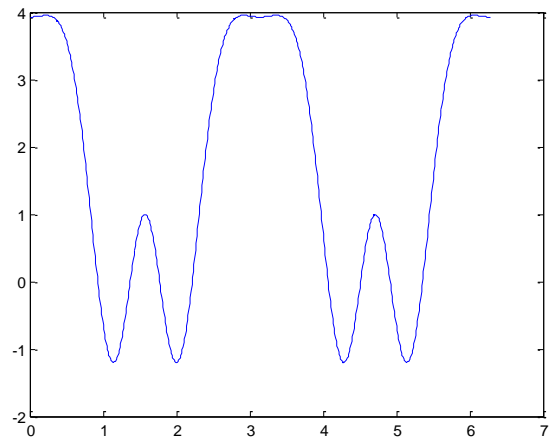
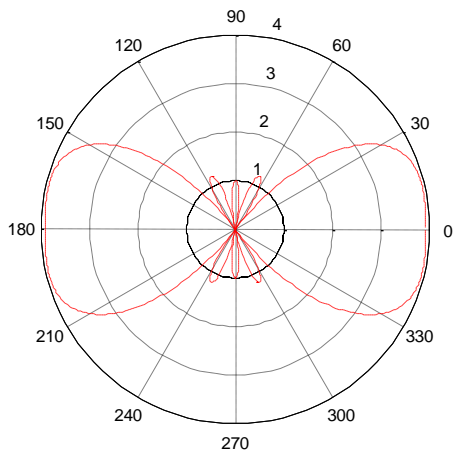
الآن عندما $I = \frac{3\lambda}{2}$



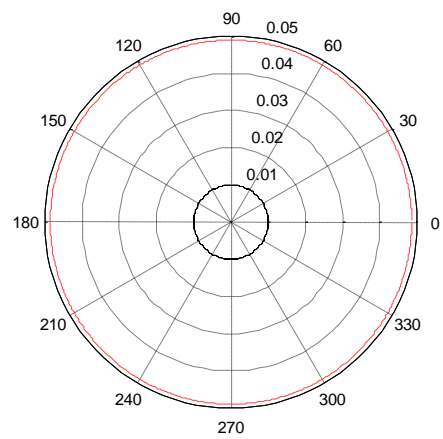
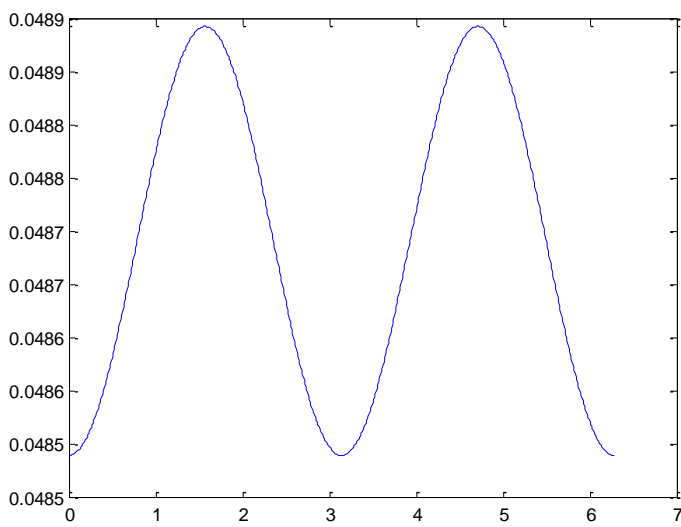
$I = \frac{\lambda}{4}$ الآن عندما



$$I = \frac{5\lambda}{2} \text{ الآن عند}$$



$$I = \frac{\lambda}{10} \text{ أما عند}$$



$$F(\theta) = I \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} \cos(kz) e^{jkz \cos \theta} dz \quad ,, \cos(kz) = \frac{e^{jkz} + e^{-jkz}}{2}$$

$$F(\theta) = I \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} \frac{e^{jkz} + e^{-jkz}}{2} e^{jkz \cos \theta} dz = I \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} \frac{e^{jkz(1+\cos \theta)} + e^{-jkz(1-\cos \theta)}}{2} dz$$

$$= \frac{I}{2jk} \left(\frac{e^{jk \frac{I}{2}(1+\cos \theta)}}{(1+\cos \theta)} - \frac{e^{-jk \frac{I}{2}(1-\cos \theta)}}{(1-\cos \theta)} - \frac{e^{-jk \frac{I}{2}(1+\cos \theta)}}{(1+\cos \theta)} + \frac{e^{jk \frac{I}{2}(1-\cos \theta)}}{(1-\cos \theta)} \right)$$

$$= \frac{I}{2jk} \left(\frac{e^{jk \frac{I}{2}(1-\cos \theta)} - e^{-jk \frac{I}{2}(1-\cos \theta)}}{(1-\cos \theta)} + \frac{e^{jk \frac{I}{2}(1+\cos \theta)} - e^{-jk \frac{I}{2}(1+\cos \theta)}}{(1+\cos \theta)} \right)$$

$$= \frac{I}{k} \left(\frac{\sin k \frac{I}{2}(1-\cos \theta)}{(1-\cos \theta)} + \frac{\sin k \frac{I}{2}(1+\cos \theta)}{(1+\cos \theta)} \right)$$

$$= \frac{I}{k} \left(\frac{\sin k \frac{I}{2}(1-\cos \theta) + \sin k \frac{I}{2}(1+\cos \theta) + \cos \theta \sin k \frac{I}{2}(1-\cos \theta) - \cos \theta \sin k \frac{I}{2}(1+\cos \theta)}{\sin^2 \theta} \right)$$

$$= \frac{I}{k} \left(\frac{\sin\left(k \frac{I}{2}\right) \cos\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right) - \cancel{\cos\left(k \frac{I}{2}\right) \sin\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right)}}{\sin^2 \theta} + \frac{\sin\left(k \frac{I}{2}\right) \cos\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right) + \cancel{\cos\left(k \frac{I}{2}\right) \sin\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right)}}{\sin^2 \theta} - \frac{\cos \theta \cos\left(k \frac{I}{2}\right) \sin\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right) + \cancel{\cos \theta \sin\left(k \frac{I}{2}\right) \cos\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right)}}{\sin^2 \theta} + \frac{-\cos \theta \cos\left(k \frac{I}{2}\right) \sin\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right) - \cancel{\cos \sin\left(k \frac{I}{2}\right) \cos\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right)}}{\sin^2 \theta} \right)$$

$$= \frac{2I}{k} \frac{\sin\left(k \frac{I}{2}\right) \cos\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right) - \cos \theta \cos\left(k \frac{I}{2}\right) \sin\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right)}{\sin^2 \theta}$$

$$F = \frac{2I}{k} \frac{\sin\left(k \frac{I}{2}\right) \cos\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right) - \cos \theta \cos\left(k \frac{I}{2}\right) \sin\left(k \frac{I}{2} \cos \theta\right)}{\sin^2 \theta}$$

$$k \frac{I}{2} = \pi L \quad \text{HERE } I = \frac{\lambda}{2} \text{ OR } L = 0.5 \quad \therefore k \frac{I}{2} = \frac{\pi}{2}$$

$$U(\theta) = \frac{\eta k^2}{32 \pi^2} \frac{4I^2}{k^2} \left| \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right) - \cos \theta \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \sin\left(\frac{\pi}{2} \cos \theta\right)}{\sin^2 \theta} \right|^2 \sin^2 \theta$$

$$= \frac{\eta k^2}{32\pi^2} \frac{4I^2}{k^2} \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin^2\theta}$$

$$U_{MAX} \left(\theta = \frac{\pi}{2}\right) = \frac{\eta k^2}{32\pi^2} \frac{4I^2}{k^2} \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\frac{\pi}{2}\right)}{\sin^2\frac{\pi}{2}} = \frac{\eta k^2}{32\pi^2} \frac{4I^2}{k^2}$$

$$g(\theta) = \frac{\frac{\eta k^2}{32\pi^2} \frac{4I^2}{k^2} \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin^2\theta}}{\frac{\eta k^2}{32\pi^2} \frac{4I^2}{k^2}} = \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin^2\theta}$$

$$\Delta\Omega = \int_0^\pi \int_0^{2\pi} g(\theta) \sin\theta d\theta d\phi = 2\pi \int_0^\pi \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta\right)}{\sin\theta} d\theta = 2\pi \sum_{i=0}^{N-1} \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\theta_i\right)}{\sin\theta_i} \Delta\theta = 2\pi \sum_{i=0}^{N-1} \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\frac{i\pi}{N}\right)}{\sin\frac{i\pi}{N}} \frac{\pi}{N} =$$

$$i = 0, 1, \dots, N - 1$$

$$= 2\pi \sum_{i=0}^{N-1} \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\frac{i\pi}{N}\right)}{\sin\frac{i\pi}{N}} \frac{\pi}{N} = \left(\frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos 0\right)}{\sin 0} \frac{\pi}{N} + \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\frac{1\pi}{N}\right)}{\sin\frac{1\pi}{N}} \frac{\pi}{N} + \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\frac{2\pi}{N}\right)}{\sin\frac{2\pi}{N}} \frac{\pi}{N} \dots \frac{\cos^2\left(\frac{\pi}{2}\cos\left(\pi - \frac{\pi}{N}\right)\right)}{\sin\left(\pi - \frac{\pi}{N}\right)} \frac{\pi}{N} \right)$$

ويمكن حسابها بواسطة برنامج صغير مكتوب بـ MAPLE8

```
>
Y:=sum((cos((Pi/2)*cos(w*Pi/200)))^2/(sin(w*Pi/200)+0.000001))*(Pi/200), w=0..1000);
```

```
Y:= 1.218819673
```

```
> DeltaOmega:=2*3.14159*Y;
```

```
DeltaOmega:= 7.658063393
```

اي ان

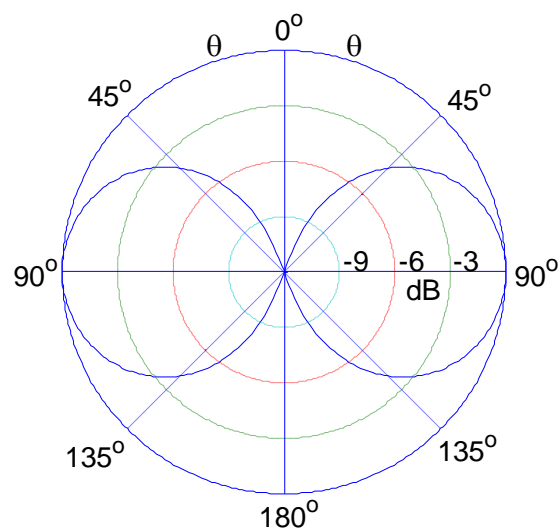
$$\Delta\Omega = 2\pi \sum_{i=0}^{N-1} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos \frac{i\pi}{N}\right)}{\sin \frac{i\pi}{N}} \frac{\pi}{N} = 7.658063393$$

$$D_{\max} = \frac{4\pi}{\Delta\Omega} = 1.64 = 2.15 \text{ dB}$$

$$P_{\text{rad}} = U_{\max} \Delta\Omega = \frac{\eta |I|^2}{8\pi^2} 7.6581 = \frac{1}{2} R_{\text{rad}} |I|^2$$

$$R_{\text{rad}} = \frac{7.6581 \eta}{4\pi^2} = 73.1 \Omega$$

أما شكل الإشعاع فيكون



$$F(\theta) = I \int_0^L e^{-jkz} e^{jkz \cos \theta} dz = I \int_0^L e^{-jkz(1-\cos \theta)} dz$$

$$= \hat{z} \frac{jI}{k} \left(\frac{e^{-jkL(1-\cos \theta)}}{(1-\cos \theta)} - \frac{1}{(1-\cos \theta)} \right) = -\hat{z} \frac{jI}{k} \left(\frac{1-e^{-jkL(1-\cos \theta)}}{(1-\cos \theta)} \right)$$

the transverse θ component is

$$F(\theta) = -\hat{z} F_z(\theta) \sin(\theta) =$$

$$= \frac{jI \sin(\theta)}{k} \left(\frac{1-e^{-j2\pi L(1-\cos \theta)}}{(1-\cos \theta)} \right) \equiv \frac{jI}{k} F(\theta)$$

where as before $L=I/\lambda$ and $kI=2\pi I/\lambda = 2\pi L$.

the radiation intensity, given by

$$U(\theta) = \frac{\eta |I|^2}{32\pi^2} |F(\theta)|^2 = \frac{\eta |I|^2}{8\pi^2} \left| \frac{\sin(\theta) \sin(\pi L(1-\cos \theta))}{(1-\cos \theta)} \right|^2$$

therefore, the normalized power gain will be:

$$g(\theta) = C_N \left| \frac{\sin(\theta) \sin(\pi L(1-\cos \theta))}{(1-\cos \theta)} \right|^2$$

ويمكن أعطى أثبات آخر لموجه الأشعة

كما يأتي

$$F(\theta) = I \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} e^{-jkz} e^{jkz \cos \theta} dz = I \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} e^{-jkz(1-\cos \theta)} dz$$

$$= \frac{jI}{k} \left(\frac{e^{-j \frac{kI}{2}(1-\cos\theta)}}{(1-\cos\theta)} - \frac{e^{j \frac{kI}{2}(1-\cos\theta)}}{(1-\cos\theta)} \right) = \frac{-jI}{k} \left(\frac{e^{j \frac{kI}{2}(1-\cos\theta)} - e^{-j \frac{kI}{2}(1-\cos\theta)}}{(1-\cos\theta)} \right)$$

$$= \frac{-jI}{k} \left(\frac{e^{jk \frac{I}{2}(1-\cos\theta)} - e^{-jk \frac{I}{2}(1-\cos\theta)}}{(1-\cos\theta)} \right) = \frac{-jI}{k(1-\cos\theta)} \left(2j \sin k \frac{I}{2}(1-\cos\theta) \right)$$

$$= \frac{2I}{k(1-\cos\theta)} \left(\sin k \frac{I}{2}(1-\cos\theta) \right) = \frac{2I \sin k \frac{I}{2}(1-\cos\theta)}{k(1-\cos\theta)}$$

$$F = \frac{4\pi L \sin \pi L(1-\cos\theta)}{k^2(1-\cos\theta)}$$

$$k \frac{I}{2} = \pi L$$

$$U(\theta) = \frac{\eta k^2 4I^2}{32\pi^2 k^2} \left| \frac{\sin \pi L(1-\cos\theta)}{(1-\cos\theta)} \right|^2 \sin^2 \theta$$

$$g(\theta) = C_N \left| \frac{\sin^2(\pi L(1-\cos\theta)) \sin^2 \theta}{(1-\cos\theta)^2} \right|$$

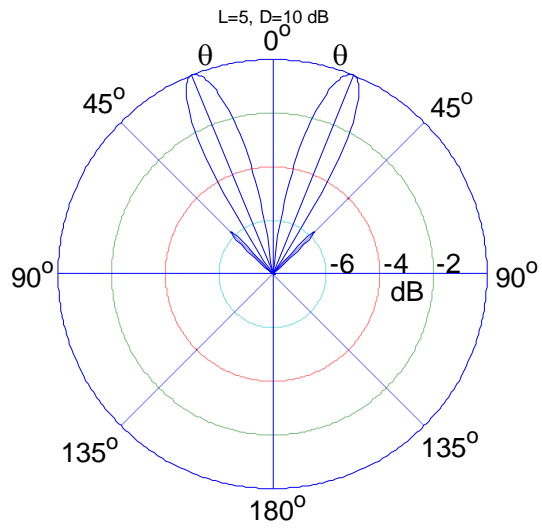
$$\theta_0 = \arccos \left(1 - \frac{0.371\lambda}{I} \right) = \arccos \left(1 - \frac{0.371}{L} \right)$$

العلاقة السابقة تستخدم في هذه الحالة لاحتساب الزاوية والتي كنا نجدها بواسطة الرسوم البياني

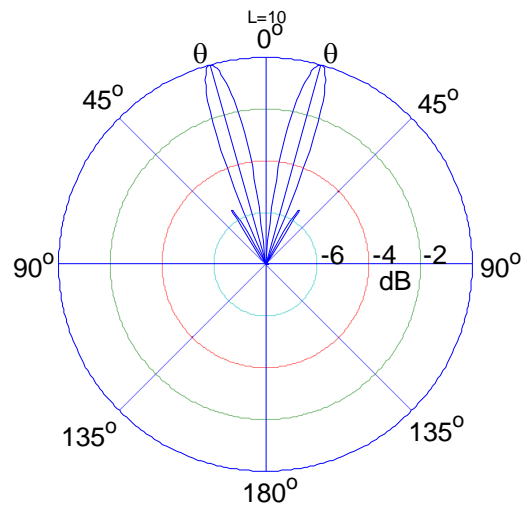
لكي نحسب الزاوية المجسمة وللحصول على الأشكال المختلفة سوف نستخدم البرنامج الآتي:-

من خلال البرنامج السابق نحصل على الرسومات الاتية

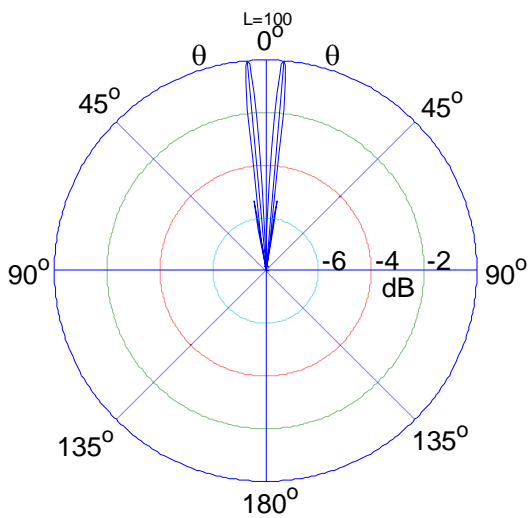
عندما يكون $L=5$



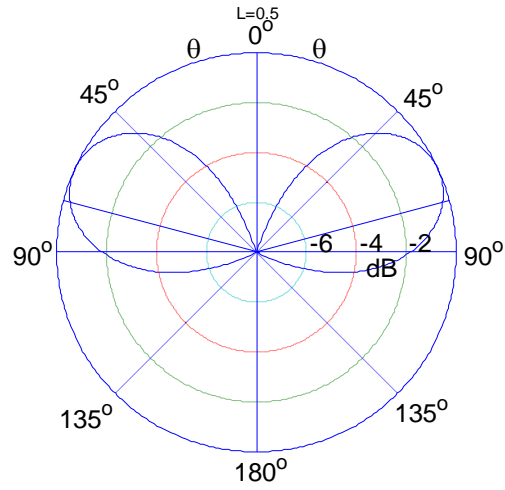
مما نلاحظ من الشكل $L=10$ والزاوية $\Theta_0 = 15.6558$



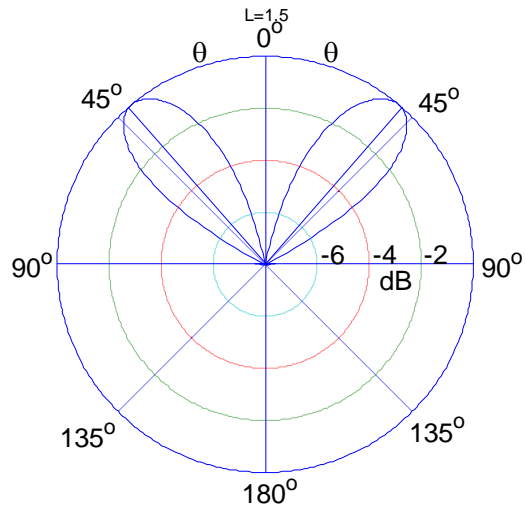
عندما $L=100$ والزاوية $\Theta_0 = 4.9370$



اما عندما $L=0.5$ تكون الزاوية $\Theta_0 = 75.0486$



اما عندما $L=1.5$ $\Theta_0 = 41.1781$



في هذه الحالة نجد كلما قلت L زادت الزاوية بين الهدبتين وزادت سعة القمم والعكس عند العكس

ملاحظة الزاوية التي بين الهدبتين ضعف الزاوية التي استعرضناها أعلى وكما درسنا من قبل الزاوية Θ_0 هي الزاوية عند أعلى قمة

ملف تحرير عرض المفضلة أدوات تطبيقات

35.00 + X Mail - moneerm2002@yahoo.com - Howbani Internet Clubs System

عنوان http://us.f344.mail.yahoo.com/ym/ShowLetter?MsgId=1247_6312912_434694_616_952_0_83166_2449_38713145266&lx=0&YY=47796&y5beta=yes&y5beta=yes&inc=25&or

Settings انتقال

Check Mail Compose

Previous | Next | Back to Messages

Delete Reply Forward Move...

This message is not flagged. [Flag Message - Mark as Unread]

Date: Tue, 17 Jul 2007 04:20:47 -0700 (PDT)

From: "moneer alsaamaoy" <moneerm2002@yahoo.com> Add to Address Book Add Mobile Alert

Subject: بحث في مجال الاتصالات

To: anas@tawilfah.net

Printable View

بسم الله الرحمن الرحيم
انا اسمي منير محسن من اليمن طالب بجامعة صنعاء كلية علوم قسم فيزياء
في البداية انا اشكره كثير على الكتيب الذي ترجمته

ITRAINONLINE MMTK
كرسة المترجم

وقد اعجبت بمحتواه فهو جميل وسهل وحيث ان اسرد بعض من اجزاه في مشروع بحث التفرج علما اتي سوف اذكر اسمك في البحث ضمن
الاجزاء التي سوف استخدمها لكني احتاج الى الاذن منك لو رغبت بذلك علما بان موعد تسليم البحث اصبح قريبا

اتمني ان ترد علي في اسرع وقت ممكن وسأكون ممن لتعاونك معي

منير محسن

Looking for a deal? Find great prices on flights and hotels with Yahoo! FareChase.

Internet

Hot celeb news & photos on omg!

Hot Web Finds Daily on THE 9

Watch Rihanna's Video: Umbrella

Watch Videos On Yahoo! Music

Search Shortcuts

My Photos

My Attachments

Hot celeb news & photos on omg!

Hot Web Finds Daily on THE 9

Watch Rihanna's Video: Umbrella

Watch Videos On Yahoo! Music

Internet

Microso (G) جويل Yahoo Yahoo Google Yahoo Yahoo Yahoo Yahoo Yahoo

5.00 + x mail - moneerm2002@yahoo.com - Howbani Internet Clubs System ملف تحرير عرض المفضلة أدوات تطبيقات

صفحة العنوان http://us.f344.mail.yahoo.com/ym/ShowLetter?MsgId=3467_6223485_1883142_1880_1206_0_83137_3135_1429567388&id=138&Y=25587&y5beta=yes&y5beta=yes&nc=...

Mail Mail Upgrades - Options

Check Mail Compose

Search Mail Search the Web

Call or Instant Message st2nh

Previous | Next | Back to Messages

Delete Reply Forward Spam Move...

This message is not flagged. [Flag Message - Mark as Unread]

Date: Mon, 16 Jul 2007 14:07:16 -0700 (PDT)

From: "nader omer" <st2nh@yahoo.com> Add to Address Book Add Mobile Alert
Yahoo! DomainKeys has confirmed that this message was sent by yahoo.com. Learn more

Subject: بحث في الاتصالات

To: "moneer alsamaoy" <moneerm2002@yahoo.com>

hella Moneer
ok for the photo u can use it
and welcome to amateur radio hobby
hope to hear u soon on the air
keep in touch
yous Dr. nader A oMER

moneer alsamaoy <moneerm2002@yahoo.com> wrote:

بسم الله الرحمن الرحيم
من متبر محسن الى دكتور تاجر عبد الحميد عظيم ورحمة الله وبركاته اما بعد
انا طالب فيزياء يعني ادرس بجامعة صنعاء لقد تخرجت هذه السنة لكن لا يزال معي بحث التخرج في مجال الهوائيات
وقد فرجت في اخر المظلات عندما بحثت باللغة العربية عن الهوائيات موثقم على الانترنت وكنت
من كتابك لعرضها في مشروع بحث التخرج
اتمنى ان ترد علي وساكون ممنن لك طما اتني سوف افكر اسمك في بحث التخرج
ولكم جزيل الشكر والتقدير

Search Shortcuts
My Photos
My Attachments
Need a new car? Find one
Discover Smash On Yahoo! Music
Sizzling Summer Movies Here!
Watch Videos On Yahoo! Music

Internet

09:57 ص

المراجع

فيما يخص الجزء الاول

الهندسة الكهرومغناطيسية د.اسر على زكي - د حسن الكمشوشي

الكتب عبر الانترنت

كتب الدكتور نادر عبد الحميد

منشورة كراسة المتدرب إعداد: ألبيرتو إسكوديرو ترجمة المهندس انس الطويلة

المصدر Link :- www.tawileh.net/anas

فيما يخص الجزء الثاني

Electromagnetic Waves & Antennas – S. J. Orfanidis – June 21, 2004

www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa

الفهرس

رقم الصفحة	الموضوع
3	المقدمة
الجزء الاول	
4	1- الموصفات المتبعة وتعريف الهوائي
4	2- ميزانية الوصلة اللاسلكية
8	3- أنواع الهوائيات
16	4- استقطاب الهوائيات
19	5- عزل الهوائيات
22	6- الأسلاك المحورية
28	7- صور مختارة
الجزء الثاني	
31	8- دراسة الهوائي الافتراضي
70	9- الرسائل ملحق

وفي الختام لا يسعنا إلا أن نشكر كل من تعاون معنا في هذا البحث

كان هذا البحث دراسة أولية ليتسنى للآخرين الاستفادة منه وتطويره وتصحيح ما سهونا عنه مع العلم أننا سوف نعمل جاهدين في مواصلة المشوار وتطويره وتقييمه وتصحيح الأخطاء العلمية أو الرياضية أن وجدت وسوف ننشر كل جديد على المدونه .

• للراغبين بالتواصل معي وتبادل المعلومات يرجى مراسلتي على البريد الإلكتروني الاتي
Muneerm2011@gmail.com

• المدونة newtheorym.blogspot.com/2016/12/blog-post.html

Email :- moneerm2002@yahoo.com