الباب الرابع

تصميم الشبكة اللاسلكية

الفصل الثالث

اتصالات الميكروويف

تصميم وصلات لموجات المايكروويف
Microwave radio link design

الاتصال عن طريق موجات المايكروويف *Microwave communications* :-

موجات المايكروويف هي جزء من الاشعة الكهرومغناطيسية التي تتراوح ترددات موجاتها بين 3 الي 30 GHZ وذات طول موجي يقاس بالسنتمتر في المدى من 0.3 إلى 30سنتمتر.

تستخدم موجات الميكروويف في مجال الاتصالات اللاسلكية من نقطة لنقطة بسبب صغر طول الموجة بحيث تسمح للهوائيات أن توجه أشعتها في حزمة ضيقة و التي يمكن أن تشيرمباشرة الي هوائي الاستقبال و هذا يسمح بوضع أجهزة الارسال و الاستقبال قريبة من بعضها بدون تداخل في الترددات و ميزة اخرى لأشعة المايكروويف أن لها ترددات عالية جدا تسمح بنقل كميات كبيرة من المعلومات بسرعات عالية ولكنها لا تستطيع الانتقال الا في خطوط مستقيمة ولهذا تقتصر موجات المايكروويف علي الانتشار في خط الرؤية (Line Of Sight communications) فلا نستطيع تمريرها حول التلال أو الجبال مثل موجاتالراديو.

لنبدأ في كيفية تصميم وصلة الميكروويف لابد لنا من معرفة بعض المصطلحات التي سوف نستخدمها.

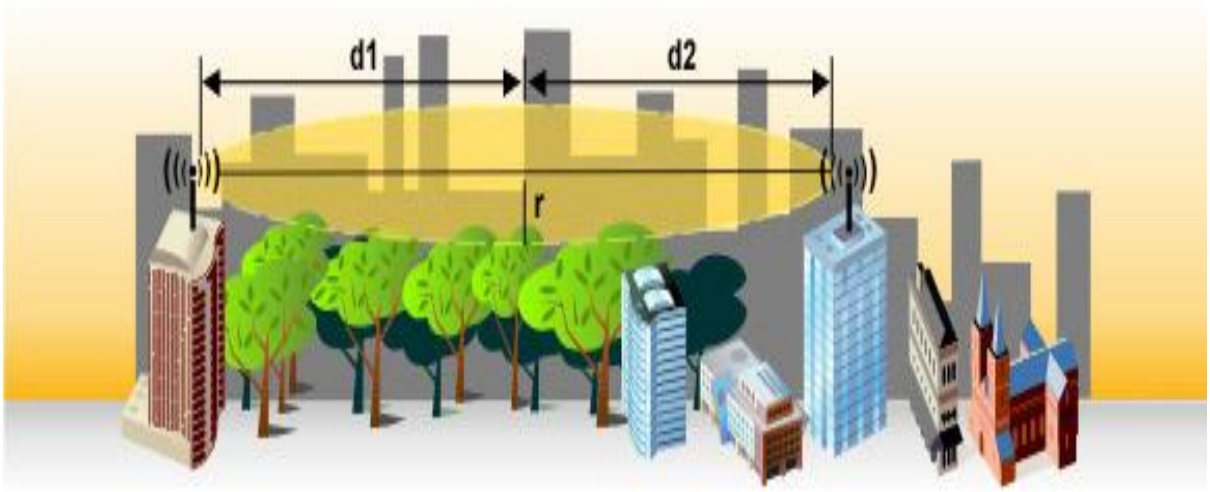
تعريف المصطلحات:

- **فقد الفضاء الحر *Free Space Loss (FSL)***

عندما تنتشر الاشارات بعيدا عن مصدرالطاقة ,تتوزع الطاقة علي مساحات كبيرة و تضعف قوة الاشارة , فقدان الفضاء الحر (FSL) هو المقدار الذي تضعف به الاشارة عند مسافة محددة و يقاس ب الdB.

- **انحناء سطح الأرض *Earth budge***
فالأرض كروية و لهذا عندما تبعد المسافة بين المرسل والمستقبل فإن الإشارة تعاق بواسطة انحناء الأرض.

- **منطقة فرينل Fresenel zone**
اشارة الأجهزة الاسلكية تنتشر كخط مستقيم اذا كانت المسافة بين المرسل و المستقبل مسافة قصيرة و لكنها تنتشر في المسافات البعيدة بشكل بيضاوي مفلطح من المنتصف حيث تنتطلق الإشارة ذات حزمة ضيقة ثم تبدا ف التفلطح في الجو ثم تنقبض مرة اخري عند المستقبل تبث لإشارة للهوائيات و تسمي المنطقة التي تتفلطح فيها الإشارة بـ Fresnel Zones



$$r = 72.1\sqrt{\frac{d1 \times d2}{freq \times total\ dist.}}$$

r هو نصف قطر Fresenel zone
f هو تردد الارسال

- **مستوي الاشارة المتلقاه *Received Signal Level***
هو مستوي الاشارة التي يستقبلها الهوائى الخاص بجهاز الاستقبال من مصدر بعيد و تقاس ب negative dBm.

- **حساسية جهاز الاستقبال*Receiver Sensitivity***
هي أقل قيمة للاشارة التى يستقبلها جهاز الاستقبال بحيث تسمح بفك شفرة و استرجاع الاشارة بدون خطأ و تقاس ب negative dBm.

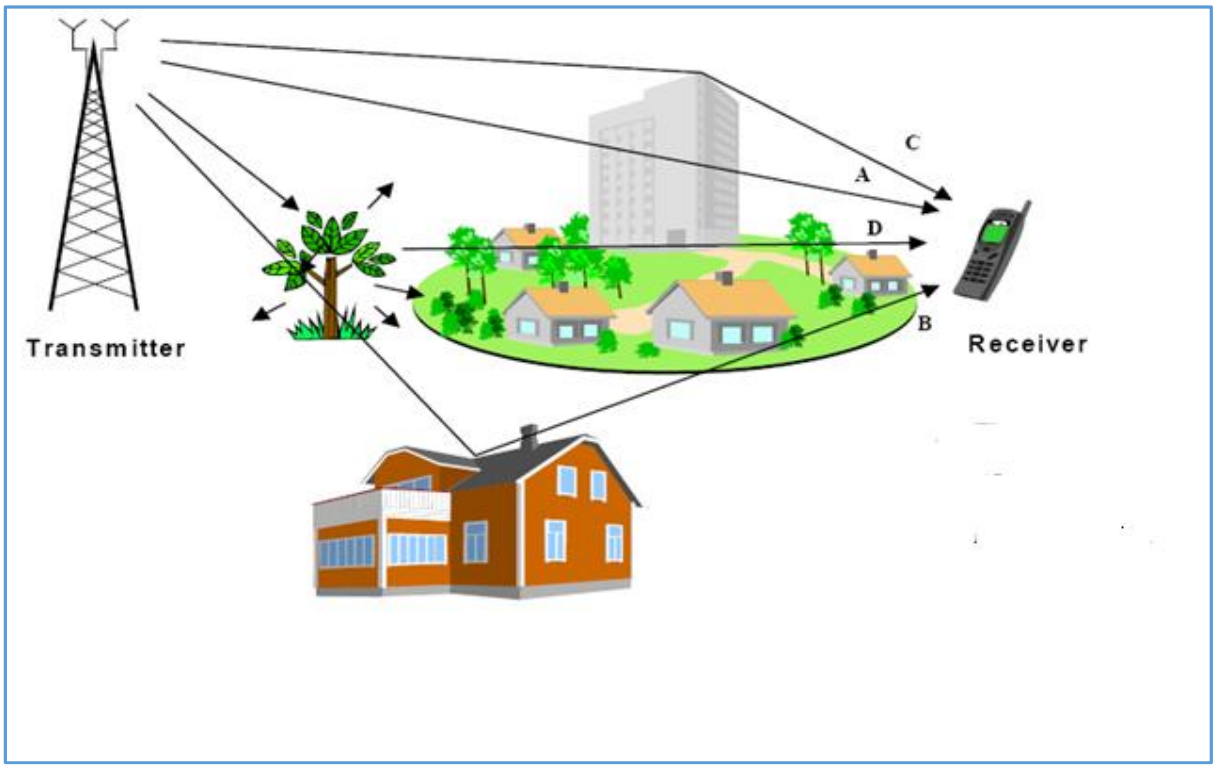
- **ربح الهوائي *Anttena gain***
هو نسبة الأشعة الكهرومغناطيسية التي يوجهها الهوائى فى اتجاه معين بالنسبة للمجموع الكلي للأشعة المرسلة.

- **الطاقة المرسلة *Transmit power***
هى كمية الطاقة الكهرومغناطيسية التي يبثها جهاز الارسال وتقاس بال dBm و هذه القيمة لا تتضمن مقدار فقد الطاقة في الكابل أو كسب الهوائى.

- **القدرة الفعّالة** *Effective Isotropic Radiated Power*
هي القيمة الفعلية للطاقة التي يبثها الهوائى ,و هي تساوي مجموع الطاقة المرسلة و كسب الهوائى و تتضمن أيضا مقدار الفقد في الطاقة في الكلبل الذي يوصل جهاز الارسال بالهوائى.

- **هامش نظام التشغيل *System Operating Margin***
هو قيمة الفرق بين مستوي الاشارة المتلقاه و مستوي الاشارة المطلوب لاستقبال وفك شفرة الاشارة بدون أخطاء , بمعني أخر هو الفرق بين مستوي الاشارة المتلقاه و حساسية جهاز الاستقبال .

- **تداخل المسارات *Multipath Interference***
تحدث انعكاسات للاشارة نتيجة لاصطدامها بالعوائق و بذلك تصل الاشارة من أكثر من مسار فتصل أولا من المسار المباشرثم تليها المسارات المنعكسة واحدا بعد الأخر علي حسب المسافات المختلفة التى تقطعها كل اشارة.



- **نسبة الإشارة الى التشويشSignal-to-Noise Ratio**

$$\mathrm{SNR} = \frac{P_{\mathrm{signal}}}{P_{\mathrm{noise}}},$$

خطوات تصميم وصلة الميكروويف :-

1.تحديد شكل المسار

هو رسم توضيحى للمسار للموجات بين طرفي الوصلة .يحدد شكل المسار موقع وارتفاع الهوائى للمرسل و المستقبل , ويحرص علي عدم وجود عوائق في طريق الموجات الكهرومغناطيسية (وجود خط الرؤية LOS)

2.حساب فقدان الفضاء الحر (FSL)

FSL=32.44+20 logF+20 logD

F :التردد ب MHZ

D:المسافة بين طرفي الوصلة , تقاس بKm

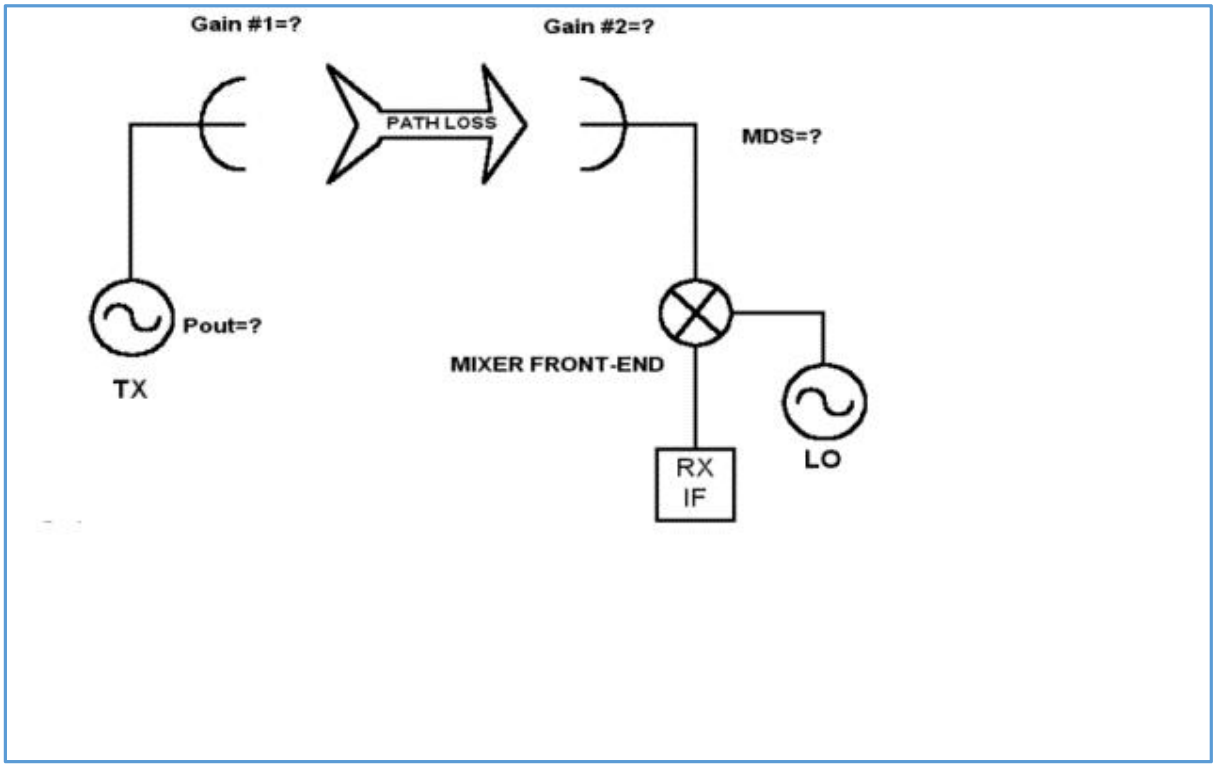
3.تحليل ميزانية الوصلة Calculate link budget

المقصود هنا بميزانية الوصلة هو حساب جميع قيم

الاشارة بدءا من جهاز الارسال حتى جهاز

الاستقبالوفي الأسلاك و في جميع المراحل اللاسلكية

عن طريق المصطلحات السابق شرحها.



وللتأكد من أن الوصلة يمكن تنفيذها لابد ان يكون :

مستوي الاشارة المتلقاه >= حساسية جهاز الاستقبال

4.حساب هامش ميزانية الوصلة اللاسلكية

Link Budget Margin Calculation

هامش الوصلة هو مقياس للوقت الذى يمكن أن تعمل فبه الوصلة , فكلما يزيد هامش الوصلة يزيد الوقت الذى تعمل به الوصلة .

يمكن تلخيص هامش ميزانية الوصلة اللاسلكية بما يلي:

الهامش = قدرة الإرسال [dBm] – خسارة الأسلاك في جهة الإرسال [dBm] + ربح الهوائي في جهة الإرسال [dBi] – خسارة مسار الفضاء الطلق [dB] + ربح الهوائي في جهة الإستقبال [dBi] – خسارة الأسلاك في جهة الإستقبال [dBm] – حساسية جهاز الإستقبال [dBm]

حلول الشبكة اللاسلكية و الميكروويف

الشبكة اللاسلكية :

لا حاجة لدفع رسوم باهظة الثمن للخطوط السلكية المؤجرة بين المباني، أو تحمل السرعات البطيئة للخطوط السلكية المؤجرة. تلقي سرعات جيدة مع الحد الأدنى من تكاليف التشغيل و أضمن أن شبكتك ليست هي أبطأ خط في أداء شركتك!

شبكة لاسلكية من نقطة إلى نقطة :

خطوط الشبكات اللاسلكية نقطة إلى نقطة تربط موقعين معا من خلال line of sight (LOS)، التي تعمل في الترددات الإذاعية غير المرخصة / المرخصة أو من خلال مساحة ضوئية حرة مع السرعات المتاحة بين 100 Mbpsوإلى 10.Gbps

التطبيقات النموذجية لنقطة إلي نقطة هي:

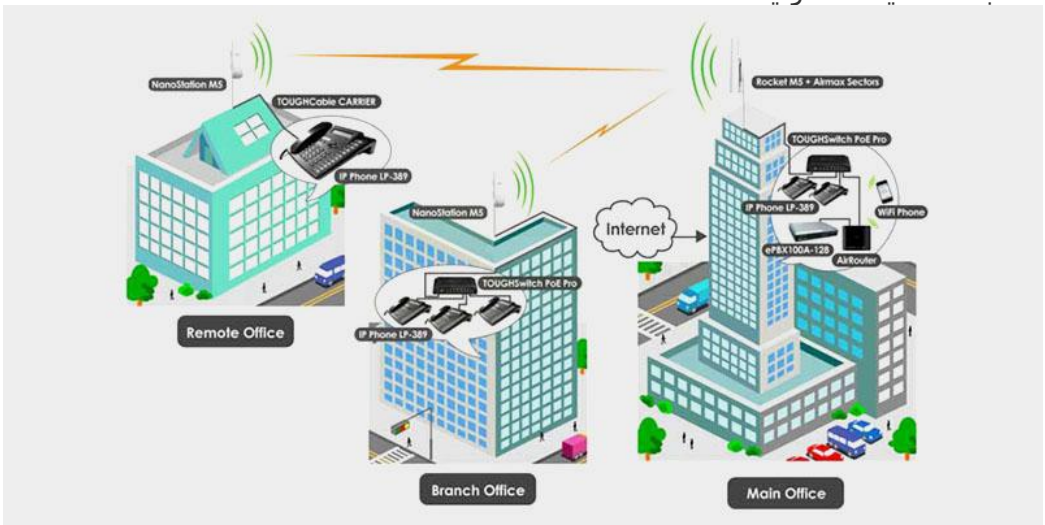
- ربط الأبنية ببعضها
- استبدال الخطوط السلكية المؤجرة
- استبدال خط الألياف الضوئية

شبكة لاسلكية نقطة إلى عدة نقاط :

خطوط الشبكات اللاسلكية من نقطة إلي نقاط متعددة، تستخدم أيضا للهوتسبوت الخارجية، ربط مواقع متعددة بنقاط وصول مركزية من خلال .Line of sight يمكن أن تعمل في نطاقات الترددات غير المرخصة والمرخص لها على حد سواء. الشبكات اللاسلكية لنقطة إلى نقاط متعددة يمكن أن تكون بديل فعال عالي التكلفة للخطوط السلكية المؤجرة.

التطبيقات النموذجية لنقطة إلي نقاط متعددة هي:

- ربط بنايات متعددة ببعضها البعض
- حلول الدوائر التلفزيونية المغلقة
- استبدال الخطوط السلكية المؤجرة
- استبدال الألياف الضوئية



شبكة الميكروويف عالية القدرة :

الاتصالات المركزية هي المزود الرائد لحلول الباكهاول ميكروويف عالية القدرة. نحن نقدم حلول لاسلكية من نقطة إلي نقطة من الشركات المصنعة المتعددة للسماح للأفراد، والحكومة، ومشغلي شبكات المشاريع للتأثير بفاعلية علي تكلفة توصيل البيانات والصوت وخدمات الفيديو. وتتراوح الخيارات من 220 ميغاهيرتز إلى 40 غيغاهرتز الطيف، مرخصة وغير مرخصة، لتوفر لك الأداء والمرونة التي تتطلبها شبكات اليوم. . سوف تكون قادر على إدارة أفضل للطلب على إنتاجية الباكهاول ميكروويف، وهذه الخدمة توفر أيضا:

- مصروفات تشغيل أقل
- تعزيز الإنتاجية والكفاءة
- أقصى حد سرعة نقل البيانات