



المدخل إلى

شبكات الاتصالات اللاسلكية وتطوراتها

تأليف

د. سلمان بن علي بن وهف القحطاني

قسم هندسة الحاسب - كلية علوم الحاسب والمعلومات

جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية



ح) جامعة الملك سعود، ١٤٣٤هـ (٢٠١٣م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

القحطاني، سلمان بن علي بن وهف

المدخل إلى شبكات الاتصالات اللاسلكية وتطوراتها. / سلمان بن علي بن

وهف القحطاني. - الرياض، ١٤٣٤هـ

٤٠٧ ص؛ ١٧×٢٤ سم

ردمك: ٨-١٦٢-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

١- الاتصالات السلكية واللاسلكية

أ. العنوان

١٤٣٤/٧٧٥٩

ديوي ٣٨، ٦٢١

رقم الإيداع: ١٤٣٤/٧٧٥٩

ردمك: ٨-١٦٢-٥٠٧-٦٠٣-٩٧٨

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره في اجتماعه

الرابع عشر للعام الدراسي ١٤٣٣هـ / ١٤٣٤هـ المعقود بتاريخ ١٤/٤/١٤٣٤هـ

الموافق ٢٤/٢/٢٠١٣م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٣٤هـ



مقدمة

بسم الله والصلاة والسلام على رسول الله ﷺ وبعد.

تعد عملية تبادل المعلومات بين البشرية من متطلبات الحياة البشرية والتي تُؤثّر فيها تأثيراً مباشراً. وتبادل المعلومات بين الأطراف يقتضي بالضرورة آلية للتعبير عن هذه المعلومة سواء كان ذلك شفهيّاً أو كتابياً أو بأي صورة أخرى، كما يقتضي تبادل المعلومة إلى آليّة أو وسيلة لنقلها وإيصالها من المصدر إلى المتلقي. وعلى مر التاريخ، استغل الإنسان نمو معرفته بالبيئة المحيطة واكتشافه لقوانين الطبيعة المختلفة في تطوير تحرير المعلومات وحفظها وتطوير وسائل الاتصال اللازمة لنقلها وتبادلها.

واستمر الوضع في بحث مستمر حتى جاءت مرحلة اكتشاف ظواهر الكهرباء والمغناطيسية لتمكّن البشرية من نقل المعلومات بين بقاع الأرض بسرعة وفعالية. وبهذا الاكتشاف بدأت الاتصالات عصراً جديداً شهد تطورات هائلة وبتسارعة غيرت وجه العالم. وفي وقتنا الحاضر، ومع توفر التقنيات والأجهزة الحديثة بدأنا نلاحظ التطور السريع والمهول لتقنيات الإرسال والاتصال وتنوع تبادل المعلومات

حتى أننا نكاد نسمع بشكل يومي عن اختراع أو أكثر في هذا المجال. ومع ذلك لازال العلماء مستمرين في التطوير وكأنهم يعلمون أنهم لم يؤتوا من العلم إلا قليلا.

ولا يمكن لأحد أن ينكر دور الاتصالات وأهميتها في وحدة الشعوب فقد لعبت الاتصالات السلكية وغير السلكية مع مطلع هذا القرن " القرن الواحد والعشرين" دورا بارزا في السلم والحرب. كما قامت بربط المجتمعات الإنسانية بعضها ببعض وتوثيق عرى التواصل الثقافي والتبادل التجاري بين الشعوب . ولنا أن نتصور ما للاتصالات من تأثير قوي في اختصار الوقت وتقصير المسافات مما جعل العالم اليوم وببساطة في متناول يد الإنسان. وما تقنيات شبكات الاتصالات الرقمية الحديثة سواء كانت شبكات الاتصالات المتنقلة الحديثة من الأجيال الثالثة أو الرابعة وما بعدها وشبكات الواي ماكس وشبكات الأقمار الاصطناعية وشبكات محطات المنصات العالية وشبكات النقل الذكية وتقنيات البلوتوث والواي فاي والأجهزة الرقمية الحديثة وغيرها الكثير ما هي إلا الوجه الجديد لتقنية الاتصالات اللاسلكية وغيرها حيث عرفها الإنسان ابتداءً من مطلع القرن العشرين.

ولم يعد يخفى على أحد الدور المهم الذي أصبحت تشكله تقنية الاتصالات في وقتنا الحاضر بسبب التطور الهائل والسريع والمتلاحق لنظم الاتصالات اللاسلكية بشتى أنواعها والحاجة الماسة إليها وما أدى إليه ذلك من التفاعل السريع والإيجابي من المؤسسات الرسمية والأكاديمية للاستفادة من هذا التطور وتوظيفه في المجالات المختلفة خاصة في مجال الأمن والتعليم والاقتصاد والسياسات الخارجية للدول.

ولأهمية وجود كتاب شامل باللغة العربية يحوي بين دفتيه على أغلب ما يحتاجه كل من يريد التعرف على أساسيات شبكات الاتصالات اللاسلكية الحديثة وتقنياتها

المختلفة من متخصصين في مجال الاتصالات وغيرهم من المستخدمين لها، رأيت تأليف هذا الكتاب وحاولت فيه عرض تلك المعلومات بلغة عربية مبسطة مركّزاً على المفاهيم والأسس دون الدخول في التفاصيل الفنية. وقد جعلت هذا الكتاب في ثمان فصول جاءت على النحو التالي:

الفصل الأول: مدخل إلى نظم الاتصالات، ويعطي صورة عامة لنظم الاتصال تتضمن المفاهيم الأساسية لنظرية الاتصال بطريقة مبسطة تساعد القارئ على استيعاب الموضوع وفهم ما سيتم عرضه في الفصول اللاحقة من هذا الكتاب.

الفصل الثاني: الهوائيات وانتشار الموجات، ويشمل شرح مفهوم الموجات وكيفية انتشارها في الفضاء الحر واستعراض الهوائيات وخصائصها كوسيلة لالتقاط أو إشعاع الموجات.

الفصل الثالث: تعريف الشبكات والاتصالات؛ وذلك لمعرفة الفرق بين مفهوم الاتصالات والشبكات في وقتنا الحاضر، وهل الاتصالات هي الشبكات أم الشبكات هي الاتصالات، وكيف تم اندماج هذين المفهومين ليصبحا مفهوماً واحداً، وكيف تصنف أنظمة الاتصالات والشبكات، وما هي تصنيفات شبكات الاتصالات الحديثة؟ وأخيراً مدخلاً مبسطاً لمفهوم شبكات الاتصالات اللاسلكية.

الفصل الرابع: شبكات اتصالات الأقمار الاصطناعية، ويركز هذا الفصل على شبكات الأقمار الاصطناعية كأحد أنواع شبكات الاتصالات اللاسلكية، حيث يتضمن شرح أساسيات الأقمار الاصطناعية ومن ثم التطرق إلى مكوناتها الأساسية وطريقة عملها مع التركيز على الأقمار الاصطناعية المستخدمة في مجال الاتصالات. وكأهم التطوّرات في نظم اتصالات الأقمار الاصطناعية، يتم استعراض نظام اتصالات

الطرفيات ذات الهوائي الصغير المساحة جداً (VSAT-Very Small Aperture Terminal) كأحد أهم تطبيقات اتصالات الأقمار الاصطناعية.

الفصل الخامس: شبكات الاتصالات اللاسلكية الأرضية، ويتضمن هذا الفصل عرض أهم تقنيات أنظمة شبكات الاتصالات اللاسلكية الأرضية كأحد أهم أفرع شبكات الاتصالات اللاسلكية الحديثة واستخداماتها كمنظومة مكاملة للاتصالات السلكية خاصة مع وجود الحاجة الماسة إلى التنقل والحرية في الحركة أثناء إجراء الاتصال واكمال تحقق اندماج مفهومي نظم الاتصالات وشبكات البيانات لتصبح مفهوماً واحداً متوافقاً مع بعضه البعض.

الفصل السادس: اتصالات الراديو اللاسلكية ثنائية الاتجاه، ويتضمن استعراض مفهوم الاتصالات الراديوية ثنائية الاتجاه وأنواعها ومميزاتها وأماكن انتشارها واستخداماتها المختلفة. ومن ثم تسليط الضوء على واحدة من أهم تلك الاتصالات الراديوية الرقمية الحديثة وهي ما تسمى بالاتصالات الراديوية الأرضية ذات القنوات المجمعّة وتعرف باسم مصطلح "نيترا" والتي تعدُّ من أكثر أنواع الاتصالات الراديوية الرقمية استخداماً حول العالم في مجال السلامة العامة والطوارئ والأمن وغيرها. وسيتم التطرق لمكوناتها وخصائصها ومجالات استخدامها والتطبيقات التي تقدمها وكيفية توافقها مع أنظمة الاتصالات الراديوية الأخرى.

الفصل السابع: شبكات اتصالات الجيل الرابع وما بعده، ويتضمن عرض مسار تطوُّر جميع نظم شبكات الاتصالات بما فيها جميع ما تم شرحه في الفصول السابقة وذلك في ضوء الثورة الهائلة لتقنيات الاتصالات الحديثة مع ذكر آخر التطوُّرات في هذا المجال واتجاهاته. ولمعرفة كيفية توافق جميع خدمات وتقنيات

الاتصالات لتعمل كشبكة واحدة بغض النظر عن نوع التقنية، سيتم عرض خارطة طريق توضح المسار الزمني لتطور جميع أنظمة شبكات الاتصالات اللاسلكية والسلكية للوصول لمرحلة التوافق والتناغم وهي متطلبات ما يسمى بالجيل الرابع وما بعده لشبكات الاتصالات الحديثة. يلي ذلك شرح عام للخصائص والمميزات والإمكانات التي ستوفرها أنظمة الجيل الرابع من الاتصالات اللاسلكية بشكل عام. ثم عرض للملامح الرئيسة للجيل الخامس مع التطرق لبعض تقنيات الشبكات اللاسلكية الحديثة مثل محطات المنصات العالية وشبكات النقل الذكية.

الفصل الثامن: الاتحاد الدولي للاتصالات، يقدم هذا الفصل استعراض للهيئات الدولية التي تعنى بالإشراف على تنظيم وتطوير هذه التقنيات وفق معايير ومقاييس موحدة يتم من خلالها ضمان تحقيق اندماج وتقارب جميع الأنظمة مع بعضها ببعض ومتابعة تطبيق المعاهدات الدولية واللوائح والمعايير القياسية التي تحكم الاتصالات اللاسلكية. وفي هذا الجانب سيتم إعطاء لمحة تاريخية عن الاتحاد الدولي للاتصالات مع ذكر قطاعاته وأهدافه ومهامه. يلي ذلك ذكر دور هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات السعودية وكيف تقوم بتفعيل نشر خدمات الاتصالات والإشراف على توزيع تراخيص تقديم خدماتها.

والحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات.

المحتويات

مقدمة هـ

الفصل الأول: مدخل إلى نظم شبكات الاتصالات

Introduction to Network Communication Systems

لمحة تاريخية	١
مكونات أنظمة شبكات الاتصالات	١٤
تصنيف إشارات البيانات	١٨
تضمين وترميز البيانات	٢٢
الأنظمة الرقمية والتماثلية	٦٣
طرق النفاذ المتعدد لإرسال إشارات متعددة	٦٧
أنماط اتجاهات تراسل البيانات	٧٩

الفصل الثاني: الهوائيات وانتشار الموجات

Antennas & Wave Propagation

٨٣	..... مفهوم الموجة وأنواعها
٩١	..... الموجات الكهرومغناطيسية وطرق انتشارها
١١٦	..... الطيف الكهرومغناطيسي
١٢٦	..... الهوائيات

الفصل الثالث: التعريف بشبكات الاتصالات

Definition of Communication Networks

١٥٥	..... تعريف شبكات الاتصالات
١٥٩	..... تصنيفات شبكات الاتصالات
١٧٤	..... نظرة على شبكات الاتصالات اللاسلكية

الفصل الرابع: شبكات الأقمار الاصطناعية

Satellites Communication Networks

١٨١	..... مقدمة
١٨٤	..... أساسيات الأقمار الاصطناعية
٢٠٧	..... منظومة شبكات اتصالات الأقمار الاصطناعية
٢١٧	..... شبكات الطرفيات ذات الهوائي الصغير المساحة

الفصل الخامس: شبكات الاتصالات اللاسلكية الأرضية

Terrestrial Wireless Communications Networks

- ٢٢٩..... شبكات الاتصالات اللاسلكية الأرضية
- ٢٣٨..... شبكات الاتصالات الخلوية المتنقلة
- ٢٦٠..... شبكات البيانات اللاسلكية الثابتة

الفصل السادس: اتصالات الراديو ثنائية الاتجاه

Two Way Radio Communications

- ٢٨٨..... التعريف باتصالات الراديو ثنائية الاتجاه
- ٢٩٠..... أساسيات اتصالات الراديو ثنائية الاتجاه
- ٣٠٠..... أنظمة اتصالات – "تيترا" (TETRA)

الفصل السابع: الجيل الرابع وما بعده لشبكات الاتصالات اللاسلكية

Fourth Generation & Beyond Wireless Communication Systems

- ٣٢٦..... خصائص أنظمة الجيل الرابع للاتصالات اللاسلكية
- ٣٣١..... اتجاه التطورات الحديثة لأنظمة الاتصالات
- ٣٣٧..... خارطة طريق تطور شبكات الاتصالات نحو الجيل الخامس
- ٣٤٢..... أنظمة محطات المنصات العالية
- ٣٥٠..... المفاهيم الأساسية لأنظمة النقل الذكية

الفصل الثامن: الهيئات المنظمة لتطوير وتشغيل أنظمة الاتصالات

الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU).....	٣٥٥
هيئة الاتصالات وتقنية المعلومات السعودية	٣٧٦
المراجع	٣٩١
مسرد المختصرات	٣٩٥
كشاف الموضوعات	٤٠٥