مُقدمة في شبكات الاتصالات:
البنية والتخطيط والإدارة والأمن

أ د / سعد علي الحاج بكري

د / عبد المحسن عبد الرحمن الهريش

جامعة الملك سعود

مُقدمة في الشبكات: *البنية والتخطيط والإدارة والأمن*

المُلخص

يُعطي هذا الكتاب مُقدمة عامة في شبكات الاتصالات. ولا تقتصر هذه المقدمة على "بنية الشبكات" كما هو معتاد في غالبية الكتب، بل تشمل أيضاً "التخطيط لها وإدارتها وأمنها". يبدأ الكتاب باستعراض تطور الشبكات وفوائدها وآفاقها المستقبلية؛ ويُقدم المفاهيم العلمية للاتصالات والأسس الفنية للشبكات كمعارف أولية تُمهد لموضوعاته الرئيسة. ويُركز الكتاب بعد ذلك على موضوع "بنية الشبكات"، ويتحدث عن شبكات تبديل الدوائر، وشبكات التخزين والإرسال، والشبكات المحلية، إضافة إلى التوصيل بين الشبكات. ثُم ينتقل الكتاب إلى موضوع "التخطيط للشبكات" ليطرح مناهج التخطيط للشبكات، ويُبين أساليب دراسة الطلب على الشبكات، ويتطرق إلى مسألة استبدال تقنيات الشبكات وتحديثها. وفي معالجته لموضوع "إدارة الشبكات وأمنها" يستعرض الكتاب مفاهيم إدارة الشبكات، ومتطلبات توصيفها ووثائقها؛ ويُبين وظائف هذه الإدارة، ويُقدم الأنظمة الفنية المُرتبطة بها؛ ويتطرق إلى التوصيات المُعتمدة لإدارة أمن المعلومات وشبكاتها، والمبادئ الرئيسة لما بات يُعرف بحُكم تقنيات المعلومات. ويأمل الكتاب أن يكون عوناً ليس للمتخصصين فقط، بل للمهتمين أيضاً في موضوعات وشبكات الاتصالات، وأثرها في مُختلف مجالات الحياة.

Introduction to Networks:
Architecture, Planning, Management & Security

Summary

This book provides a general introduction to networks. It does not only consider "network architecture", but it also addresses "network planning, management and security". It starts by providing the basic principles of communications and the essential concepts of networks. It emphasizes "network architecture" and addresses circuit switching networks, store and forward networks, local area networks and inter-networking. "Network planning" is then explained by presenting planning methods, discussing demands placed on networks, and dealing with the problem of network technology replacement. In considering network management and security", the book gives the principles of network management, and addresses network specifications and documentation, network management functions and systems, in addition to considering information security management standards and IT governance recommendations. The book hopes to help both: those specialized in various network issues, and those concerned with using these networks.

تمهيد Preface

كما المياه والغذاء والملبس والمسكن، وكما الطاقة والكهرباء والتنقل في رحاب المعمورة، باتت الاتصالات اليوم ضرورة للجميع، لا يستغني عنها أحداً، في حله أو في ترحاله. بل إن القضية أكثر من ذلك، لأن علوم الاتصالات وشبكاتها تتقدم كل يوم في أساليبها، وفي ذكائها المدعم بالحاسوب والبرمجيات، وفي تطبيقاتها الكثيرة، ما يعزز عوامل الضرورة ويوسع دائرتها. فشبكات الاتصالات هي البنية الأساس للهاتف الثابت، والهاتف الجوال، والإنترنت، والإعلام المسموع والمرئي، والحكومة الإلكترونية، والتجارة الإلكترونية، والمدن الذكية، وتطبيقات أخرى قادمة، ربما تفوق كل التوقعات، كما حدث في العقدين الأخيرين.

على أساس ما سبق، فإن دراسة شبكات الاتصالات باتت ضرورة، ليس فقط للعاملين في حقول تقنيات المعلومات، أو للمتخصصين في الموضوعات العلمية، بل للإداريين في المؤسسات المختلفة التي تعتمد في عملها على استخدام الشبكات وتطبيقاتها، وللراغبين في استخدام هذه الشبكات بكفاءة وفاعلية أيضاً. ومن منطلق مُلاحظة هذه الحاجة، ومن حقيقة عدم وجود كتب باللغة العربية، تُغطي الجوانب المختلفة للشبكات، جاءت فكرة هذا الكتاب.

والكتاب ليس كتاباً تخصصياً جامعياً، كما أنه ليس كتاباً يطرح العموميات دون أن يدخل في التفاصيل، بل هو كتاب يسعى إلى تبسيط المعرفة التخصصية والوصول بها إلى المهتمين باستخدام الشبكات والاستفادة منها، الذين يتمتعون بأساس جامعي يعطيهم القاعدة المعرفية اللازمة لذلك. والكتاب في هذا الإطار ليس وصفياً

فقط، بل يشمل علاقات رياضية مفيدة وبسيطة تُساعد المهتمين على إجراء الحسابات الأساسية في حقل الشبكات. وهو بذلك يُساعد، حتى المهندسين المتخصصين في بعض القضايا الأساسية. ولعله يصلح للقراءة الشخصية، أو ربما كمادة علمية لدورة تستغرق أسبوعاً واحداً.

يُعطي الكتاب "مُقدمة في شبكات الاتصالات"؛ ولا تقتصر هذه المقدمة على "بنية الشبكات" كما هو معتاد في غالبية الكتب، حتى الأجنبية منها، بل تشمل أيضاً "التخطيط للشبكات وإدارتها وأمنها". وسوف نستعرض فصول الكتاب والموضوعات التي تطرحها، وسنقسم هذه الفصول تبعاً لترابط موضوعاتها، كما هو موضح فيما يلي.

يُعطي الفصل الأول "مقدمة" في الشبكات تطرح تطورها وفوائدها وآفاقها المستقبلية؛ ويُقدم الفصل الثاني "المفاهيم والأسس الفنية" للاتصالات والشبكات كمعلومات أولية تُمهد للفصول الأخرى.

ثُم تطرح الفصول الثلاثة "الثالث والرابع والخامس" موضوعات "بنية الشبكات". فالفصل الثالث يتحدث عن "شبكات تبديل الدوائر"، والفصل الرابع يعرض "لشبكات التخزين والإرسال"، أما الفصل الخامس فيتطرق إلى "الشبكات المحلية والتوصيل بين الشبكات".

وتأتي بعد ذلك فصول "التخطيط للشبكات"، حيث يُقدم الفصل السادس "مناهج التخطيط للشبكات"، ويطرح الفصل السابع موضوع دراسة "الطلب على الشبكات"، ويعرض الفصل الثامن لمسألة "استبدال الشبكات وتحديثها".

وتُقدم الفصول الخمسة التالية موضوعات "إدارة الشبكات وأمنها": الفصل التاسع يُعطي تعريفاً عاماً "بمفاهيم إدارة الشبكات ومتطلبات توصيفها"، ويُبين الفصل العاشر "وظائف إدارة الشبكات"، ويطرح الفصل الحادي عشر "الأنظمة الفنية لإدارة الشبكات"، ويعرض الفصل الثاني العاشر "لوثائق الشبكات" بما في ذلك وثائق اتفاقيات الخدمة، ثم يطرح الفصل الثالث عشر موضوع "التوصيات المعيارية الدولية لإدارة أمن المعلومات وشبكاتها".

ويُقدم الكتاب في فصله الرابع عشر والأخير عرضاً لموضوع "حُكم تقنيات المعلومات"، وليست الشبكات جزءاً من تقنيات المعلومات فقط، بل هي العنصر الذي يجمعها ويسمح لها بالعمل في إطار مُتكامل. وفي هذا الفصل يهتم الكتاب بالتوجهات الحديثة "لحُكم تقنيات المعلومات" ويُطرح التوصيات المطروحة دولياً لتقديم حُكم لتقنيات المعلومات يسمح بعملها بشكل مُتكامل عبر الشبكات، ويدعم تطوير العمل إلكترونياً بين الدول.

ويأمل المؤلفان أن يحظى هذا الكتاب بقبول القارئ الكريم، وأن تتحقق منه الفوائد المرجوة، والله ولي التوفيق.

جدول المحتويات

الفصل الأول: المُقدمة ٨
الفصل الثاني: أساسيات الاتصالات والشبكات ٢٢
الفصل الثالث: شبكات تبديل الدوائر ٤٩
الفصل الرابع: شبكات التخزين والإرسال ٧٥
الفصل الخامس: الشبكات المحلية والربط بين الشبكات ١٠٣
الفصل السادس: مناهج التخطيط للشبكات ١٢١
الفصل السابع: الطلب على الشبكات ١٤١
الفصل الثامن:تحديث الشبكات ١٦٤
الفصل التاسع: مفاهيم إدارة الشبكات ومتطلبات توصيفها ١٨١
الفصل العاشر: وظائف إدارة الشبكات ٢٠١
الفصل الحادي عشر: الأنظمة الفنية لإدارة الشبكات ٢١٧
الفصل الثاني عشر: وثائق إدارة الشبكات ٢٣٧
الفصل الثالث عشر: إدارة أمن المعلومات وشبكاتها (التوصيات المعيارية) ٢٥١
الفصل الرابع عشر: معايير حُكم تقنيات المعلومات ٢٧٢
المراجع ٢٩٣
ثبت المصطلحات: إنجليزي-عربي ٢٩٩
ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي ٣٢١

الفصل الأول
المُقدمة
Introduction

يُمهد هذا الفصل لموضوعات الكتاب عبر خطوات ثلاث. في الخطوة الأولى يقوم الفصل بالتعريف بمفهوم الشبكات، ويُركز في ذلك على مبدأ المشاركة في المصادر الذي تعتمده الشبكات بشتى أنواعها. وفي الخطوة الثانية، يُقدم الفصل نُبذة تاريخية حول التطورات التي أدت إلى ظهور الشبكات الحاسوبية، ثُم حول تطور هذه الشبكات. ويبين الفصل في الخطوة الثالثة فوائد الشبكات في تقديم كفاءة أعلى، وجودة أفضل للأعمال المختلفة، ناهيك عن فوائدها في فتح آفاق جديدة للتطوير في شتى المجالات.

١-١ مفهوم الشبكات
The Basic Concept of Networks

يكمن مفهوم الشبكة في مبدأ "**المشاركة** Sharing" في استخدام "**المصادر** Resources"، بهدف إتاحة هذه المصادر لأكبر عدد ممكن من المستخدمين. وبالطبع لا يقتصر هذا المفهوم على الشبكات الحاسوبية، بل يشمل شتى أنواع الشبكات، التي تُسهم في تكوين ما يُعرف "بالبنية الأساس Infrastructure". ومن هذه الشبكات: شبكات النقل،

وشبكات المياه، وشبكات الكهرباء، والشبكات الحاسوبية، وغير ذلك من شبكات. ويُبين الجدول (١-١) عرضاً للشبكات المختلفة يشمل: المصدر المقصود بالمشاركة، والوسائل المستخدمة لتنفيذ هذه المشاركة، وتحقيق الفوائد المرجوة.

الشبكة	المصدر المقصود بالمشاركة	وسائل المشاركة
شبكات النقل	الطرق	وسائل النقل
شبكات المياه	المياه	أنابيب نقل المياه
شبكات الكهرباء	الطاقة	أسلاك نقل الطاقة
الشبكات الحاسوبية	المعلومات (الصوت والصورة والنصوص)، والأجهزة والبرامج الحاسوبية (الحوسبة)	الأنظمة الحاسوبية وأجهزة وقنوات الإرسال والاستقبال

الجدول (١-١): مبدأ "المشاركة" في الشبكات المختلفة.

وتسعى الدول المُختلفة إلى تأمين شبكات فعّالة في المجالات الرئيسة المبينة في الجدول (١-١). ويُقاس تقدم الأمم بمدى توفر هذه الشبكات وقدرتها على خدمة المستفيدين. وإذا كانت المياه وكذلك الطاقة من أساسيات الحياة عبر الزمن، فإن "**المعلومات** Information و**الحوسبة** Computing" باتت في العصر من أساسيات الحياة أيضاً ولا تقل في ذلك عن المياه أو عن الطاقة.

١-٢ لمحة تاريخية

Historical Review

لا شك أن معارف الإنسان ومهاراته في هذا العصر، ليست سوى حصيلة تراكم معرفي شهده الإنسان في أماكن مختلفة من العالم، عبر حضارات إنسانية قامت، وتنافست مع حضارات أُخرى، ثم بادت مُعطية معارفها إلى حضارات جديدة تقوم بالاستفادة منها وزيادتها، في دورة تاريخية متواصلة، طالما شاء الله سبحانه وتعالى للإنسان أن يبقى على هذه الأرض. وقد بقي الإنسان في إطار ما يُعرف "**بالعصر الزراعي** Agriculture Age"، حتى ظهرت "**الآلة البُخارية** Steam Engine"، في مطلع القرن الثامن عشر للميلاد، مُعلنة، ليس نهاية الزراعة، بل بروز سمة جديدة تميز عصراً جديداً هو "**العصر الصناعي** Industrial Age".

وخلال "العصر الصناعي" تزايدت المنافسة الصناعية، وانطلقت الاكتشافات الجديدة والابتكارات المُستحدثة. ومن أبرزها ظهور علم "**الكهرباء** Electricity"، واستنباط "**قانون أوم** Ohm's Law" الذي يُقدم العلاقة بين "**الجهد** Voltage" و"**التيار** Current" الكهربائيين على أساس "**الحمل** Load" الذي يتلقى "**الطاقة** Power" الكهربائية ويستفيد منها بأشكال مختلفة. وقد فتح هذا القانون، وتطبيقاته، الباب أمام ظهور "**الاتصالات** Communications" الكهربائية، وبروز "**الإلكترونيات** Electronics" و"**شبكات الاتصالات** Communication Networks"، ثم "**الحاسوب** Computer" و"**الشبكات الحاسوبية** Computer Networks"، والانتقال بذلك إلى عصر جديد هو "**عصر المعلومات** Information Age".

حتى القرن الثامن عشر	**العصر الزراعي**	وسائل يدوية حتى ظهور الآلة البخارية في مطلع القرن الثامن عشر.
القرن التاسع عشر	**العصر الصناعي وظهور الاتصالات**	الآلة البخارية والتطور الصناعي
		قانون "أوم" والكهرباء: مطلع القرن التاسع عشر.
		بداية الاتصالات: منتصف القرن التاسع عشر.
القرن العشرون	**عصر المعلومات**	تطور الإلكترونيات
		تطور شبكات الاتصالات
		ظهور الحاسوب: منصف القرن العشرين
		ظهور الشبكات الحاسوبية: الستينيات
		ظهور الإنترنت: الثمانينات.
		ظهور الويب: التسعينيات

الجدول (١-٢): التطور العلمي والتقني بين العصر الزراعي وعصر المعلومات

ويُبين الجدول (١-٢)، باختصار، التطور الذي شهده العالم بدءاً من نهاية "العصر الزراعي" وبروز "العصر الصناعي"، وحتى ظهور "عصر المعلومات" وانتشار "**الإنترنت** Internet" وتطبيقات "**الويب** Web".

ولعله من المفيد، في إطار هذه النبذة التاريخية، أن نُبرز تطورات "**تقنيات الاتصالات والإلكترونيات والحاسوب**" التي أدت إلى ظهور الشبكات الحاسوبية، ثم تطور هذه الشبكات وما قدمته من تطبيقات وخدمات مفيدة.

شهد القرن التاسع عشر الميلادي، في حوالي منتصفه، ظهور الاتصالات الكهربائية، وذلك بظهور أنظمة "**الإرسال البرقي** Telegraph". وبعد مُضي ثلاثة أرباعه، شهد ظهور "**الهاتف** Telephone"، ثم شهد في حوالي نهايته ظهور الاتصالات اللاسلكية. وفي مطلع القرن العشرين للميلاد، بدأ عالم الإلكترونيات، بظهور "**الصمامات الإلكترونية** Electronic Tubes" التي تسمح للإشارات الكهربائية بالتحكم في تدفق الإلكترونات عبر "**الدوائر الكهربائية** Electric Circuits"، وكان ذلك انطلاقة جديدة للكهرباء من الشكل التقليدي إلى عالم الإلكترونيات. وقد ساهم ذلك في تعزيز تطور الاتصالات، وظهور "**الشبكات الهاتفية** Telephone Networks"، و"**الرادار** RADAR: Radio Detection and Ranging"، ومحطات "**البث الإذاعي والتلفزيوني** Radio and Television Broadcasting"، وذلك في النصف الأول من القرن العشرين.

وفي النصف الثاني من القرن العشرين ظهرت "**سواتل (أقمار)** Satellite" "**الاتصالات الفضائية** Space Communication"، وانتشرت "**الأساليب الرقمية** Digital Techniques" للتعامل مع الإشارات، وبرزت أنظمة "**اتصالات الجوال** Mobile Communication" "**الخلوية** Cellular"، وكابلات "**الألياف البصرية**

Optical Fibre"، وأنظمة "**الاتصالات عالية السرعة** High-Speed Communications" التي تسمح بنقل إشارات "**الوسائط المتعددة** Multimedia" التي تشمل "**إشارات** Signals": "**الصوت** Voice" و"**الصورة** Picture" و"**النصوص** Text". ويُعطي الجدول (١-٣) ملخصاً مُختصراً لتطور الاتصالات منذ ظهورها في مُنتصف القرن التاسع عشر وحتى الآن.

النصف الثاني من القرن التاسع عشر	الاتصالات البرقية "تلغراف" السلكية
	الاتصالات الهاتفية السلكية
	الاتصالات اللاسلكية
النصف الأول من القرن العشرين	ظهور الصمامات الإلكترونية
	الشبكات الهاتفية
	محطات الإذاعة والتلفزيون
	الرادار
النصف الثاني من القرن العشرين	سواتل الاتصالات الفضائية (أقمار الاتصالات)
	انتشار الأساليب الرقمية (المستندة إلى المعالجة الحاسوبية)
	أنظمة الجوال
	كابلات الألياف البصرية
	الاتصالات عالية السرعة (تطبيقات الوسائط المتعددة: صوت، صورة، نصوص)

الجدول (١-٣): تطور الاتصالات مُنذ مُنتصف القرن التاسع عشر

وننتقل إلى إلقاء الضوء على تطور "**الحاسوب** Computer"، الذي ظهر لأول مرة في حوالي منتصف الأربعينيات من القرن العشرين الميلادي. وقد كان تطور الحاسوب تابعاً لتطور الإلكترونيات، وجرى تقسيم هذا التطور إلى خمسة أجيال رئيسة، كما هو موضح في الجدول (١-٤). اعتمد الجيل الأول منها على "**الصمام الإلكتروني** Electronic Tube"، والثاني على "**الترانزستور** Transistor"، والثالث على "**الدوائر المُتكاملة** Integrated Circuits: IC" التي تضم ترانزستورات عديدة في تكوين محدود الأبعاد. ثم اعتمد الجيل الرابع على الدوائر المُتكاملة التي تتمتع بكثافة ترانزستورات أعلى، عُرفت "**بالدوائر المُتكاملة واسعة المدى** Large Scale Integrated circuits: LSI"، واعتمد الجيل الخامس على دوائر ذات "**كثافة أعلى** Very LSI: VLSI" من سابقاتها. وتستمر هذه الكثافة بالارتفاع مُعطية، حتى الآن، سرعات أعلى في معالجة المعلومات.

حتى عام ١٩٥٥	الصمام الإلكتروني: الجيل الأول
١٩٥٥- ١٩٦٥	الترانزستور: الجيل الثاني
١٩٦٥-١٩٧٥	بداية الدوائر المتكاملة: الجيل الثالث
١٩٧٥-١٩٨٠	الدوائر المتكاملة واسعة المدى (كثافة الدوائر) LSI: الجيل الرابع
بعد عام ١٩٨٠	تزايد كثافة الدوائر المتكاملة VLSI: الجيل الخامس
	ظهور وتطور الحاسوب الشخصي.

الجدول (١-٤): الإلكترونيات وأجيال الحاسوب

مع تطور الاتصالات والحاسوب، بدأ التفكير في "**الشبكات الحاسوبية** Computer Networks" التي تستفيد من الاتصالات في نقل الإشارات (الحاملة للمعلومات)، وتستفيد من الحاسوب في معالجة المعلومات والتعامل معها بذكاء. وكانت أولى هذه الشبكات شبكة عسكرية للدفاع الجوي عن الأراضي الأمريكية تُدعى "**سيج** SAGE"، اختصاراً للتعبير عن وظيفتها التي تقول "**الشبكة نصف الآلية لحماية البيئة الأرضية** SAGE: Semi Automatic Ground Environment". وقد بدأت هذه الشبكة عملها في حوالي منتصف الستينيات من القرن العشرين للميلاد.

ولعل الاهتمام بالدفاع الجوي، والعمل على بناء الشبكة، سابقة الذكر، جاء نتيجة للحرب الباردة التي كانت قائمة بين الولايات المتحدة والاتحاد السوفيتي السابق في ذلك الوقت، ونتيجة ما كان قد حدث للأسطول الأمريكي من تدمير، من قبل الطائرات اليابانية في "**بيرل هاربر** Pearl Harbor **(جزر هاواي** Hawaii**: جزيرة أوهو** Oahu island)، عام ١٩٤١ (السابع من كانون الأول، ديسمبر)، خلال الحرب العالمية الثانية.

كان الغرض من الشبكة "سيج SAGE" أن تسهم في الحماية من أخطار أي هجوم جوي محتمل. ويتلخص مبدأ الشبكة في توصيل حاسوب إلى كل محطة رادار، حيث يقوم هذا الحاسوب بتحليل "**الإشارات المرتدة**"، التي يكون الرادار قد أرسلها لاكتشاف الأهداف المحيطة، وتحديد أخطار هذه الأهداف، ونقل التحذيرات المناسبة، عبر الشبكة، دون تأخير أو خطأ بشري، إلى المحطات الأخرى، لاتخاذ الإجراءات اللازمة للحماية، وربما الرد على الأخطار المُحتملة.

وفي نهاية الستينيات من القرن العشرين للميلاد، أطلقت وزارة الدفاع الأمريكية، ممثلة في "**وكالة المشاريع البحثية المتقدمة** ARPA: Advanced Research Project Agency" التابعة لها مشروع "**شبكة آربا** ARPA-NET". وكان الهدف المعلن للمشروع هو دعم العمل البحثي الجامعي في مجال الشبكات الحاسوبية عن طريق دعم بناء شبكة حاسوبية بين الجامعات والعمل على تطويرها وتطوير تطبيقاتها. ولعل في ذلك ما يُعطي السبق للولايات المتحدة في هذا المجال الحيوي، وما يسمح لها باستغلاله في تعزيز التطبيقات العسكرية وتحقيق التفوق الذي تسعى إليه.

حققت "شبكة آربا ARPA-NET" دوراً ريادياً في تطوير الشبكات التي جاءت بعدها، بما في ذلك "**شبكة الشبكات: الإنترنت** Internet". ففي أواخر السبعينيات وأوائل الثمانينيات ظهرت شبكات عديدة على من أهمها الشبكات الأكاديمية: "**بيتنت** BITNET: Because It is Time"، الأمريكية، و "**إيرن** EARN: European Research Network" الأوربية، و"**شبكة الخليج** GULFNET" في المملكة العربية السعودية ودول الخليج الأخرى. وفي ذات الفترة ومع بروز الحاسوب الشخصي، ظهرت "**الشبكات الحاسوبية المحلية** LANs :Local Area Networks" التي تربط بين الحواسيب المتجاورة وتسعى إلى تعزيز كفاءتها م خلال العمل المُشترك.

في نهاية الثمانينيات ومطلع التسعينيات، برزت مسألة التكامل بين الشبكات لتحقيق فوائد أفضل، وظهرت شبكة الشبكات "**الإنترنت** Internet" على المستوى الدولي. كما ظهر ما يكافئها على المستوى المحلي "**الإنترانت** Intranet". ثم ظهرت مواقع "**الويب**

Web"، وأعطت بُعداً جديداً لنشر المعلومات وتبادلها محلياً وحول العالم، ما أدى إلى بروز "**العولمة المعلوماتية** Globalized Informatics".

مطلع الستينيات	الشبكات العسكرية:"الشبكة سيج SAGE"
نهاية الستينيات	شبكة ARPA"
نهاية السبعينيات والثمانينيات	الشبكات الأكاديمية: BITNET, EARN, GULFNET
	توسع الشبكات في شتى المجالات
	ظهور الشبكات المحلية: الإلكترونيات والحاسوب الشخصي
التسعينيات	تكامل الشبكات: "الإنترنت Internet"
	ظهور "الويب World Wide Web: www"
القـــرن الحـــادي والعشرين	الشبكات السريعة
	تطور التطبيقات: الويب

الجدول (١-٥): تطور الشبكات مُنذ ستينيات القرن العشرين

كان أول من قدم "الويب" خبير بريطاني في "**قواعد البيانات** Databases" يعمل في الاتحاد الأوربي، ويُدعى "**تيم برنرز لي** Tim Berners Lee"، وهو الآن أستاذ في "**معهد ماساشوستس التقني** MIT"، الذي يُعتبر أحد أهم جامعات العالم التقنية، حيث يعمل على تطوير العمليات الذكية على الويب، وتطوير ما بات يُعرف "**بالويب الذكي** Semantic Web". ويبين الجدول (١-٦) تطور الويب وتطبيقاته.

١٩٩٠	الويب الأول: "تيم برنرز لي Tim Berners Lee"
التســـــعينيات: النصف الثاني	العمل إلكترونياً: التجارة الإلكترونية والحكومة الإلكترونية.
	تطبيقات "التخطيط للموارد في المؤسسات ERP".
٢٠٠٠ وما بعد	الويب "كواجهة تعامل" مع مختلف التطبيقات.
	الويب الذكي / التطبيقات الذكية.
الجدول (١-٦): تطور "الويب" وتطبيقاته	

وقد كان الويب الذي يستند إلى الإنترنت وسيلة لأنظمة عديدة راحت تظهر في تسعينيات القرن العشرين للميلاد، ومطلع قرننا الجديد الحادي والعشرين. ومن هذه الأنظمة:أنظمة المعلومات المُختلفة، و"**أنظمة تخطيط المورد** Enterprise Resource Planning: ERP" التي تعمل على تكامل أنظمة لمعلومات في المؤسسات، وأنظمة "**الحكومة الإلكترونية** e-Government"، و"**التجارة الإلكترونية** e-Commerce"، وغيرها من الأنظمة، التي تزداد ذكاء في تنفيذ الإجراءات المختلفة، وتقديم خدمات أفضل وأكثر كفاءة لمستخدميها.

١-٣ فوائد الشبكات

Network Benefits

يمكن تحديد فوائد الشبكات من خلال ثلاثة محاور رئيسة: محور "**الكفاءة** Efficiency" التي تقدمها، ومحور "**الجودة** Quality"، ثم محور "**فرص التطوير الجديدة** New Development Opportunity".

يتضمن محور "**الكفاءة**" التي تُقدمها الشبكات إلى مُستخدميها عدداً من العوامل التي تشمل: سرعة إنجاز الإجراءات، والحد من التنقل، وتوفير استخدام الأوراق، وتوفير المساحة المطلوبة للعمل، إضافة إلى عوامل أُخرى. ويُقدم الجدول (١-٧) تعريفاً بكل من هذه العوامل.

توفير الزمن	السرعة في تنفيذ الأعمال، ونقل المعلومات عبر المسافات
الحد من التنقل	إمكان أداء كثير من الأعمال عن بُعد
توفير الأوراق	التعامل مع المعلومات إلكترونياً والحد من استخدام الأوراق
توفير المساحات	الحد من مساحات المكاتب الناتج عن أداء الأعمال عن بُعد، وعن الحد من استخدام الأوراق.
عوامل أُخرى	العوامل التي تؤدي إلى أداء الأعمال على أفضل وجه ممكن، مع الحد من التكاليف.

الجدول (١-٧): عوامل "الكفاءة" التي تُقدمها الشبكات إلى مُستخدميها

ويشمل محور "**الجودة**" التي تُعطيها الشبكات إلى مُستخدميها عدداً من العوامل التي تتضمن: الدقة، وتكامل الأعمال وتجانسها، و الوثوقية والأمن، وعوامل إضافية أُخرى. ويُقدم الجدول (١-٨) تعريفاً بكل من هذه العوامل.

الدقة	في تنفيذ الأعمال (الحسابية).
تكامل الأعمال وتجانسها	تنفيذ الأعمال بأساليب موحدة وطبقاً للتسلسل المطلوب.
الوثوقية والأمن	تأمين نسخ احتياطية بسهولة وفاعلية، ومراقبة واكتشاف الأخطاء، وسهولة إيجاد أنظمة طوارئ.
عوامل أُخرى	العوامل التي تؤدي إلى تحقيق نتائج أفضل.

الجدول (١-٨): عوامل "الجودة" التي تُقدمها الشبكات إلى مُستخدميها

أما محور "**الفرص والآفاق الجديدة**" التي تُتيحها الشبكات لمستخدميها فتتضمن عوامل متعددة مثل توسيع دائرة الحصول على المعومات بيسر سهولة؛ ودعم عملية اتخاذ القرار، ليس فقط من خلال توفير المعلومات المناسبة، بل من خلال استخدام أساليب جديدة تُعطي معالجة ذكية للمعلومات؛ إضافة إلى وتوفير إمكانات غير مسبوقة تؤدي إلى فتح الباب أمام آفاق جديدة لأعمال مفيدة؛ وغير ذلك من عومل. ويُقدم الجدول (١-٩) عرضاً لهذه العوامل.

معلومات أوسع	توسيع دائرة الحصول على المعلومات بيسر وسهولة.
قرارات أفضل	توفير المعلومات المناسبة يُساعد على اتخاذ قرارات أفضل
	إمكان استخدام أساليب الذكاء الاصطناعي.
أعمال جديدة ومفيدة	تحفيز التفكير بتوجهات وأساليب جديدة انطلاقاً من توفر الإمكانات الجديدة
فرص أُخرى	فرص أخرى تُحقق المزيد من الفوائد.

الجدول (١-٩): "الفرص الجديدة" التي تُقدمها الشبكات إلى مُستخدميها.

١-٤ خلاصة الفصل

Remarks

بين هذا الفصل "**مفهوم الشبكات**" بشكل عام والشبكات الحاسوبية على وجه الخصوص، وأعطى نُبذة عن "**تطورها**"، كما ناقش "**فوائدها**" المختلفة. ولعل في ذلك ما يُعطي القاعدة المعرفية الأولية التي تمهد لطرح "تكوين" الشبكات الحاسوبية، ومتطلبات "التخطيط" لها و"إدارتها". وهذا ما سنقوم بتقديمه في الفصل التالية.

الفصل الثاني

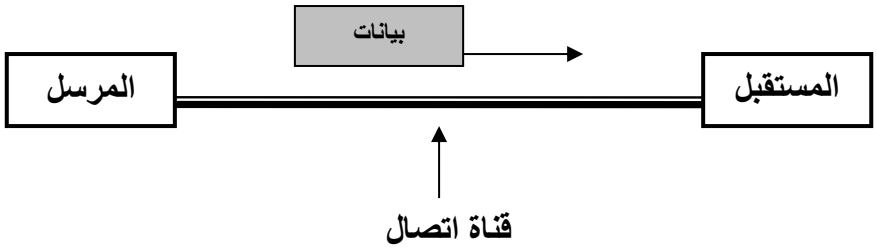
أساسيات الاتصالات والشبكات

Fundamentals of Communication and Networks

يهدف هذا الفصل إلى تقديم أسس ومفاهيم الاتصالات والشبكات التي تحتاجها الفصول القادمة من أجل عرض موضوعاتها بشأن بنية الشبكات وإدارتها وأمنها. يبدأ الفصل بطرح مكونات نظام الاتصالات، وشرح عناصره الأساسية. ويُركز الفصل بعد ذلك على الإشارات التي تمثل المعلومات، وعلى تلك التي تحملها من نقطة إلى أخرى، ويبين نوعيها التماثلي والرقمي، ويوضح مفاهيمها و مصطلحاتها وكيفية التعامل مع مشاكلها؛ كما يتطرق أيضاً إلى أساليب تضمين إشارات المعلومات في إشارات حاملة قادرة على الانتقال عبر المسافات. ثُم ينتقل الفصل إلى التعريف بمكونات شبكات الاتصالات المادية منها، التي تشمل مختلف أنواع أجهزة وقنوات الاتصال، و البرمجية منها، التي تتضمن بروتوكولات عمل الشبكات ونظم تشغيلها. ويتحدث الفصل أيضاً عن عمل الشبكات والوظائف التي تقوم بها، ويركز على مهمات التبديل والتوجيه والعنونة وتعدد الإرسال. ثم ينتقل إلى بيان الوظائف الرئيسة لإدارة الشبكات، بما في ذلك إدارة أمن الشبكات، إضافة إلى الوظائف المكملة الأخرى. ويُلخص الفصل أخيراً جميع الأسس والمفاهيم المطروحة، ويأمل أن يكون قد حقق أهدافه في تقديم المعرفة الأساسية اللازمة لطرح الفصول القادمة بجلاء.

٢-١- المكونات الرئيسية لنظام الاتصالات
Main Components of Communication Systems

يكمن مفهوم "الاتصالات Communication" في عملية تبادل المعلومات بين اثنين أو أكثر من المستخدمين ويتم هذا التبادل على شكل حروف تُشكل كلمات ورسائل، أو على هيئة صور أو رسومات، أو أي رموز أخرى تمثل أداة للتواصل وتبادل المعلومات مع الآخرين. ويُعرف مفهوم الاتصالات على أنه نظام التوجيه أو المسارات التي تنتقل المعلومات من خلالها من مستخدم إلى آخر. ويبُين الشكل (٢-١) نموذجاً مبسطاً لنظام اتصالات، وتشمل العناصر الرئيسة لهذا النظام ما يلي.



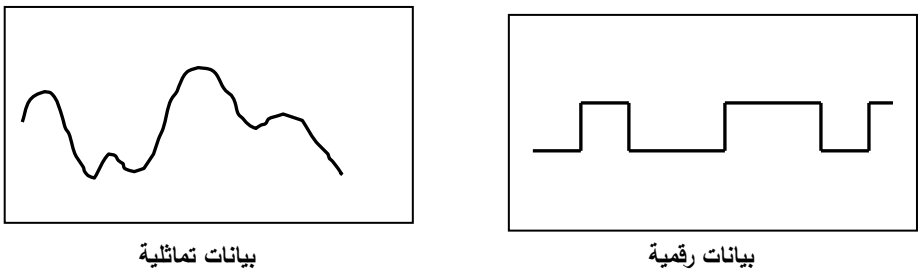
الشكل(2-1): المكونات الرئيسية لنظام الاتصالات

البيانات Data

تنقسم البيانات التي يُطلب إرسالها كما هو مبين بالشكل (٢-٢) إلى نوعين رئيسيين هما :-

- **بيانات تماثلية Analog Data**

  وهي عبارة عن موجات تتغير قيمتها بشكل "مستمر مع تغير الزمن Continuous" مثل : أصوات الناس، والمشاهد المرئية، ودرجة الحرارة، والضغط الجوي، وغير ذلك من المتغيرات ذات الطابع المستمر وغير المتقطع.



الشكل(2-2) **البيانات**

- **بيانات رقمية Digital Data**

عبارة عن "نبضات متقطعة Discrete" تحمل بيانات على شكل "واحدات Ones" و "أصفار Zeros" تتغير مع تغير الزمن مثل البيانات الثنائية .

المُرسل والمُستقبل Transmitter and Receiver

مهمة المُرسل هي إرسال المعلومات بشكلها الكهربائي عبر قناة الاتصال وهذا يشمل: "تضمين Modulation" إشارة المعلومات في إشارة التردد الحامل كي يتم إرسال هذه الإشارة عبر المسافات؛ و "ترميز Coding" الإشارة من أجل تصحيح الأخطاء التي تحصل أثناء الإرسال، و"تضخيم Amplification" الإشارة لتلافي الفقد في قناة الاتصال، وترشيح وتصفية Filtering" الترددات لتكون مناسبة "لعرض النطاق Bandwidth" المسموح به على قناة الاتصال. نأتي إلى مهمة المُستقبل الذي يتلقة الإشارة المُرسلة عبر قناة الاتضال ويستعيد منها المعلومات المُرسلة.

وسائط النقل / قناة الاتصال

Transmission Media / Communication Channels

هي عبارة عن الوسائط أو القنوات الناقلة للمعلومات بين المرسل والمستقبل ويمكن تصنيفها في نوعين:

- **وسائط سلكية Wires and Cables**

وهي وسائل وقنوات اتصال تتم عبر استخدام الكوابل مثل "الكوابل النحاسية (المجدولة أو المحورية) **Coaxial Cable** و **Twisted Pair**" و "كوابل الألياف البصرية **Fiber Optic Cable**"

- **وسائط لاسلكية Wireless**

وهي وسائل وقنوات اتصال تتم من دون استخدام الكوابل وتعتمد على الموجات الكهرومغناطيسية لنقل المعلومات عبر الغلاف الجوي مثل "الميكرويف Microwave"، و"الأشعة الحمراء Infrared"، و"الأقمار الصناعية أو السواتل Satellite"، و"البث الراديوي Radio".

وفي كل وسط ناقل يوجد إتجاه لإرسال البيانات أو أسلوب للتخاطب بين جهازين وتعرف "ببرتوكول التراسل Transmission Protocol". فقناة الاتصال التي تسمح بمرور البيانات من المرسل إلى المستقبل في اتجاه واحد ولا تسمح بعودة البيانات مرة أخرى تسمى التراسل "البسيط Simplex" مثل البث الإذاعي والتلفزيوني ولوحة المفاتيح. أما قناة الاتصال التي تسمح بإرسال أو استقبال البيانات في الاتجاهين معاً ولكن ليس بنفس الوقت فتسمى التراسل "نصف المزدوج Half duplex" أي لا يسمح بالتراسل المتزامن ، بحيث يقوم الجهاز الأول بالإرسال (متحدث) والجهاز الأخر بالاستقبال (مستمع) والعكس، مثل التراسلات في أجهزة الأمن . أما النوع الأخير من أنماط الاتصال فهو التراسل "الكامل أو المزدوج Full duplex" والذي يسمح بتبادل البيانات في كلا الاتجاهين في نفس الوقت، مثل الشبكة الهاتفية، فعندما يتحدث شخصان من خلال خط الهاتف فكلاهما يتحدث ويستمع في نفس الوقت .

٢-٢ مفهوم الإشارات

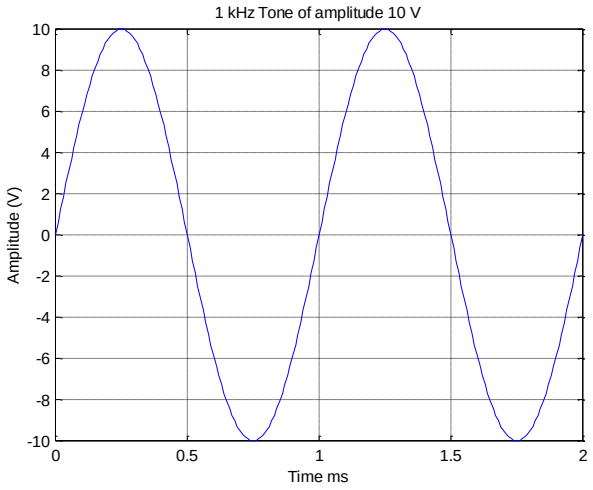
Signals Concept

لنقل البيانات من جهاز إلى أخر نحتاج إلى تمثيل البيانات على شكل إشارات يمكن نقلها عبر قناة الاتصال. وهناك نوعان من الإشارات: "تماثلية Analog" و"رقمية Digital".

٢-٢-١ الإشارات التماثلية

Analog Signals

تحتوي الإشارة التماثلية على عدد لا متناهي من القيم خلال فترة زمنية (أي مستمرة) مثل "الإشارة الجيبية Sine Wave" ويمكن وصف الإشارة الجيبية كما هو موضح في الشكل (2-3) بثلاث خصائص : "المطال الأعظمي Peak Amplitude (A)" و"الدور Period (T)" أو "التردد Frequency (*f*)" و"الطور Phase(Q)".



الشــكل(2-3): الإشارة التماثلية

المطال الأعظمي هو القيمة العظمى للإشارة، أما التردد فهو عدد الدورات في الثانية الواحدة أو "الهرتز Hz"، والدور مقلوب التردد، وهو الزمن اللازم لإكمال دورة واحدة . ويمكن كتابة هذه العلاقة .

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{or} \quad T = \frac{1}{f}$$

أما الطور فهو مقياس لموقع الإشارة بالنسبة للزمن .

عرض النطاق Bandwidth

هو عبارة عن حجم البيانات التي تستطيع قناة الاتصال نقلها ويمثل الفرق بين أقل وأعلى الترددات، ويقاس عرض النطاق بـ Hz فمثلاً إشارة الصوت الهاتفي لها عرض نطاق يقدر بـ 3 KHz، وإشارة البث التلفزيوني لها عرض نطاق يقدر بـ 6 MHz، وكلما زاد عرض النطاق زادت كمية البيانات المنقولة خلاله في الثانية والعكس صحيح .

الطيـف Spectrum

يُعرف طيف الإشارة بمجموعة الترددات أو مركبات الترددات التي تحويها الإشارة فبينما يشير عرض النطاق إلى نطاق مركبات الترددات فالطيف يشير إلى العناصر داخل هذا النطاق. فإذا كان عرض نطاق الإشارة لا يتطابق مع طيف الإشارة فسينتج عن ذلك فقدان بعض الترددات. فمثلاً، إذا نقلنا إشارة الصوتية "عرض نطاقها 3 KHz" و"طيفها 300 - 3000 Hz" عبر قناة اتصال لها "عرض نطاق 1.5 KHz" فإنها ستفقد بعضاً من ترددات الصوتية، وربما لا نتعرف عليها، بعد هذا النقل.

الإشارات الدورية واللا دورية Periodic and Aperiodic Signals

"الإشارة الدورية Periodic Signal" هي التي تتكرر مع مرور الزمن بشكل محدد وبدورة محددة مثل الإشارة الجيبية، أما "الإشارة اللا دورية Aperiodic Signal" فهي تلك التي لا تأخذ شكلاً محدداً ولا تتكرر خلال فترة زمنية محددة.

موجة النطاق الأساس والنطاق العريض

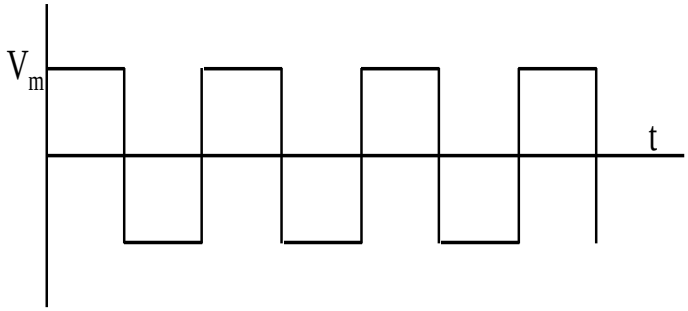
Baseband and Broadband signal

موجة "النطاق الأساس" هي الموجة التي تشغل الترددات المنخفضة من صفر هيرتز (0 Hz) وتمتد إلى تردد معين (f Hz). والنطاق الأساس يعني نطاق ترددات المعلومات نفسها أو موجة المعلومات. فالنطاق الأساس في الهاتف مثلاً يمتد من صفر إلى 3.5 KHz، ويمثل في هذه الحالة نطاق الإشارة الصوتية. وتختلف موجة "النطاق العريض" عن موجة النطاق الأساس بأنها تشغل الترددات العالية، على سبيل المثال من 1 GHz إلى 4 GHz، إضافة إلى أنه يمكن إرسال عدة إشارات من موجة النطاق العريض بعدة ترددات في نفس اللحظة، بينما وتُرسل إشارة واحدة لموجة النطاق الأساس على قناة الاتصال .

٢-٢-٢ الإشارات الرقمية

Digital Signals

تحتوي الإشارة الرقمية على عدد محدود من القيم (أي متقطعة) بحيث يحدث الانتقال من قيمة إلى أخرى بشكل لحظي. فمثلاً الرقم واحد يرمز للجهد الموجب والصفر يرمز للجهد صفر كما هو موضح في الشكل (2-4) .



الشـكل(2-4): **الإشارة الرقمية**

معدل (إرسال) البيانات Bit Rate

تُعتبر "البتة Bit" أو الخانة الثنائية أصغر وحدة للبيانات التي يتعامل معها الحاسوب، ويمكن تمثيل البتة إما بالصفر (0) أو بالواحد (1). وتُعرف "فترة البتة Bit Interval" بالفترة الزمنية اللازمة لإرسال بتة واحدة (وتشبه هذه الفترة الزمنية الدور " T " في الإشارة التماثلية) ، وهذا يعني أن معدل البتات أو معدل البيانات Bit Rate للإشـارة الرقمية هو عدد البتات المرسلة في ثانية واحدة، ويُقاس بـ "بتة/ثانية bps bits per second (b/s)"، وهو شبيه بالتردد في الإشارة التماثلية .

عرض النطاق ومعدل البيانات Bandwidth and Bit Rate

يمكن تمثيل الإشارة الرقمية بمركبات إشارات تماثلية لها عدد "غير محدد Infinite" من الترددات، وعليه فإن لكل إشارة رقمية عرض نطاق غير محدد. فإذا حاولنا إرسال إشارة رقمية على قناة اتصال لها "عرض نطاق كبير Wide Bandwidth" فإن المستقبل

سيتمكن من استعادة شكل الإشارة الرقمية بدون أي تشويه ملموس عليها. بينما إذا أُرسلت الإشارة الرقمية على قناة اتصال لها عرض "نطاق محدود Limited Bandwidth" فسيحدث تشويه ظاهر للإشارة، وهذا يؤدي إلى زيادة الخطأ في استعادة الإشارة لدى طرف المستقبل. إلا أنه باستخدام "نظرية نيكوست Nyquist Theorem"، وفي قناة إتصال "خالية من الضجيج Noiseless channel"، وفي حال عرض نطاق قدره B، فإن أعلى معدل إشارة يمكن تحقيقه هو 2B، أي أن هناك علاقة طردية مباشرة بين معدل البتاتات وعرض نطاق الحزمة، فكلما كان عرض النطاق أعلى كان معدل البتاتات التي يمكن نقلها عبر قناة الاتصال أعلى. فمثلاً إذا كان عرض النطاق B = 2 KHz فإنه يمكن نقل إشارة بمعدل 4 Kb/s.

يبين قانون نايكوست أن مضاعفة عرض النطاق يؤدي إلى مضاعفة معدل البيانات في حال أن قناة الاتصال خالية من الضجيج بينما في الواقع لا يمكن تحقيق ذلك، حيث أن قنوات الاتصال دائماً معرضة إلى "ضجيج Noise"، وعليه فقد وضع العالم الرياضي كلاود شانون Claude Shannon علاقة رياضية لحساب معدل البتاتات الأعظمي النظري في وجود قناة إتصال بها ضجيج كالتالي :-

$$C = B \log_2 (1 + SNR)$$

حيث C : سعة القناة مقدرة بالبتة في الثانية الواحدة .

B : عرض النطاق مقدراً بالهرتز (Hz)

SNR : نسبة الإشارة إلى الضجيج Signal To Noisy Ratio

فقيمة SNR العالية تعني إشارة عالية الجودة والعكس صحيح .

فعلى سبيل المثال يمكن حساب القيمة النظرية العظمى لمعدل البتاتات لخط هاتفي عادي له عرض نطاق $B = 3\ KHz$, $SNR_{dB} = 35\ dB$ كالتالي :-

$$SNR_{dB} = 35\ dB = 10 \log_{10} (SNR)$$
$$SNR = 3162$$
$$C = B \log_2 (1+SNR)$$
$$= 3000 \log_2 (1+3162) = 34{,}860\ b/s$$

أي أن أعلى معدل بتات لهذا الخط الهاتفي هو 34.860 b/s، وإذا رغبنا في إرسال بيانات أسرع فإما نزيد عرض النطاق لخط الهاتف أو نحسن من نسبة الإشارة إلى الضجيج .

٢-٣ مشاكل الإشارة

Signal Problems

تتعرض الإشارات الكهربائية أثناء انتقالها من المرسل إلى المستقبل إلى العديد من المعوقات والتداخلات. فعلى سبيل المثال، عند انتقال الإشارة عبر سلك نحاسي تفقد طاقتها وتصل ضعيفة إلى المستقبل (بجهد أقل)، وهذا يؤدي إلى تخفيض جودتها في الإشارة التماثلية أو ظهور أخطاء في الخانات الثنائية في الإشارة الرقمية. وسنلخص في هذه الفقرة أهم هذه المشاكل.

التخميد Attenuation

يقصد بالتخميد (التوهين) فقدان طاقة الإشارة. فكلما بَعُدت المسافة بين المرسل والمستقبل بفعل ممانعة الوسط الناقل فإن شدة الإشارة تنخفض وتتلاشى تدريجيا لتصل إلى مرحلة معينة من الضعف بحيث يصبح من الصعوبة إستقبال الإشارة بوضوح. ويعالج التخميد إما باستخدام طول كيبل قصير (كما في شبكة الأثير التي تستخدم طول كيبل أقل من ١٠٠ متر) أو باستخدام "مضخمات Amplifiers" أو "مُكررات Repeaters" أو باستخدام أجهزة لتقوية الإشارة .

وكمثال على التخميد، إذا كانت قدرة الإشارة المرسلة 400 W وقدرة الإشارة المستقبلة 100 W فإن التخميد يساوي :

$$10 \log_{10} (400/100) = 6 \text{ dB}$$

الضجيج Noise

هو عبارة عن إشارات إضافية غير مرغوبة تُضاف في مكان ما بين الإرسال والاستقبال ، وللضجيج أنواع كثيرة أهمها:

١- "الضجيج الحراري Thermal Noise"، وينتج بسبب الحركة العشوائية للإلكترونات في السلك الكهربائي .

٢- "الضجيج النبضي Impulse Noise" وينتج بسبب تأثير الموجات الكهرومغناطيسية الخارجية، كالبرق أو المحركات الكهربائية أو عطل في نظام الاتصالات .

٣- "التشويش التداخلي Crosstalk" ويحدث بسبب تداخل الإشارات بين خطوط أو أزواج مجدولة قريبة، وتشبه حالة تداخل أصوات أشخاص يتحدثون مع بعضهم البعض .

التشويه Distortion

يُقصد بالتشويه تغيير في شكل الإشارة بسبب تعرض مركباتها الترددية إلى درجات مختلفة من التخميد والإزاحة الطورية أثناء نقلها عبر قناة الاتصال، فمثلاً في البيانات الرقمية بسبب التشويه تنتقل بعض مركبات الإشارة من موقع بتة إلى موقع بتة أخر وينتج عن ذلك تداخلاً بين الرموز. ويُمكن تصحيح هذا النوع من التشويه باستخدام "تقنيات التسوية Equalizing". وقد يكون التشويه ناتجاً عن إشارات خارجية غير مرغوب فيها مثل: إشارات البث الإذاعي، وإشارات الموجات الكهرومغناطيسية، والإشارات العشوائية .

٢-٤ التضمين

Modulation

التضمين هو تحميل الموجة الأصلية، "موجة المعلومات"، على موجة حاملة Carrier لها تردد أعلى بكثير من تردد الموجة الأصلية. فبدون التضمين يتعذر نقل إشارات النطاق الأساسي على وصلة راديو، حيث أن لها ترددات منخفضة بينما عند إزاحة طيف إ شارات النطاق الأساسي باستخدام عملية التضمين، فإن ذلك يُمكّن من استخدام الطيف الترددي كله بكفاءة عالية. وينقسم التضمين إلى نوعين رئيسين:

الأول "تماثلي Analog" والثاني "رقمي Digital". ومن أنواع التضمين التماثلي : "تضمين المطال Amplitude Modulation (AM)" ، و"تضمين التردد Frequency (FM) Modulation" ، و"تضمين الطور Phase "Modulation (PM). وتكون الموجة الحاملة للمعلومات في أنواع التضمين هذه موجة جيبية عالية التردد . أما أنواع التضمين الرقمي فتشمل : "تعديل إزاحة المطال Amplitude Shift Keying (ASK)"، و"تعديل إزاحة التردد Frequency Shift Keying (FSK)" و"تعديل إزاحة الطور Phase Shift Keying". وفي هذه الأنواع يتم تحميل التضمين النبضي على موجات جيبية عالية التردد لتسهيل الإرسال عبر المسافات.

٢-٥ التعريف بشبكات الاتصالات

Understanding Communication Networks

تُعرف شبكة الاتصال بشكل مبسط على أنها مجموعة من الأجهزة (أو نقاط التحويل)، ترتبط مع بعضها بعضاً من خلال وسائط اتصال، من أجل تبادل المعلومات بين عدد من المستخدمين في أماكن جغرافية مختلفة. ونقاط التحويل (أو العقد) في هذا التعريف تتكون من نوعين : "نقاط طرفية Terminal NodeS" تقوم بتوليد المعلومة أو تستخدم المعلومة مثل الأجهزة الحاسوبية، والطابعات، والأجهزة هاتفية. والنوع الثاني "نقاط اتصال Communications Nodes" تقوم بنقل المعلومة ولا تولدها أو تستخدمها مثل المقاسم الهاتفية ، والمبدلات ، والموجهات.

ومن أمثلة شبكات الاتصالات : الشبكات الهاتفية، والشبكات الحاسوبية، وشبكات البث التلفزيوني، وشبكات الهاتف الجوال، وشبكة الانترنت. وتُصنف شبكات الاتصالات عادة إلى "شبكات محلية Local "Area Network (LAN) و"شبكات واسعة Wide Area Network (WAN)"، وتقتصر الشبكات المحلية على منطقة جغرافية محدودة كغرفة أو مبنى. أما الشبكات الواسعة فتغطي مناطق جغرافية واسعة. وهناك تصنيف ثالث للشبكات يدعى "بالشبكات المدنية Metropolitan Area Network (MAN)"، نسبة إلى مدينة، وتغطي مدينة كبيرة أو عاصمة وهي شبكة متوسطة الحجم بين الشبكات الواسعة والمحلية.

وتتكون شبكات الاتصالات من العديد من المكونات، أهمها "المكونات المادية Hardware Components" و"المكونات البرمجية Software Components". وسوف نتحدث عن هذه المكونات فيما يلي.

٢-٥-١ المكونات المادية

Hardware Components

وتشمل ثلاثة أنواع من الأجهزة :

١- وسائط التراسل Transmission Media

وهي الوسائط التي تتولى نقل إشارات الشبكة من جهاز إلى آخر سواء كانت وسائط سلكية أو وسائط لاسلكية . ومن أنواع وسائط LAN: "الكابلات المحورية

Coaxial Cables"، و"الكابلات الثنائية المجدولة UTP"، و"كابلات الألياف البصريـة Fiber Optic Cables"، و"الليزر Laser"، و"الأشعة تحت الحمراءInfrared"، و"الراديو Radio". ومن أنواع وسائط WAN: "الميكروويف Microwave"، و"الأقمار الصناعية Satellite"، والخطوط المؤجرة Leased Lines" ، و"خطوط الاتصالات الرقمية ADSL".

٢- أجهزة النفاذ Access Device

تعمل أجهزة النفاذ (أو الوصول) على الآتي :-

- تحضير وتشكيل البيانات وتحويلها إلى نبضات كهربائية تنتقل عبر قنوات الاتصال .
- إرسال واستقبال البيانات .
- التحكم بتدفق البيانات بين نقاط الاتصال ووسائط النقل.

ومن أجهزة النفاذ المعروفـة في الشبكات المحلية "بطاقة الشبكة Network" Interface Card (NIC) والتي تضاف داخل الحاسوب، وتقوم بوظيفة ربط الحاسوب بالشبكة، وتعمل على طبقة ربط البيانات. وفي الشبكات الواسعة، يمثل "الموجه Router" أحد أجهزة النفاذ الرئيسة التي تعمل على طبقة الشبكة وتقوم بمهام توجيه "الرزم Packets" واختيار أفضل المسارات داخل الشبكة .

٣- المكررات Repeaters

تقوم بإستقبال الإشارات المرسلة وتضخيمها ومن ثم إعادتها إلى الشبكة وتكمن فائدة المكررات في الشبكات المحلية، حيث تقوم بإعادة توليد الإشارات لكل بتة مرسلة لتقليل التخميد الذي يحصل للإشارة أثناء نقلها عبر مسافات بعيدة .

٢-٥-٢ المكونات البرمجية

Software Components

وهي عبارة عن مجموعة من البرامج المستخدمة تقوم بتحديد وتنظيم الأسس والقواعد للتخاطب بين جهازين أو أكثر، إضافة إلى إدارة ومراقبة الشبكة ويُمكن تصنيف المكونات البرمجية طبقاً لما يلي:-

١- **البروتوكولات** Protocols

برتوكول الشبكة هو مجموعة من القواعد والأسس والإجراءات التي تحدد عملية تبادل المعلومات عبر الشبكة، ويتحدد مفهوم البرتوكول في كيفية التخاطب، وخاصية التخاطب، وطريقة التخاطب. كل هذه الأسس والقواعد يتم تنفيذها من خلال حزمة من البرمجيات تُمثل العديد من البرتوكولات الجزئية، كل واحدة منها تؤدي وظيفة مختلفة في الشبكة تتعلق بجانب مختلف في عملية الاتصال، ونذكر فيما يلي بعضاً من هذه الوظائف :

- التحكم بالإشارات الكهربائية خلال الاتصال.
- التحكم بالنفاذ إلى الشبكة.
- تعريف لغة الشبكة.
- التعرف على الأخطاء وتصحيحها أثناء الاتصال.
- التحكم بتدفق البيانات.

٢- نظام تشغيل الشبكة Network Operating System

عبارة عن برمجيات تسمح بالاتصال المنطقي بين الأجهزة والشبكة وتُتيح للمستخدمين الاتصال والمشاركة بالمصادر إضافة إلى إجراء عملية السيطرة والإدارة على مكونات الشبكة. ومن أشهر أنظمة التشغيل في الشبكات المحلية: Microsoft Windows، و Unix.

٢-٦ وظائف الشبكة

Network Functions

إن الغرض الرئيسي من شبكة الاتصالات هو تبادل المعلومات وتقديم خدمات أساسية للمستخدمين، ولتحقيق هذا الغرض فإن الشبكة تقوم بإنجاز العديد من المهام والوظائف نجملها فيما يلي:-

٢-٦-١ التبديل

Switching

تتمثل مهمة التبديل في نقل البيانات من نقطة إتصال إلى نقطة إتصال أخرى حتى تصل إلى وجهتها عبر عدة مسارات، ويتم وصل نقاط الاتصال مع بعضها البعض بواسطة قنوات إتصال سلكية أو لا سلكية. وتتم عملية التبديل باستخدام تقنيات "تبديل االدوائر Circuit Switching" أو "تبديل الرزم Packet Switching".

تبديل الدوائر Circle Switching

يتركز مفهوم تبديل الدوائر على تخصيص دائرة ثابتة ومسار مادي خلال مدة الاتصال بين مستخدمين، ومنها يتم حجز سعة القناة كاملة حتى يتم الانتهاء من الاتصال. ومثال ذلك ما يحدث في الشبكة الهاتفية، حيث يتم تخصيص خط إتصال بين شخصين، ويستمر الاتصال حتى يقوم أحد الشخصين بإغلاق سماعة الهاتف. وتدعى أحياناً الشبكات التي تعتمد على تقنية تبديل االدوائر "بالشبكات الموصولة Connection Oriented" أي أن عملية الاتصال تمر بثلاث مراحل: تأسيس الدائرة ، إرسال البيانات ، فصل الدائرة.

تبديل الرزم Packet Switching

تستخدم تبديل الرزم طريقة مختلفة عن تبديل الدارات حيث فيها يتم أولاً تقسيم البتات إلى رزم صغيرة (Packets) بحيث تحتوي كل رزمة على بتات المرسل ورأس الرزمة (مثل عنوان المرسل والمستقبل) ومن ثم إرسالها بشكل منفصل إلى وجهتها وقد تسلك الرزمة الواحدة ممراً مختلفاً عن الممر الذي تسلكة الرزمة الأخرى، بحيث إذا وصلت الرزمة الواحدة عند كل نقطة يتم تخزينها لفترة، ومن ثم إرسالها إلى نقطة إتصال أخرى، تماماً كما يحدث عند إرسال رسالة عبر البريد الإلكتروني في شبكة الإنترنت. وتُدعى الشبكة التي تعتمد على تقنية تبديل الرزم "بالشبكة غير الموصولة Connectionless". وسنتطرق بشيء من التفصيل إلى تقنيات تبديل الدوائر وتقنيات تبديل الرزم في الفصلين الثالث والرابع .

٢-٦-٢ التوجيه

Routing

التوجيه هو اختيار المسار الذي تسلكه البتات من المصدر إلى الهدف عبر الشبكة. وتعتمد طريقة التوجيه على نوع تقنية الشبكة المستخدمة. ففي شبكات تبديل الدوائر يتم اختيار المسار قبل إرسال البتات، أو إجراء الاتصال. وتبدأ عملية اختيار المسار بإرسال إشارة تحكم أو "تشوير (اشتقاقاً من الإشارة) Signaling" تمر عبر عدة مقاسم وخطوط، وهناك في كل مقسم مجموعة من التوجيهات المخططة لها مسبقاً لكل وجهة، وذلك لاختيار أنسب مسار حسب المعايير التي تحقق استخداماً أمثل لموارد الشبكة. أما في شبكات تبديل الرزم فإن لكل رزمة بتات تُرسل مستقلة إلى وجهتها النهائية بدون تحديد المسار سلفا، حيث تنحصر مسئولية اختيار المسار، عند وصول الرزمة، إلى "نقطة الاتصال في الشبكة Nodes" أو "الموجه Routers". ويتم تنفيذ ذلك بأن تقوم نقطة الاتصال ببناء جدول يسمى "جدول التوجيه Routing Table" يحتوي على معلومات عن أفضل مسار يؤدي إلى الهدف. ويتضمن مصطلح أفضل مسار معايير مثل "عدد القفزات Hops"، والتكلفة، والتأخير ، و"الإنتاجية Throughput".

٢-٦-٣ العنونة

Addressing

يحمل كل جهاز متصل بالشبكة عنواناً للتعريف بهويته، ولتلقي المعلومات أو البتات. وتختلف طريقة العنونة حسب نوع الشبكة والبرتوكول. ففي الشبكات الواسعة WAN

تُستخدم "العنونة الهرمية Hierarchical Addressing" لتسهيل وتبسيط عملية التوجيه، على مستوى الشبكة، مثل العنونة الهاتفية، حيث يُقسم الرقم الهاتفي إلى أجزاء تبدأ برمز الدولة، ورمز المدينة، ورمز المقسم، ثم زمن المشترك. أما في الشبكات المحلية LAN فتُستخدم "العنونة المحددة أو الثابتة Flat "Addressing، والتي تشابه عملية إيجاد مبنى في مجمع سكني، فكل مبنى يتضمن رقماً وحيداً لا يُشير إلى أي معلومات عن موقعه. ومن مزايا هذا النوع سهولة إدارته على مستوى الشبكة مثل عناوبين IP أو عناوين الإيثرنت MAC؛ ومن عيوبه أن عملية التوجيه فيه معقدة، خصوصاً في الشبكات الكبيرة.

٢-٦-٤ التعدد

Multiplexing

تقوم الشبكة بوظيفة التعدد لكي تُتيح إرسال عدة إشارات منطقية في الوقت نفسه على قناة مادية واحدة تتمتع بسعة عالية. فعلى سبيل المثال، إذا كان لدينا 5 مستخدمين، وكل مستخدم يعمل على خط سرعته 10 Kb/s، فإنه يُمكن تجميعهم على قناة واحدة لها سرعة 50 Kb/s، وذلك من خلال وصل الخطوط الخمسة داخل "مجمع MUX" ، يُوصل من الطرف الآخر للقناة "بموزع DEMUX" يقوم مرة أخرى بفصل البتات إلى 5 خطوط مستقلة، وذلك من أجل زيادة كفاءة الخط المستخدم. فكلما كان معدل البتات أعلى كانت كلفة وسائل الاتصال أكثر فعالية. ومن أنواع تقنيات التعدد الشائعة "تعدد التقسيم الترددي FDM" الذي يعمل على أنظمة التراسل التماثلية

و"تعدد التقسيم الزمني TDM" الذي يعمل على أنظمة الإرسال الرقمية. وسنقوم بمناقشة هذين النوعين في الفصل الثالث .

٢-٦-٥ إدارة الشبكة

Network Management

تحتاج شبكات الحواسيب وشبكات الاتصالات سواءً الصغيرة أو الكبيرة إلى دعم مستمر وعلى مستوى عالٍ للقيام بوظائفها، وحتى تعمل بشكل فعّال. وتبرز إدارة الشبكة كضرورة ملحة للقيام بهذا الدعم وتنفيذ مجموعة من المهام، تتضمن الآتي:-

- **إدارة التكوين Configuration Management**

وتقوم بتنظيم وتوصيل المكونات المادية والمكونات البرمجية بنظام تحليل المعلومات

- **إدارة وتنظيم الأداء Performance Management**

وتشمل مراقبة استخدامات الشبكة ، مراقبة إنتاجية الشبكة ، ومراقبة الوقت المستغرق لإستجابة الشبكة وغيرها من معايير الأداء، وهذا يساعد على الكشف عن المشاكل قبل حدوثها، وعلى القيام بالتخطيط لتوسيع الشبكة. فعلى سبيل المثال، يُمكن برمجة أحد الحواسيب على شبكة الإيثرنت Ethernet لتجميع إحصائيات حول الحركة المرورية للرزم Packets، من أجل حساب الحمل على الشبكة. وهذه المعلومات يستخدمها مدير الشبكة لتلافي أي عقبات تواجه أداء الشبكة أو إجراء تعديلات على الشبكة مثل تجزئة سعة الشبكة إلى شبكات فرعية.

- **إدارة الأخطاء والأعطال Fault Management**

تتركز هذه العملية على اكتشاف المشاكل وعزلها وتصحيحها عند تعطل وتوقف الشبكة وذلك من أجل تحسين الاعتمادية على الشبكة. ويشمل ذلك، على سبيل المثال، اكتشاف الأخطاء في قناة التراسل أو مكونات الشبكة، وإعادة ترتيب وتهيئة الشبكة عند حصول العطل للحفاظ على مستوى معين من الخدمة واعادة الشبكة إلى وضعها الطبيعي عند إصلاح العطل .

- **إدارة المحاسبة Accounting Management**

وتهدف إلى متابعة ومراقبة استخدامات مصادر الشبكة لتقليل مشاكل الشبكة ولزيادة عدالة النفاذ إلى الشبكة بين جميع المستخدمين، وتهدف أيضاً إلى تحديد تعرفة الاستخدام ، الفوترة وإدارة كلمات المرور .

- **إدارة الأمـن Security Management**

وتختص بأمن الشبكة وسرية الأنشطة والبيانات المتبادلة . ويشمل ذلك إدارة الخدمات الأمنية للتحكم بالنفاذ والتحقق من هوية المستخدمين وسلامة المعلومات وخصوصية المعلومات .

تُنجز مهام إدارة الشبكة السابق ذكرها باستخدام "نظم إدارة الشبكة Network" Management System والتي تحتوي على مجموعة من الأدوات البرمجية لمراقبة الشبكة والتحكم بها. وسنتناول موضوع إدارة الشبكة بالتفصيل في الفصول من التاسع إلى الثاني عشر.

٢-٦-٦ وظائف أخرى للشبكة

Other Network Functions

إضافة إلى ما سبق ، تقوم الشبكة بمجموعة أخرى من الوظائف الهامة مثل :

- **كشف وتصحيح الأخطاء Error Detecting and Correction**

يحدث الخطأ في نظام النقل الرقمي عندما تتغير قيمة البتة المرسلة من (0) إلى (1) أو العكس. وتقوم الشبكة أولاً بكشف الخطأ عن طريقة إضافة رمز كاشف للخطأ ومن ثم عمل إصلاح للخطأ قادر على إصلاح أخطاء معينة من خلال تدقيق البتات المرسلة .

- **التحكم بالتدفق Flow Control**

ويعمل على ضمان عدم إغراق المرسل للمستقبل بالبتات المرسلة وذلك عندما تُرسل البتات بسرعة أعلى من قدرة الاستقبال على معالجتها. وفي هذه الحالة يقوم المستقبل بالطلب من المرسل إبطاء عملية الإرسال أو إيقاف الإرسال مؤقتاً.

- **التحكم بالإختناق Congestion Control**

يحدث الإختناق في شبكات تبديل الرزم إذا كان حمل الشبكة (عدد الرزم المرسلة إلى الشبكة) أكبر من سعة الشبكة (عدد الرزم التي تستطيع الشبكة إرسالها). ومهمة الشبكة التحكم في الإختناق والمحافظة على مستوى للحمل يقل عن سعة

الشبكة وذلك باستخدام تقنيات لقياس أداء الشبكة وبالأخص "التأخير الزمني Delay" و"الإنتاجية Throughput".

٢-٧ الخلاصة

Remarks

قدم هذا الفصل بعض المعلومات الأساسية المتعلقة بشبكات الاتصالات والتي تسمح بمواكبة العمل مع الفصول القادمة، وركز على المفاهيم الآتية :

- الهيكل العام لنظام الاتصالات الذي يشمل البيانات والمعلومات، وجهاز الإرسال، وقناة الاتصال ، وجهاز الاستقبال .
- تصنيف الإشارات إلى تماثلية ورقمية، أي الإشارات ذات الطبيعة المستمرة، والإشارات ذات الطبيعة المتقطعة.
- تحديد عرض النطاق الذي يُعطي مجال الترددات التي تقوم قناة الاتصال بتمريرها (وترمز بـ Hz). ويرتبط بعرض النطاق، معدل البتات المسموح الذي يُمثل الحد الأقصى من البتاتات التي تقوم قناة الاتصال بتمريرها في الثانية الواحدة (بتة/ثانية) .
- بيان مشاكل الإشارة الأكثر فاعلية، وتشمل: التخميد ، والضجيج، التشويه.
- طرح عملية التضمين كعملية أساسية لتحويل إشارات الاتصالات إلى شكل ملائم للإرسال على إشارات اتصال تماثلية ورقمية.
- التعريف بشبكة الاتصال كمجموعة من الأجهزة التي ترتبط مع بعضها بعضاً بواسطة قنوات اتصال .

- توضيح تصنيف الشبكات إلى شبكات محلية ، واسعة ومدنية .
- بيان مكونات شبكات الاتصالات التي تشمل مكونات مادية تتضمن وسائط التراسل، وأجهزة النفاذ، والمكررات؛ ومكونات برمجية تشمل البرتوكولات وأنظمة التشغيل.
- التعريف ببروتوكولات الشبكات، من خلال التعريف بالبرتوكول على أنه مجموعة من القواعد والأسس والإجراءات التي تحكم عمل الوحدات الوظيفية في الشبكة لتحقيق الاتصال.
- عرض وظائف شبكة الاتصال، ويتضمن ذلك التبديل، والتوجيه، والعنونة، والتعدد ،وإدارة الشبكة، وكشف وتصحيح الأخطاء، والتحكم بالتدفق، والتحكم بالاختناق.
- إظهار كيفية انتقال البيانات من نقطة اتصال إلى نقطة اتصال أخرى باستخدام تقنيات تبديل الدارات أو تبديل الرزم .
- التعريف بنظام التعدد الذي يُتيح إرسال عدة إشارات عبر قناة اتصال واحدة.
- تقديم موضوع إدارة الشبكة الذي يهتم بترتيب وتهيئة نظام الشبكة، ومراقبة حالته، والتعامل مع الأخطاء والأعطال وحالات التحميل الزائد، وحفظ السجلات المحاسبية، وتوفير الخدمات الأمنية للتحكم بالنفاذ والتحقق من هوية المستخدمين وسلامة المعلومات.

الفصل الثالث

شبكات تبديل الدوائر
Circuit Switching Networks

يختص هذا الفصل بتقديم "شبكات تبديل الدوائر"، حيث يبدأ بعرض لمبدأ تبديل الدوائر وفوائده، ويركز في هذا المجال على عامل "المشاركة" الفعّالة للدوائر (قنوات الاتصال) المتوفرة. ويتحدث الفصل عن بنية كل من شبكات الهاتف (الثابت)، وشبكات الجوال الخلوية واستخدامها لمبدأ تبديل الدوائر. ويتطرق الفصل أيضاء إلى تحليل أداء شبكات تبديل الدوائر ويُعطي العوامل والعلاقات المُرتبطة بذلك، كما يُقدم أمثلة توضيحية.

٣-١ مبدأ تبديل الدوائر وفوائده
Circuit Switching Principles and Benefits

سوف نطرح فيما يلي "**مبدأ تبديل الدوائر**" انطلاقاً من المفهوم الرئيس الذي يستند إليه، وهو مفهوم "**المشاركة** Sharing". ونتطرق أيضاً، في هذا الإطار، إلى موضوع المشاركة من خلال كل من أسلوب "**التقسيم الثابت** Fixed Division"، وأسلوب "**التقسيم الديناميكي** Dynamic Division" الذي يستخدمه مبدأ تبديل الدوائر. ونتطرق إلى فوائد هذا المبدأ وشروط استخدامه وفوائده.

3-١-١ مفهوم المشاركة

Principles of Sharing

إذا كان علم "**هندسة الاتصالات** Communications Engineering" يُركز أساساً على تصميم الوسائل التقنية اللازمة لتأمين "الاتصال" الآني، عبر قنوات سلكية أو لاسلكية، بين نقاط تختلف في أبعادها عن بعضها بعضاً، فإن علم "**هندسة الشبكات** Networks Engineering" يهتم بالعمل على استغلال هذه الوسائل لتوسيع نطاق الاتصال ليشمل أكبر عدد من المستخدمين، وبأدنى تكاليف ممكنة. والفكرة المركزية في هذا المجال هي "**مفهوم المُشاركة**"، حيث يسعى علم الشبكات إلى تطوير الأساليب وتصميم الوسائل التي تسمح لأعداد من المستخدمين باستخدام قنوات الاتصال، السلكية منها واللاسلكية، بشكل "مُشترك" يُحقق تطلعات هذا العلم. ويعتمد مبدأ "تبديل الدوائر على هذا المفهوم، وسوف نبين فيما يلي ذلك على مرحلتين:

- نُوضح في المرحلة الأولى منها موضوع المشاركة، التي تُعرف "**بالمشاركة الثابتة** Fixed Sharing" للمستخدمين، والتي تُستخدم في كل من أسلوب "**تعدد** (الاستخدام الناتج عن) **تقسيم التردد** Frequency Division Multiplexing: FDM"، وأسلوب "**تعدد** (الاستخدام الناتج عن) **تقسيم الزمن** Time Division Multiplexing: TDM".

- ونبين في المرحلة الثانية دور "**تبديل الدوائر** Circuit Switching: CS" في تحويل المشاركة "الثابتة" سابقة الذكر إلى مُشاركة "ديناميكية" أكثر كفاءة في تأمين الاتصال إلى أكبر عدد من المستخدمين، بأدنى تكاليف مُمكنة.

٣-١-٢ مفهوم التقسيم الثابت: تقسيم التردد وتقسيم الزمن
Principles of Fixed Division: *Frequency and Time*

في الشكل (٣-١) هناك "**N قناة**" يُفترض أنها تتصل إلى "**N مُستخدم**" يجري توصيلها عبر مقسم إلى قناة واحدة هي "**القناة المُشتركة**" التي يُطلب منها أن تنقل معلومات المُستخدمين، "N مُستخدم"، إلى نقطة أُخرى في مكان آخر. ويُمكن للمقسم أن يُنفذ المُشاركة المطلوبة بإحدى طريقتين: "**تعدد تقسيم التردد** FDM"، أو "**تعدد تقسيم الزمن** TDM". وتنتمي كل من هاتين الطريقتين إلى مبدأ التقسيم الثابت، كما هو موضح فيما يلي.

تعدد تقسيم التردد

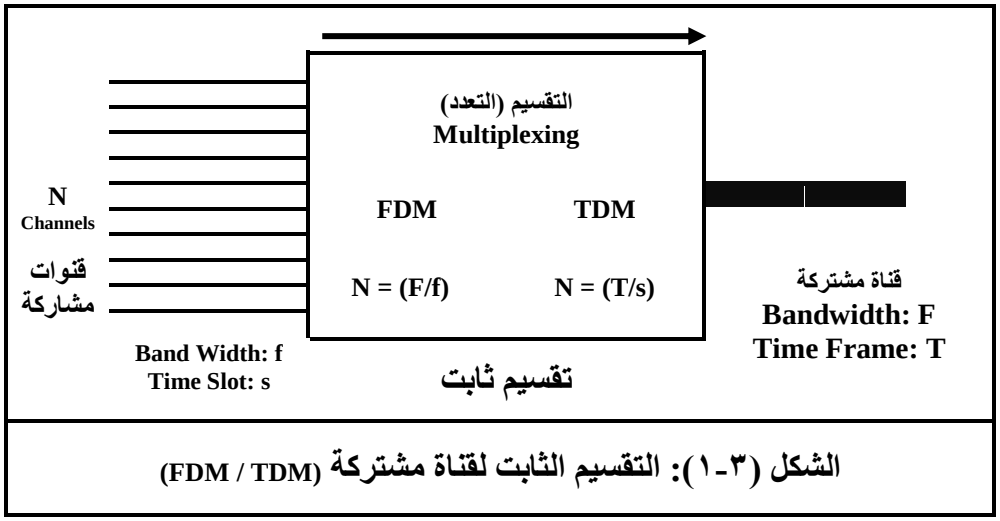
يقضي مبدأ تقسيم التردد بتقسيم "**عرض نطاق الترددات** Frequency Bandwidth" للقناة المشتركة "F (xHz)" إلى "N" نطاق فرعي، حيث يكون عرض النطاق الفرعي " f (xHz)" مساوياً لعرض نطاق القنوات المُشاركة، كما هو موضح بالعلاقة التالية:

$$N = F / f$$

تعدد تقسيم الزمن

يقضي مبدأ تقسيم الزمن بتقسيم "**الإطار الزمني** Time Frame" للقناة المشتركة " T (xSec)" إلى "N" "**جزء زمني Time Slot**"، حيث تكون قيمة الجزء الزمني الواحد "(xSec) s" كافية لعناصر القنوات المُشاركة، كما هو موضح بالعلاقة التالية:

$$N = T / s$$



الشكل (٣-١): التقسيم الثابت لقناة مشتركة (FDM / TDM)

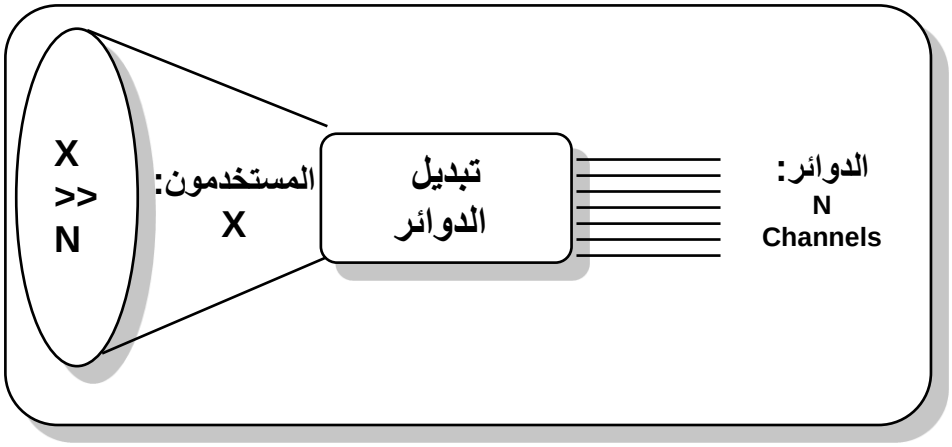
التقسيم الثابت

يُعتبر كل من التقسيمين السابقين تقسيماً ثابتاً، فالنطاق الترددي الفرعي "f" في حالة تقسيم التردد، والجزء الزمني الواحد "s" في حالة تقسيم الزمن، محجوز دائماً لقناة من القنوات المشاركة، سواء كانت هذه القناة المُشاركة مُستخدمة أو لم تكن كذلك.

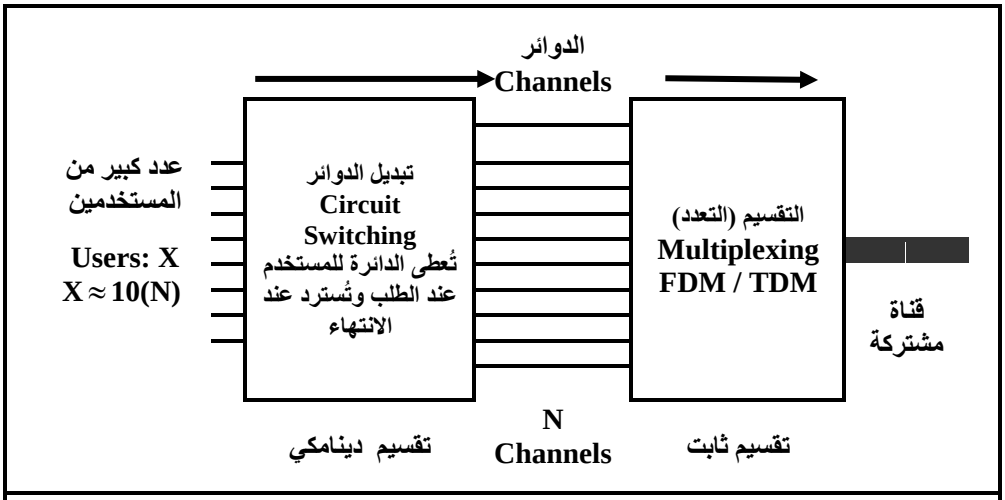
٣-١-٣ مفهوم التقسيم الدينامكي: تبديل الدوائر
Dynamic Division: Circuit Switching

يتلخص مفهوم "**التقسيم الديناميكي**" بإعطاء القناة للمستخدم خلال فترة الاستخدام فقط. فإذا كان لدينا عدد كبير من المستخدمين "X"، يفوق بكثير عدد القنوات "N"، بمعنى أن "X >> N"، فإن مقسم "تبديل الدوائر" يصل المستخدم إلى أي قناة متوفرة عند طلبه ذلك بغرض الاستخدام، ثم يقطع التوصيل عنه عند انتهاء الاستخدام، لتصبح القناة متوفرة لمستخدم آخر. وهكذا فإن مبدأ تبديل الدوائر يقوم بإدارة استخدام القنوات المتوفرة على أساس تقسيم ديناميكي، يمنع توصيل القنوات إلى المستخدمين إلا في حال طلب الاستخدام، مع العمل على قطع التوصيل عند انتهاء الاستخدام.

ويُوضح الشكل (٣-٢) مبدأ تبديل الدوائر، كما يُبين الشكل (٣-٣) تكامل مبدأ "**تبديل الدوائر** CS" مع كل من "مبدأ التقسيم الثابت **الترددي** FDM، ومبدأ التقسيم الثابت **الزمني** TDM".



الشكل (٣-٢): مبدأ تبديل الدوائر



الشكل (٣-٣): التقسيم الديناميكي باستخدام تبديل الدوائر (Circuit Switching)

ة

في حال مشغولية جميع قنوات تبديل الدوائر المتوفرة، فإن أي طلب استخدام يُقابل "بالرفض" أو ما يُسمى أيضاً "**بالاختناق** Congestion" ، نظراً لعدم توفر قناة توصيل. ومن المعروف أن مثل ذلك يُترجم عملياً في شبكات الهاتف، بالصوت الذي يقول "**لقد تعثر مرور مكالمتك**". ويجب أن تكون نسبة الرفض منخفضة كي يكون الأداء مرضياً للمستخدمين.

٣-١-٤ فوائد تبديل الدوائر

Benefits of Circuit Switching

يتميز مبدأ تبديل الدوائر بالكفاءة التي يُعطيها لاستخدام مجموعات من القنوات، حيث يُمكن طبقاً لهذا المبدأ استخدام هذه القنوات من قبل عدد كبير من المستخدمين يزيد كثيراً عن عدد القنوات (حوالي عشرة أضعاف). وبالطبع يجب في هذا الاستخدام أن تكون نسبة الرفض، بسبب مشغولية جميع القنوات، محدودة. ولابد في مثل هذه الحالة من أن يكون الطلب الصادر من المستخدمين على استخدام القنوات متقطعاً زمنياً (تقطعاً عشوائياً) ومحدوداً نسبياً. وهذا هو حال مستخدمي الشبكات الهاتفية، حيث يقومون باستخدام القنوات من خلال نظام "المُراقمة Dial-up" الذي يطلبون من خلاله الاستخدام فيحصلون على قنوات التوصيل المطلوبة، أثناء مكالماتهم، ثم تُحرر هذه القنوات عند انتهاء هذه المُكالمات.

وفي حال كون الاستخدام المطلوب من أحد المستخدمين مستمراً وبدون انقطاع، فإن مثل هذا المستخدم يحتاج إلى "**قناة مُستأجرة** Leased Line" وجاهزة للاستخدام بشكل دائم، لا تخضع لعمل تبديل الدوائر. وبالطبع تكون تكاليف مثل هذه القناة مرتفعة لأنها لا تخضع للمشاركة. ويحتاج إلى مثل هذه القناة أيضاً أولئك الراغبون في قنوات خاصة بهم يجدونها جاهزة في أي وقت، دون أي احتمال "للاختناق" أو الرفض.

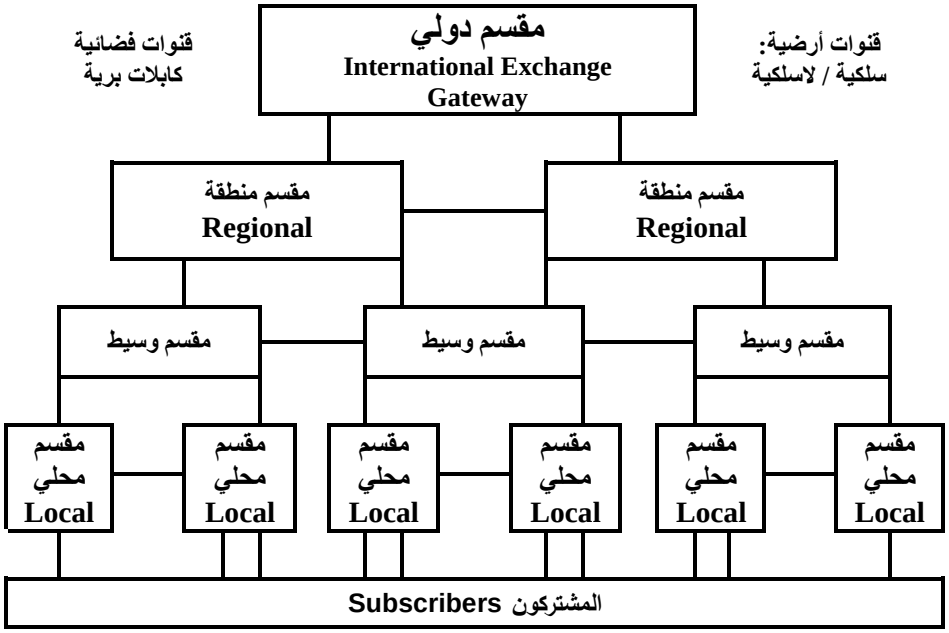
٣-٢ بُنية شبكات تبديل الدوائر
Circuit Switching Networks Architecture

تستخدم "**شبكات الهاتف**" الثابت و "**شبكات الجوال**" مبدأ تبديل الدوائر في تقديم خدمات الاتصال إلى مشتركيها. وسوف نطرح بُنى هذه الشبكات فيما يلي، ونبين كيفية استخدامها لمبدأ تبديل الدوائر.

٣-٢-١ شبكات الهاتف الثابت
Fixed Telephone Networks

يبين الشكل (٣-٤) بنية توصيلات شبكات الهاتف. وتأخذ هذه البنية شكلاً هرمياً قاعدته توصيلات المستخدمين إلى "المقاسم المحلية Local Exchanges"، ومنها تتكون الشبكات المحلية لمناطق الشبكة الهاتفية؛ وقمته توصيلات "**المقاسم الدولية** International Exchanges" التي تُعطي الشبكة الهاتفية الدولية. ومابين

التوصيلات المحلية والتوصيلات الدولية تأتي توصيلات المناطق على أكثر من مستوى ضمن الهيكل الهرمي للشبكة.



الشكل (٣-٤): بنية توصيلات شبكات تبديل الدوائر: شبكة هاتفية وطنية

و يُلاحظ من الشكل أن التوصيلات بين المقاسم قد تكون مُباشرة، أوقد تكون غير مباشرة عن طريق مقاسم أُخرى. ويؤدي ذلك إلى إعطاء "**وثوقية** Reliability" أكبر لعمل الشبكة، حيث يُقدم أكثر من طريق مُحتمل بين مقسمين. ويسمح ذلك بتوفير الاتصال بين المقاسم، حتى عند وجود عطل في أحد طرق التوصيل بينها.

ويتم تنفيذ المُكالمات عبر الشبكة الهاتفية من عبر المراحل الرئيسة التالية:

- **الجاهزية:** يقوم المُستخدم بتلقي إشارة الجاهزية، في حال جاهزية توصيلته إلى المقسم المحلي لدى رفع سماعة الهاتف.

- **المُراقمة:** انطلاقاً من تلقي إشارة الجاهزية، يقوم المُستخدم بالمُراقمة، أي بإدخال رقم الهاتف المطلوب الاتصال به، حيث يتم إرسال هذا الرقم إلى المقسم المحلي.

- **التوصيل:** يُحدد المقسم المحلي توجه التوصيلات ويعمل مع المقاسم الأخرى على تأمين قنوات متسلسلة تصل "الطالب" "بالمطلوب"، ويتم ذلك في كل مقسم من خلال عملية "**تبديل الدوائر**". إذا تم تأمين قنوات الاتصال، تُرسل إشارة "تنبيه" إلى "المطلوب" لتلقي المُكالمة، فإذا استجاب تجري متابعة المُكالمة، وتفعيل التوصيل عبر القنوات المتسلسلة. وإن لم يستجيب، يتم تحرير هذه القنوات، ويُلغى أمر المُكالمة. أما في حال عدم التمكن من تأمين قنوات التوصيل المطلوبة، تُرفض المُكالمة، ويسمع الطالب "لقد تعثر مرور مُكالمتك".

- **المُتابعة:** في حال نجاح التوصيل، عبر القنوات المتسلسلة بين المقاسم، تجري المحافظة عليه طيلة فترة المُكالمة.

- **النهاية:** عند الانتهاء وإعادة سماعة الهاتف إلى حالة السكون، يتلقى المقسم المحلي إشارة "نهاية المُكالمة"، ويعمل مع المقاسم الأخرى المرتبطة بالمكالمة على تحرير القنوات التي استخدمتها المكالمة، وتجهيزها لتنفيذ اتصالات هاتفية أُخرى.

٣-٢-٢ شبكات الهاتف الجوال
Mobile Telephone Networks

تعتمد شبكات الهاتف "**الجوال** Mobile" "**الخلوية** Cellular"، المتوفرة على نطاق واسع في مُختلف أنحاء العالم، على مبدأ تبديل الدوائر، في توصيل المكالمات من وإلى مشتركيها المتجولين. ودوائر التوصيل في هذه الحالة هي القنوات اللاسلكية التي تربط المشتركين بالمحطة الأرضية الأقرب إليهم في شبكات الجوال. وتحتاج مُكالمة مشترك الجوال إلى قناتين لاسلكيتين، يُرسل على أحدها إلى المحطة الأرضية، ويستقبل على الأخرى، وتشكل الاثنتان معاً الدائرة التي يحتاجها.

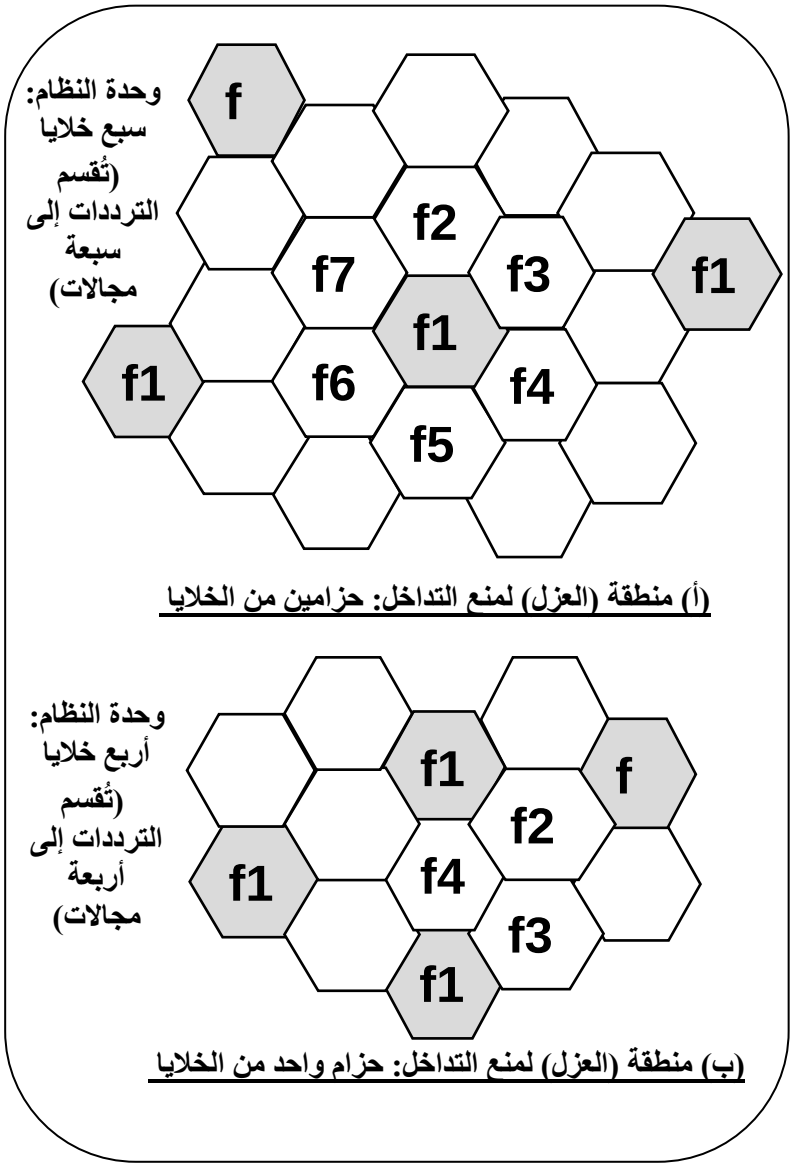
يُحقق النظام الخلوي تميزه، في تقديم خدماته إلى أعداد كبيرة من المشتركين، من خلال قدرته على إعادة استخدام الترددات المستخدمة قي منطقة معينة، في مناطق أُخرى "في ذات الوقت" بشرط توفر "عزل جُغرافي" يمنع حدوث "**تداخل** Interference" بين الإشارات المُرسلة على هذه الترددات. وتتوزع القنوات اللاسلكية المتوفرة

للاستخدام في أنظمة الجوال إلى "**سبع مجموعات**"، عند استخدام منطقة عزل تبلغ "**حزامين**" من الخلايا؛ وتتوزع هذه القنوات اللاسلكية إلى "**أربع مجموعات**"، عند استخدام منطقة عزل تبلغ "**حزاماً واحداً**" من الخلايا. ويوضح الشكل (٣-٥) ما سبق، ويبين الأمور الرئيسة التالية.

إعادة استخدام ترددات القنوات اللاسلكية

الهدف من مبدأ إعادة استخدام ترددات القنوات اللاسلكية هو توفير هذه القنوات لأعداد كبيرة من المستخدمين، على الرغم من محدودية الترددات اللاسلكية المُتوفرة (الدوائر). ويقضي هذا المبدأ بما يلي:

- تقسيم الترددات (القنوات المزدوجة أو الدوائر) إلى مجموعات.
- مجموعة ترددات القنوات المستخدمة في خلية لا يُمكن استخدامها في الخلايا المجاورة ولكن يُمكن استخدامها في الخلايا الأبعد.
- تستند مسألة إعادة استخدام الترددات إلى ضرورة وجود "عزل جغرافي" من الخلايا المجاورة يمنع حدوث تداخل بين الإشارات المُرسلة على الترددات المُعاد استخدامها.



الشكل (٣-٥): خلايا نظام الجوال: لكل خلية "محطة اتصال" تتصل إلى شبكة الهاتف، وتعمل وفق مبدأ تبديل الدوائر

- تستخدم الخلايا في منطقة العزل مجموعات من المجموعات الأخرى للقنوات.

العزل باستخدام حزامين من الخلايا

- يقضي العزل باستخدام حزامين من الخلايا بتقسيم الترددات إلى "سبعة أقسام"، توزع على سبعة خلايا مُتجاورة، وتُشكل وحدة "متكررة" لتكوين خلايا النظام.
- تُدعى الوحدة "المتكررة" لتكوين خلايا النظام، "**بوحدة النظام** System Unit".
- تستخدم وحدة النظام الواحدة كامل الترددات (القنوات) المتوفرة.

العزل باستخدام حزام واحد من الخلايا

تتكون وحدة النظام في هذه الحالة من أربع خلايا مُتجاورة.

٣-٣ أداء شبكات تبديل الدوائر
Circuit Switching Networks Performance

هناك ثلاثة عوامل رئيسة في تحديد الأداء: "**الطلب على الاستخدام** Use Demand"، و "**سعة الشبكة** Network Capacity"، و "**مقياس الأداء** Performance Measure". وسوف نتحدث فيما يلي عن كل من هذه العوامل.

٣-٣-١ الطلب على الاستخدام
Use Demands

يرتبط الطلب على الاستخدام بعاملين رئيسين: كمية ورود هذا الطلب أو عدد الطلبات خلال وحدة زمنية، والفترة الزمنية لخدمة الاتصال (احتلال دائرة) التي يحتاجها الطلب الواحد. ويتصف كل من إجراء ورود الطلبات، والمُدة الزمنية المطلوبة لخدمة الطلب "**بالعشوائية** Randomness" بمعنى أن الطلبات لا تأتي بمواعيد، بل قد تتراكم خلال فترة زمنية، ثم تنخفض خلال فترة أُخرى، ضمن مدى زمني مُحدد. كما أن المُدة الزمنية للخدمة قد تكون طويلة وقد تكون محدودة. وسوف نحاول صياغة هذا الأمر فيما يلي، مع بيان كيفية تقدير مُجمل الطلب على الاستخدام، أو ما يُعرف "**بحمل الاستخدام** Use Load"، أو "**الحركة** Traffic".

ورود المُكالمات (الطلب)

يكون **ورود المكالمات** (الطلب) عشوائياً يتراكم أحياناً ويقل أحياناً أُخرى ضمن فترة زمنية محددة، ولتكن وحدة الزمن المأخوذة في الاعتبار. وخلال هذه الفترة يُعبّر عن ورد المكالمات "**بمعدل الورود** R" أي بعدد المكالمات الواردة خلال وحدة الزمن. ويُعطى ذلك على النحو التالي:

R [calls / time unit]

مُدة المُكالمة

تكون مدة المكالمات، التي تُقدر بوحدة الزمن، عشوائية أيضاً، وغير محددة مُسبقاً، تزداد أحياناً وتقل أحياناً أُخرى. ولكن، كما هو الحال في ورود المُكالمات يُعبر عن هذه المدة "**بمتوسط مدة المكالمة الواحدة** D"، أي:

D [time units / call]

الوحدة الزمنية

تُعطى الوحدة الزمنية في شبكات تبديل الدوائر عادة "بالساعة". كما أن دراسات الأداء تُجرى عادة على "**ساعة المشغولية** Busy Hour"، أي الساعة التي تشهد أعلى حمل حركة، ضمن ساعات اليوم. وبالطبع إذا أمكن تحقيق أداء مقبول في هذه الساعة، يكون الأداء أفضل في الساعات الأخرى، بل إن "**المشتركين** Subscribers" يُشجعون، من قبل "**مُقدمي الخدمة** Service Providers" على زيادة أحمالهم في السعات الأخرى، عن طريق تخفيض أسعار المكالمات، كي يتحقق استخدام أفضل للشبكة.

الحمل (الحركة)

يُعبر عن الحمل، أو ما يُطلق عليه عادة "الحركة"، أو حمل الحركة، على النحو التالي:

A [unit-less (Erlang)] = R [calls / hour] . D [hours / call]

وعلى الرغم من أن هذا الحمل، كما هو واضح، لا وحدة قياسية له، إلا أنه اصطُلح إطلاق اسم العالم "**إيرلانج** Erlang" على هذه الوحدة، تقديراً لجهوده في تحليل

أحمال الحركة والأداء. ويُعبر "**الإيرلانج الواحد**" عن الحاجة إلى قناة اتصال (دائرة) مدة ساعة كاملة، وقد يكون ذلك مكالمة واحدة مدتها ساعة واحدة، أو عشر مكالمات مدة كل منها ست دقائق، أو عشرون مُكالمة مدة كل منها ثلاث دقائق، أو غير ذلك مما يجعل "الحمل A" مُساوياً الواحد الصحيح.

٣-٣-٢- سعة الشبكة

Network Capacity

في الحالة المبينة بالشكل (؟-٢)، تتمثل سعة الشبكة بعدد القنوات (الدوائر) المتوفرة لخدمة حمل المستخدمين، ويُرمز لها بالرمز: "N". وهذه هي سعة أحد اتجاهات مقسم في شبكة تبديل دوائر.

٣-٣-٣- مقياس الأداء

Performance Measure

يُقاس الأداء "بنسبة المكالمات المرفوضة" أو "نسبة الحمل المرفوض أو المُختنق" من الحمل الكلي. ومن وجهة نظر المُستخدم، يجب جعل هذه النسبة أقل ما يُمكن، للحد من رفض المُكالمات أو الحمل، ومن هذه النسبة، يُمكن حساب الحمل "المرفوض"، والحمل "المخدوم"، ومتوسط "مستوى استخدام" القناة الواحدة. وسوف نتحدث عن

هذه العوامل فيما يلي، وسوف نفترض أن جميع "القنوات N" "**مُتاحة لاستخدام جميع المشتركين** Fully-Available".

نسبة الحمل المرفوض: "الاختناق"

أوجد "إيرلانج" العالم الدانمركي "الاختناق B: Congestion" بدلالة "**الحمل** Traffic Load: A" و "**السعة:** N"، على أساس عشوائية الحمل كما هو موضح فيما سبق. وجاءت النتيجة على النحو التالي:

$$B = \frac{A^N / N!}{\sum_{i=0}^{i=N} (A^i / i!)}$$

وبذلك يكون "**الحمل المرفوض** Rejected Traffic Load":

$$J = B \,.\, A$$

ويكون "**الحمل المخدوم** Carried (Services) Traffic":

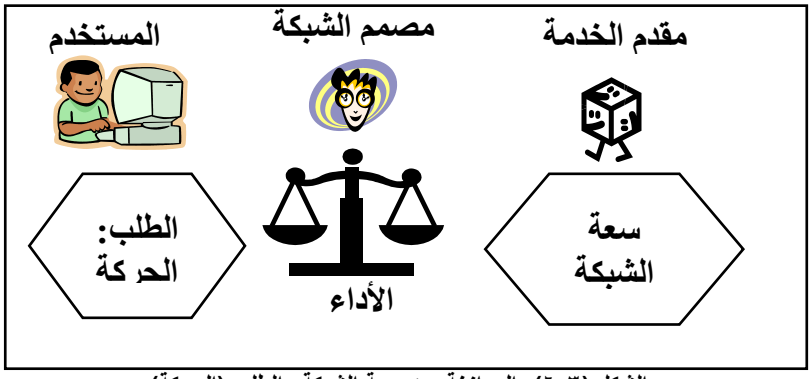
$$K = (1-B) \,.\, A = A - J$$

ويكون "**متوسط مشغولية القناة الواحدة** Average Channel Occupancy"

$$q = K / N$$

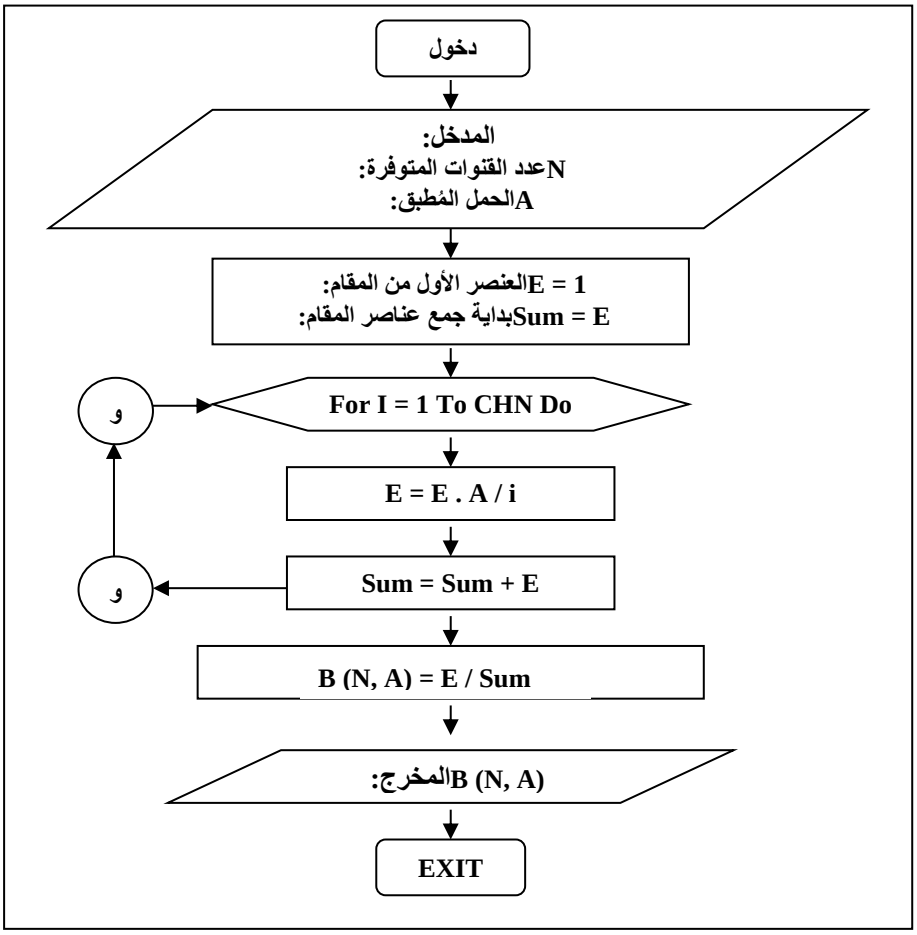
وتجدر الإشارة إلى أنه بينما يرغب "المستخدم" بانخفاض "الاختناق" الذي يتطلب "انخفاض الحمل"، يرغب "مُقدم الخدمة" "بارتفاع الحمل" لتحقيق "أرباح أكبر"، حتى وإن ارتفع الاختناق. ومن ناحية أخرى فإن ارتفاع الاختناق، سيؤدي بالمشترك إلى البحث عن مُقدم خدمة آخر (إن وُجد)، وبالتالي فإن مُقدم الخدمة حريص على عدم فقد زبائنه. ومن هنا يسعى مُقدم الخدمة إلى تحديد مستوى خدمة يُرضي المستخدم،

وفي نفس الوقت يُؤدي إلى مستوى معقول من الأرباح. ويوضح الشكل (٣-٦) ضرورة الموازنة بين مُتطلبات "المستخدم"، واحتياجات "مُقدم الخدمة".



الشكل (٣-٦): الموازنة بين سعة الشبكة والطلب (الحركة)

ويُعبر عامل "مستوى مشغولية القناة (الدائرة): q"، المُبين فيما سبق، عن مستوى الأرباح التي يُحققها مُقدم الخدمة، أي عن فاعلية الشبكة بالنسبة إليه. ولعله من المناسب في هذا الإطار بيان أن ازدياد "عدد القنوات المتوفرة: N"، يسمح بزيادة الحمل وبالتالي زيادة المشغولية، مع المحافظة على مستوى اختناق واحد. وتوضح الأمثلة، المُقدمة فيما سيأتي من الفصل، ذلك.



الشكل (٣-٧): حساب "الاختناق" من علاقة "إيرلانج".

٣-٣-٤ حساب مقياس الأداء
Computing Performance Measure

تتركز المشكلة الرئيسة لحساب الأداء في علاقة "إيرلانج" لحساب "الاختناق: B" بدلالة كل من "الحمل: A" و "عدد القنوات المتوفرة: N". ويُعطي الشكل (٣-٧) مخططاً انسيابياً لهذا الحساب يُمكن ترجمته بسهولة إلى برنامج حاسوبي، وتنفيذه على الحاسوب. أما باقي العلاقات فهي علاقات مباشرة، يُمكن بعد ذلك حسابها بسهولة.

٣-٤ أمثلة توضيحية
Illustrative Examples

في إطار ما تقدم، سنطرح فيما يلي أمثلة توضيحية لحساب أداء شبكات "تبديل الدوائر".

٣-٤-١ مثال (١)
Example (1)

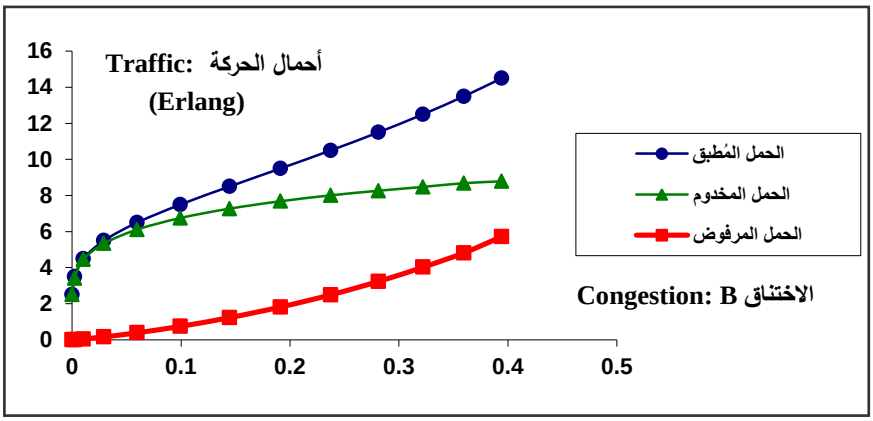
يهدف هذا المثال إلى توضيح تغيرات العوامل المرتبطة بحالة مجموعة دوائر مُتاحة لاستخدام جميع المشتركين المتصلين بها. ومن أجل ذلك يدرس المثال حالة

مجموعة دوائر يبلغ عدد دوائرها "N = 10"، ويبين تغير مستوى "الاختناق B" الناتج عنها مع تغير "حمل الحركة المُعطى أو المُطبق عليها A"، مُستخدماً في ذلك "علاقة إيرلانج" سابقة الذكر، ومنهجية المخطط الانسيابي المبين بالشكل (٣-٧) لحسابها. ويتطرق المثال أيضاً إلى ما ينتج عن ذلك من "حمل مخدوم K"، و"حمل مرفوض J".

ويُقدم الجدول (٣-١) نتائج المثال، ويُوضح الشكل (٣-٨) هذه النتائج. ويُلاحظ في هذا الشكل أن كلاً من الحمل المُعطى والحمل المرفوض يمكن أن يتزايد طردياً. لكن الحمل المخدوم يتجه نحو أقصى قيمة يُمكن أن يصل إليها نظرياً، أي K = 10 Erlang، حيث أن هذه القيمة هي أقصى قيمة يُمكن للدوائر N = 10 استيعابها. "فالإيرانج" الواحد، كما رأينا سابقاً، هو مشغولية دائرة واحدة طيلة فترة وحدة الزمن، أي الساعة الواحدة.

A (Erlang)	B	K (Erlang)	J (Erlang)	A (Erlang)	B	K (Erlang)	J (Erlang)
2.5	0.0002	2.4995	0.0005	**9.5**	0.1914	7.6817	1.8183
3.5	0.0023	3.4195	0.0080	**10.5**	0.2374	8.0073	2.4927
4.5	0.0105	4.4527	0.0472	**11.5**	0.2874	8.2635	3.2326
5.5	0.0293	5.3388	0.1611	**12.5**	0.3220	8.4750	4.0250
6.5	0.0598	6.1113	0.3887	**13.5**	0.3596	8.6818	4.8181
7.5	0.0995	6.7537	0.7462	**14.5**	0.3942	8.7841	5.7159
8.5	0.1446	7.2709	1.2291				

الجدول (٣-١): أداء مجموعة دوائر N = 10.



الشكل (٣-٨): العلاقة بين أحمال الحركة والاختناق

٣-٤-2- مثال (٢)

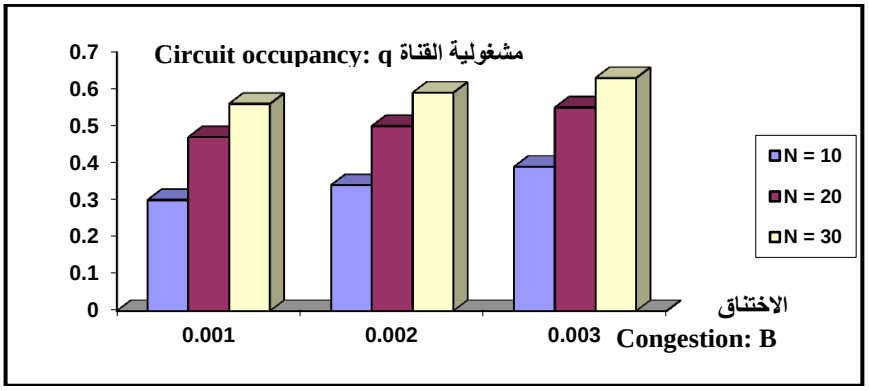
Example (2)

يتقدم هذا المثال، عن المثال السابق، خطوة أخرى إلى الأمام. ويهدف إلى دراسة مجموعات ذات أعداد مختلفة من الدوائر، من أجل توضيح الاختلافات الناتجة عن ذلك. ويبلغ عدد دوائر المجموعات التي جرى أخذها في الاعتبار: N = 10، N = 20، و N = 30. وفي هذا الإطار تم تغيير "الحمل المُطبق على كل منها A" بحيث لا يرتفع "الاختناق B" كثيراً، كما هو الحال في المثال التوضيحي السابق، لأن الاختناق في الحالات العملية يجب أن يبقى مُنخفضاً إلى أقصى حد ممكن، بما لا يُزعج المشتركين.

يُعطي الجدول (٣-٢) نتائج المثال من أجل ثلاثة مستويات من الاختناق (B = 0.001, 0.002, 0.005)، لكل من مجموعات الدوائر (N = 10, 20, 30). وتشمل النتائج أخذ "متوسط مشغولية الدائرة الواحدة q" في الاعتبار. وتبين النتائج، الموضحة أيضاً بالشكل (٣-٩)، أن مجموعة الدوائر الأكبر تُعطي مشغولية أعلى للدوائر من المجموعة الأصغر، من أجل ذات المستوى من الاختناق.

N	A (Erlang)	B	J (Erlang)	K (Erlang)	q (Erlang)
N=10	**3.09**	0.001	0.00309	3.08691	0.3
	3.43	0.002	0.00686	3.42314	0.34
	3.96	0.005	0.0198	3.9402	0.39
N=20	**9.41**	0.001	0.00941	9.40059	0.47
	10.07	0.002	0.02014	10.04986	0.5
	11.1	0.005	0.0555	11.0445	0.55
N=30	**16.7**	0.001	0.0167	16.6833	0.56
	17.7	0.002	0.0354	17.6646	0.59
	19	0.005	0.095	18.905	0.63

الجدول (٣-٢): أداء ثلاث مجموعات من الدوائر.



الشكل (٣-٩): العلاقة بين مشغولية القناة والاختناق من أجل أعداد مختلفة من الدوائر

وبناء على ما سبق، فإن مجموعات الدوائر الأكبر تُعطي مردوداً أفضل لمقدم الخدمة، طبعاً في حال وجود عدد كاف من المشتركين، يُطبقون حمل حركة كاف على هذه المجموعات التي تُعطي الخدمة المطلوبة.

٣-٥ الخُلاصة

Remarks

بين هذا الفصل "**مبدأ عمل شبكات تبديل الدوائر**" والمشاركة الديناميكية التي تُقدمها للمشتركين في الدوائر المتوفرة، بحيث تؤمن الخدمة إلى عدد كبير منهم باستخدام عدد محدود من القنوات. وأوضح الفصل استخدام هذا المبدأ في شبكات "**الهاتف الثابت**"، وشبكات "**الهاتف الجوال**". كما أعطى الفصل أيضاً تحليلاً لمسألة التوازن بين "**حمل الحركة**" المطبق على مقاسم تبديل الدوائر و"**عدد الدوائر**" المتوفرة بحيث يكون الأداء، الذي يُقاس بنسبة "**اختناق**" المُكالمات، مُرضياً للمشتركين من ناحية،

ولمُقدم الخدمة من ناحية أخرى. وأوضح الفصل أن "**المجموعات الكبيرة**" من الدوائر تُعطي مُقدم الخدمة مردوداً أفضل، إذا كان لديه عدد كاف من المشتركين يولدون أحمال حركة عالية. ويأمل الفصل أن يكون قد قدم للقارئ الكريم "**الأسس**" التي تسمح له بالتعامل مع شبكات تبديل الدوائر، والتعمق أكثر في جوانبها التفصيلية المُختلفة.

الفصل الرابع

شبكات التخزين والإرسال
Store-and-Forward Networks

يهتم هذا الفصل بموضوع "شبكات التخزين والإرسال"، التي تشمل "شبكات تبديل الرزم Packet Switching" التقليدية، وشبكات "ترحيل الأُطر Frame Relay" وشبكات "ترحيل الخلايا Cell Relay" المرتفعة السرعة، حيث تعمل جميع هذه الشبكات طبقاً لمبدأ "التخزين والإرسال". يبدأ الفصل بعرض لهذا المبدأ وفوائده، ويُركز في هذا المجال على عامل "المشاركة" الفعّالة التي يُقدمها. ويتحدث الفصل عن البنية العامة للشبكات، وعمل التخزين والإرسال فيها، والمعايير الدولية، ومعايير الإنترنت المُرتبطة بها. ويتطرق الفصل أيضاء إلى الشبكات السريعة. ويُقدم تحليلاً لأداء شبكات التخزين والإرسال ويُعطي العوامل والعلاقات المُرتبطة بذلك، كما يُقدم أمثلة توضيحية.

٤-١ مبدأ التخزين والإرسال وفوائده
Store-and-Forward Principles and Benefits

يستند "مبدأ التخزين والإرسال" إلى مفهوم "**المشاركة الديناميكية**"، ولكن بأسلوب مختلف عن أسلوب "مبدأ تبديل الدوائر". ويسمح هذا المبدأ لعدد من المستخدمين المتصلين إلى مقسم التخزين والإرسال "بالاشتراك" في استخدام قناة واحدة، بشرط أن

يكون للمستخدم المُشترك، عند الاشتراك، رسالة يُطلب إرسالها عبر القناة المُشتركة. بمعنى عدم التفريط بأي جزء من سعة القناة المُشتركة، لأي مُستخدم متوقف عن العمل، وهنا يأتي تنفيذ الفكرة الديناميكية في المُشاركة.

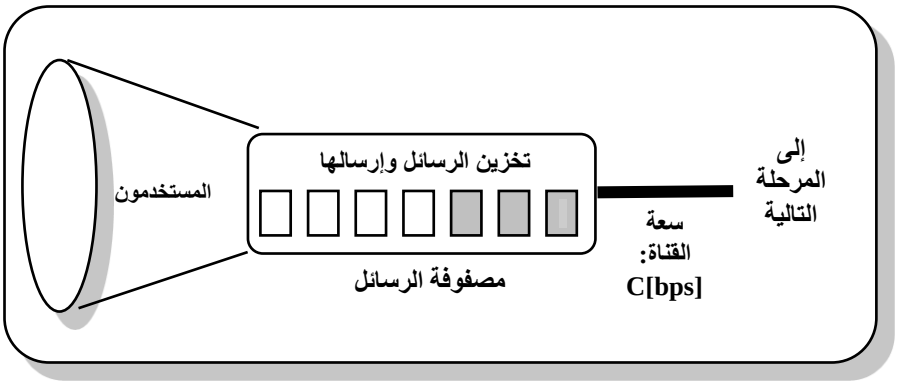
٤-١-١ تنفيذ مبدأ التخزين والإرسال
Store-and-Forward Implementation

يجري تنفيذ مبدأ التخزين والإرسال طبقاً للشكل (٤-١)، وسوف نُتابع كيفية هذا التنفيذ من خلال "**رحلة رسالة**" تبدأ بورودها إلى مقسم التخزين والإرسال، وتنتهي بوصولها إلى مقسم التخزين والإرسال التالي، في رحلتها عبر الشبكة.

ورود الرسالة Message Arrival

تصل "الرسالة" إلى مقسم التخزين والإرسال بالشكل المطلوب إرساله، وتتكون عادة من جزأين، كما هو موضح بالشكل (٤-٢):

- "**بيانات الرسالة** Data"، وتشمل المعلومات المطلوب إرسالها.
- و "**رأس الرسالة** Header" الذي يُشير على: عنوان المُرسل، وعنوان المُرسل إليه، وإضافات ترتبط بالتحكم بعمل الشبكة.



الشكل (٤-١): مقسم تخزين الرسائل وإرسالها

رأس "الرسالة": عناوين: المُرسل والمُستقبل / التحكم بعمل الشبكة	"بيانات" الرسالة: المعلومات
Header	**Data: Information**

الشكل (٤-٢): تكوين الرسالة.

المُعالجة Processing

تتضمن معالجة "الرسالة" تحديد خط سيرها، مع تحديد القناة التي يجيب توجيهها إليها، فقد يكون لدى المقسم أكثر من قناة "مُشتركة" في أكثر من اتجاه، وليس قناة واحدة كما هو الحال في الشكل (٤-١).

التخزين Storage

بنتيجة المُعالجة يجري تخزين "الرسالة" في "صف انتظار" يرتبط بالقناة "المشتركة" التي ستُرسل عبرها.

الانتظار Waiting

تنتظر "الرسالة" في "صف الانتظار" إرسال ما سبقها من رسائل، وردت من مستخدمين آخرين، في هذا الصف.

الإرسال Transmission

عندما تصبح "الرسالة" في الموقع الأول من المصفوفة، وينتهي إرسال ما سبقها من رسائل، يجري "إرسال الرسالة" عبر القناة المُشتركة.

الانتشار Propagation

بعد بث "الرسالة" على القناة المُشتركة يبقى عليها أن تنتشر (تُسافر) سلكياً أو لاسلكياً، تبعاً لطبيعة القناة، من المقسم الذي أُرسلت منه إلى المقسم التالي.

٤-١-٢ أساليب تنفيذ التخزين والإرسال
Store-and-Forward Implementation Techniques

يُستخدم مبدأ التخزين والإرسال بأساليب مُتعددة تختلف تبعاً لثلاثة عوامل رئيسة:

- عامل "**طبيعة الرسالة**"، بمعنى "طول الرسالة"، وكون هذا الطول ثابتاً أو متغيراً، وبمعنى كون "معلومات" الرسالة المُرسلة هي كامل المعلومات التي وضعها المُرسل فيها (الرسالة هي وحدة مادية مُتكاملة)، أم جزء منها (الرسالة هي وحدة منطقية، لكنها لا تتمتع بمعنى مادي مُتكامل).
- عامل "**أسلوب تعامل الشبكة**" من حيث التدقيق في أمنها والحرص على وصولها سليمة دون مشاكل. ويرتبط ذلك "ببروتوكولات الشبكات" التي سنتحدث عنها في البند القادم الخاص "ببنية شبكات التخزين والإرسال".
- وعامل "**القناة المُستخدمة**" في نقل الرسالة، ومدى سرعتها.

وسنبين فيما يلي أساليب استخدام مبدأ التخزين و الإرسال في الشبكات المُختلفة.

تبديل الرسائل Message Switching

"تبديل الرسائل" هو أول أساليب التخزين والإرسال، حيث كان يجري التعامل مع الرسائل الصادرة عن المستخدمين بشكلها الأصلي كوحدة مادية مُتكاملة، وكانت القنوات المُستخدمة مُنخفضة السرعة.

تبديل الرُزم Packet Switching

في "تبديل الرُزم" تم وضع حدود لطول الرسائل، وكانت الرسائل تُقسم إلى وحدات، تُدعى "رُزم Packets"، ثم يتم إرسال الرُزم طبقاً لمبدأ التخزين والإرسال. ومن

أبرز أمثلة تبديل الرزم "شبكات X.25" التي تستند إلى المعايير الدولية، وكانت تُستخدم، في الغالب، عبر قنوات سعتها "64 kbps".

ترحيل الأُطر Frame Relay

يُشابه أسلوب "ترحيل الأُطر" أسلوب تبديل الرزم من حيث كون الرسائل محدودة الطول، وتُدعى "أُطر Frames". ويختلف عن تبديل الرزم في قواعد البروتوكولات المُستخدمة، وقد جرى استخدام هذا الأسلوب في قنوات أعلى سرعة مثل "القناة E-1 التي تبلغ سعتها 2 Mbps"، و "القناة T-1 التي تبلغ سعتها 1.5 Mbps".

ترحيل الخلايا Cell Relay

صُمم أسلوب "ترحيل الخلايا " أساساً لنقل "معلومات الوسائط المُتعددة Multimedia" على قنوات عالية السعة مثل قنوات الألياف البصرية. ويتميز هذا الأسلوب برسائل "ثابتة الطول" وبروتوكولات مُختلفة.

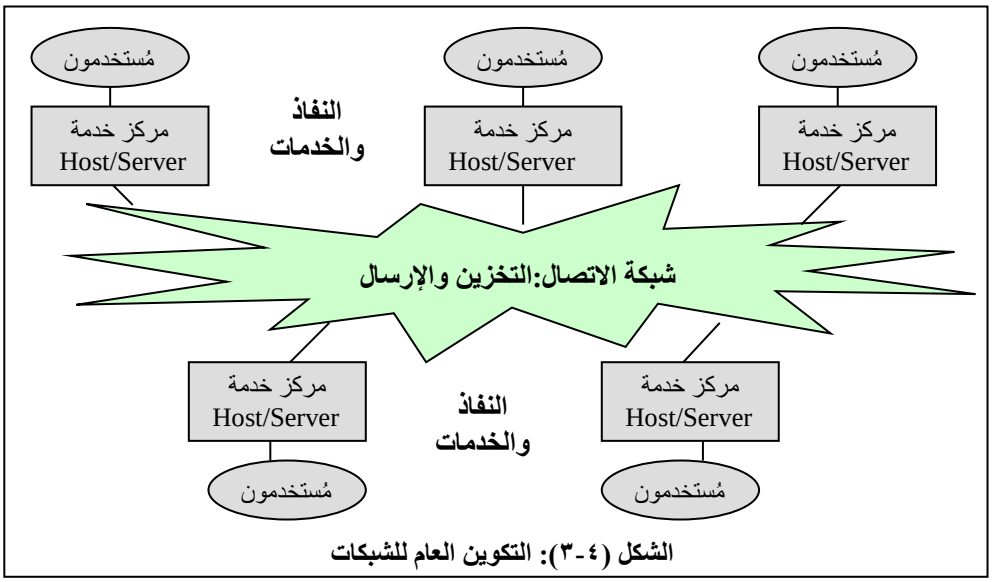
4-٢ بُنية شبكات التخزين والإرسال
Store-and-Forward Networks Architecture

يُمكن شرح بُنية شبكات التخزين والإرسال من خلال بيان "**التكوين العام**" لهذه الشبكات، واستعراض "**طرق عملها**"، وتوضيح "**بروتوكولات التعامل**" بين أطرافها المختلفة، طبقاً للمواصفات الدولية.

٤-٢-١ التكوين العام

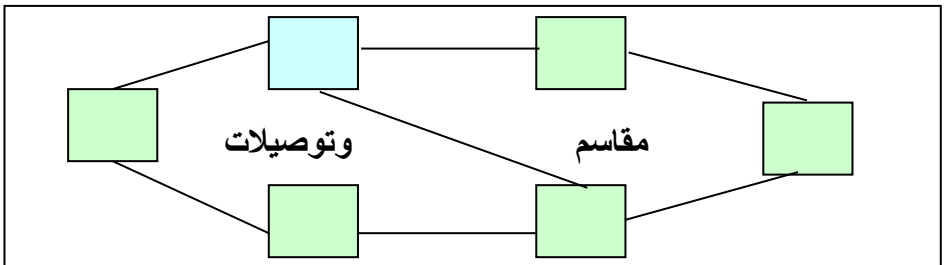
General Structure

تقوم شبكات التخزين والإرسال بتأمين الاتصال بين "**مراكز خدمات الشبكة** Hosts /Servers" المتباعدة، التي يتصل إليها المُستخدمون، والتي تُقدم خدمات المعلومات على الشبكة، كما هو موضح بالشكل (٤-٣). ومن هذا المُنطلق تُقسم شبكات المعلومات عادة إلى قسمين رئيسين:



الشكل (٤-٣): التكوين العام للشبكات

- القسم الأول هو "**شبكة الاتصال**" التي تتكون من "مقاسم تخزين وإرسال Store-and Forward Nodes" وتوصيلات فيما بينها عبر قنوات سلكية أو لاسلكية. وتُسمى هذه الشبكة أيضاً "**شبكة الاتصال الفرعية** Communications Sub-Network" أو "**شبكة العامود الفقري** Backbone Network" لأنها جوهر جعل الشبكة حقيقة واقعة، ويبين الشكل (٤-٤) مثالاً لهذه الشبكة.



الشكل (٤-٤): شبكة اتصال: تخزين وإرسال (عمود فقري)

- أما القسم الثاني فهو "**شبكة أو شبكات النفاذ والخدمات الفرعية** Access and Services Sub-Network". ويتكون هذا القسم من مجموعات من المُستخدمين الموصلين إلى "**مراكز خدمات الشبكة** Servers / Hosts" التي تتصل إلى مقاسم التخزين والإرسال في شبكة الاتصال.

وتجدر الإشارة إلى أن شبكة الاتصال التي تعمل على توصيل المواقع المطلوبة قد تكون محلية (LAN)، أو في إطار مدينة (MAN)، أو واسعة (WAN) تمتد على مستوى دولة أو حتى على مستوى العالم، كما هو مُعرّف في الفصل الثاني. ويُعطي الشكل (٤-٤) توصيلات لشبكة اتصال من نوع التوصيل العام أو "المُختلط Mesh" وهو

التوصيل غير المُحدد بشكل أو أسلوب معين. وسوف نتحدث في الفصل القادم عن أنواع التوصيلات المُختلفة الأخرى للشبكات.

وننتقل بعد هذه اللمحة حول التكوين العام لشبكات المعلومات، ومكانة "التخزين والإرسال" كعامود فقري فيها، إلى مناقشة كيفية عمل الشبكات والبروتوكولات التي تنفذها.

٤-٢-٢ بروتوكولات الشبكات
Network Protocols

يُحدد "**البروتوكول**" طريقة الاتصال بين طرفين. ونظراً لأن استخدام شبكات المعلومات يتم عبر رسائل، وليس من خلال اتصال صوتي مباشر بين الأشخاص، فإن الأطراف التي يتم بينها التواصل ليست سوى أجهزة (آلات). ومن هذا المُنطلق فإن ذلك يتطلب "**بروتوكولات مُعقدة**"، خصوصاً إذا أُريد لعمل الشبكة أن يكون "ذكياً وفعّالاً".

ولأن البروتوكولات المطلوبة ذات طبيعة مُعقدة، فقد جرى "**تقسيمها إلى أجزاء**" من مبدأ "فرق تسد" لتسهيل تصميمها وتنفيذها وإدارتها. وقد جرى هذا التقسيم إلى "**طبقات**" ليُناسب تكوين الشبكة، ابتداءً من مستوى المُستخدم وانتهاء بالتوصيلات ضمن شبكة التخزين والإرسال. وقد استخدمت شبكات كثيرة هذا الأسلوب بطرق مُختلفة، بما في ذلك الإنترنت. وتُعتبر "بروتوكولات الشبكات التي أصدرتها المنظمة

الدولية للمواصفات المعيارية ISO: International Standards Organization"، والتي تُدعى "**توصيلات النظام المفتوح** OSI: Open System Interconnection"، البروتوكولات المرجعية التي يتم على أساسها دراسة مختلف البروتوكولات المُستخدمة عملياً.

تنقسم "**بروتوكولات** ISO-OSI" إلى "سبع طبقات" كما هو موضح بالشكل (٤-٥). ويبين الشكل أن "الطبقات الثلاث" الأولى ابتداءً من الأسفل ترتبط بالقسم الأول من الشبكة الموضح بالشكل (٤-٣)، أي بشبكة الاتصال، شبكة التخزين والإرسال، بينما ترتبط الطبقات العليا بالقسم الثاني من الشبكة الخاص بالنفاذ والخدمات. ويُبين الشكل (٤-٥) أن الرسائل ترتبط بجميع الطبقات عند نقطتي "المصدر" و "المقصد"، لكنها ترتبط بالطبقات الثلاث الأولى فقط، في المحطات التي تمر بها، مروراً فقط، عبر شبكة التخزين والإرسال بينهما.

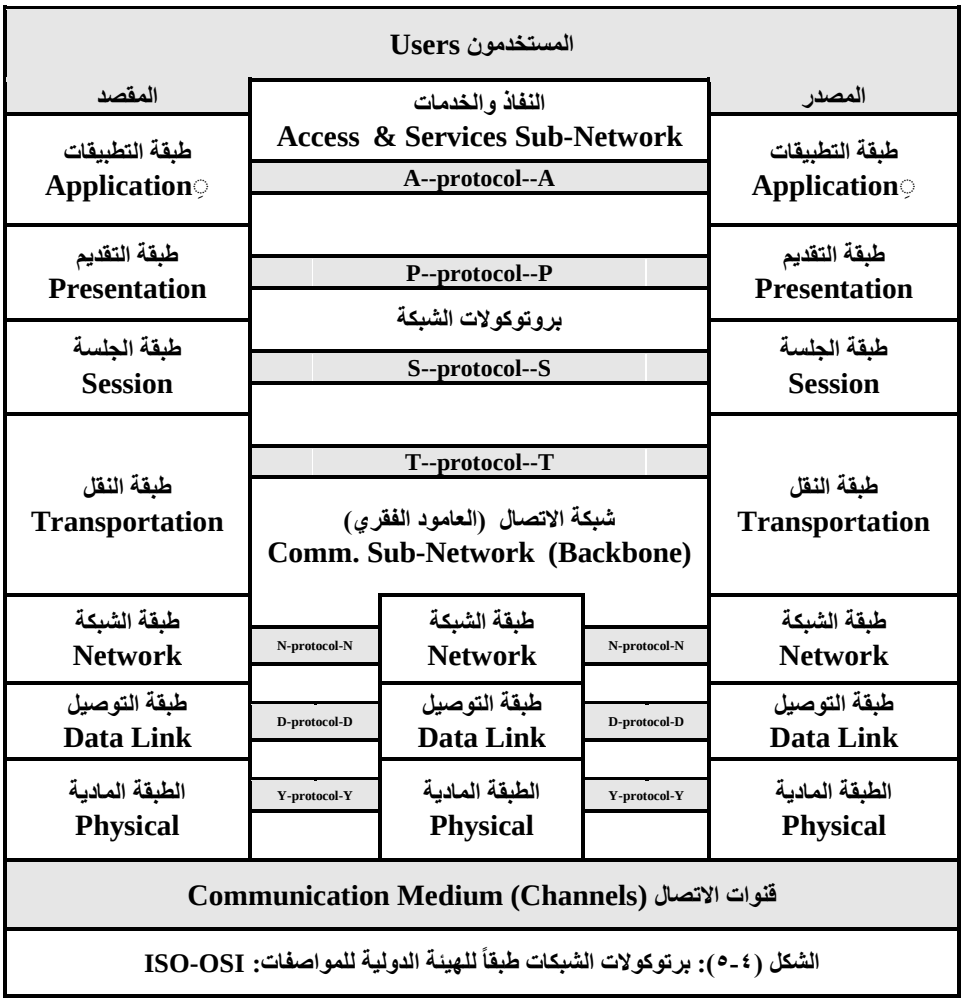
وسوف نستعرض فيما يلي الوظائف التي تقوم بها كل من بروتوكولات الطبقات السبع.

الطبقة المادية Physical Layer

"الطبقة المادية" هي الطبقة المسئولة عن التوصيل إلى قناة الاتصال. وتتضمن واجهة توصيل بيني توضع لها خصائص كهربائية وخصائص ميكانيكية. ومن أمثلتها "واجهة التوصيل البيني RS 232"، التي كانت مُستخدمة سابقاً على نطاق واسع، وواجهات التوصيل البيني الحديثة الأخرى.

طبقة التوصيل Data-Link Layer

"طبقة التوصيل " هي الطبقة المسئولة عن تأمين اتصال سليم، وبدون أخطاء من نقطة إلى النقطة التي تليها، أي التوصيل بين مقسمين مُتتاليين.



الشكل (٤-٥): برتوكولات الشبكات طبقاً للهيئة الدولية للمواصفات: ISO-OSI

طبقة الشبكة Network Layer

"طبقة الشبكة" هي الطبقة المسئولة عن تأمين الاتصال عبر "شبكة الاتصال: شبكة التخزين والإرسال" بين "مصادر Sources" الرسائل و "مقاصدها Destination". ويتضمن عملها التعامل مع "عناوين Addresses" مراكز الشبكة، وتحديد "مسارات Routes" الرسائل عبرها بين مصادرها ومقاصدها.

طبقة النقل Transport Layer

"طبقة النقل" هي الطبقة المسئولة عن تأمين الاتصال ونقل الرسائل، بدون أخطاء، بين "مركز خدمة المُرسل، ومركز خدمة المُستقبل Host-to-Host".

طبقة الجلسة Session Layer

"طبقة الجلسة" هي الطبقة المسئولة عن تلبية متطلبات المُستخدم وخدمته باستخدام الطبقات السابقة. ويشمل ذلك تأمين الاتصال وإدارته وإنهائه.

طبقة التقديم Presentation Layer

"طبقة التقديم" هي الطبقة المسئولة عن تمثيل المعلومات، تبعاً لحاجة الشبكة، بما يشمل "ترميز Coding" المعلومات، و "ضغطها Compression"، و "تعميتها أو تشفيرها Encryption"، إضافة إلى "الترجمة بين الرموز المُختلفة Translation".

طبقة التطبيقات Application Layer

"طبقة التطبيقات" هي الطبقة التي يتعامل معها المُستخدم مباشرة، وتشمل تمكين المُستخدم من "النفاذ Access" إلى الشبكة، و "اختيار الخدمة Service Selection" التي يُريد، وتحديد توجه رسائله، والتعامل مع الصادر منه والوارد إليه.

<table dir="rtl">
<tr><td>ISO-OSI</td><td colspan="3">"الإنترنت"</td></tr>
<tr><td>التطبيقات</td><td rowspan="3">الطرفية الافتراضية
TELNET</td><td rowspan="3">خدمات المواقع "الويب"
HTTP</td><td rowspan="3">البريد الإلكتروني
SMTP</td></tr>
<tr><td>التقديم</td></tr>
<tr><td>الجلسة</td></tr>
<tr><td>النقل</td><td colspan="3">برتوكول التحكم بالنقل:
Transfer Control Protocol</td></tr>
<tr><td>الشبكة</td><td colspan="3">برتوكول الإنترنت:
IP: Internet Protocol
الإصدار الأحدث: IP v.6</td></tr>
<tr><td colspan="4">طبقة التوصيل Data Link Layer</td></tr>
<tr><td colspan="4">الطبقة المادية Physical Layer</td></tr>
</table>

الشكل (٤-٦): بروتوكولات الإنترنت

تُستخدم برتوكولات ISO-OSI السبع "**كنموذج مرجعي**" لدراسة ومقارنة البروتوكولات المُستخدمة عملياً. ولعل أشهر البروتوكولات المستخدمة عملياً بروتوكولات "**الإنترنت: TCP-IP**". وتشهد هذه البروتوكولات تحديثاً مستمراً يُعزز إمكاناتها. ويبين الشكل (٤-٦) هذه البروتوكولات بالمقارنة مع "بروتوكولات ISO-OSI". ويُظهر الشكل أن برتوكولات الإنترنت هي بروتوكولات وسطية يُمكن أن تعمل مع أنواع مُختلفة من بروتوكولات "الطبقة المادية وطبقة التوصيل". ويضاف إلى ذلك أن لديها "برتوكولات

خدمات" عند الطبقات العليا أبرزها "خدمات البريد الإلكتروني" وخدمات "مواقع الويب" التي بدأت تتوسع لتصبح مراكز لكل من "الحكومة الإلكترونية" و "التجارة الإلكترونية".

٤-٣ الشبكات السريعة

High-Speed Networks

تتميز الشبكات السريعة بالقنوات السريعة التي تستخدمها، بالمقارنة مع قنوات الشبكات الأخرى. وتختلف بالتالي في "**سرعة إرسال الرسائل**" عبر هذه القنوات. كما تختلف في "**البروتوكولات**" التي تستخدمها. هذا ما يطرحه هذا البند فيما يلي.

٤-٣-١ قنوات الشبكات

Network Channels

لتوضيح تميز القنوات المعيارية الدولية والأمريكية السريعة، يُعطي الجدول (٤-١) أمثلة حول القنوات المعيارية الرئيسة، الدولية منها والأمريكية، بما يتضمن: "**القنوات التماثلية** Analog Channels"، و"**القنوات الرقمية** Digital Channels" المعتادة، و"**قنوات الألياف البصرية** Optical Channels" السريعة. ويلاحظ اختلاف معايير القنوات الأمريكية عن الدولية بالنسبة للقنوات الرقمية المُعتادة، وقنوات الألياف البصرية السريعة. و يُدعى النظام الدولي للقنوات السريعة "**التقسيم الهرمي الرقمي المُتزامن** SDH: Synchronous Digital Hierarchy"، ويُرمز لقنواتها "**بالرمز** STM". أما النظام

الأمريكي المكافئ فيُدعى "**الشبكة البصرية المُتزامنة** SONET: Synchronous Optical Network"، ويُرمز لقنواتها "**بالرمز** OC".

القنوات "التماثلية Analog" المعيارية الدولية	
القناة	**عرض النطاق الترددي**
القناة الصوتية Voice Grade	4 kHz
المجموعة Group	12 x 4 = 48 kHz
المجموعة العليا Super Group	5 x 48 = 240 kHz
المجموعة الرئيسة Master Group	5 x 240 = 1.2 MHz

القنوات "الرقمية Digital" المعيارية الدولية والأمريكية			
الدولية		**الأمريكية**	
الأساس: PCM	**64 kbps**	**الأساس: PCM**	**64 kbps**
E-1	2 Mbps	T-1	1.5 Mbps
E-2	8.45 Mbps	T-2	6.3 Mbps
E-3	34 Mbps	T-3	45 Mbps

قنوات الألياف البصرية المعيارية الدولية والأمريكية (السريعة)			
الدولية SDH		**الأمريكية SONET**	
STM-1	155 Mbps	OC-1	52 Mbps
		OC-3	155 Mbps
STM-4	622 Mbps	OC-12	622 Mbps

الجدول (4-١): أمثلة القنوات المعيارية للشبكات.

٤-٣-٢ سرعة الإرسال

Transmission Speed

لبيان سرعة الشبكات السريعة بالمقارنة مع سرعة الشبكات الأُخرى، يُعطي الجدول (٤-٢) مقارنة في سرعة إرسال رسالة، مُحددة الطول، في قنوات مُتعددة، مُختلفة السرعة.

زمن إرسال رسالة طولها "١٠٢٤ بتة 1024 bits"		
زمن الإرسال = طول الرسالة \ سعة القناة	القناة	
	السعة	اسم القناة
64 (ms)	64 kbps	PCM
2.7 (ms)	1.5 Mbps	T-1
91 (µs)	45 Mbps	T-3
26 (µs)	155 Mbps	OC-3 : STM-1

الجدول (٤-٢): زمن إرسال رسالة واحدة في قنوات مُختلفة.

٤-٣-٣ بروتوكولات الشبكات السريعة

High-Speed Networks Protocols

تسعى الشبكات السريعة إلى نقل إشارات "**وسائط مُتعددة** Multimedia (صوت، وصورة، وبيانات)" بسرعة وكفاءة وفي وقت واحد باستخدام مبدأ "التخزين والإرسال" وفق أسلوب "**ترحيل الخلايا** Cell Relay". ومن أبرز بروتوكولات هذه الشبكات برتوكول "**أسلوب النقل غير المُتزامن**

ATM: Asynchronous Transfer Mode". ويبلغ طول الخلية (الرسالة / الرُزمة) الواحدة في هذا الأسلوب ثابت "53 bytes". ويُبين الشكل (٤-٧) أن هذا البرتوكول يقع عند "طبقة التوصيل"، وله طبقة موائمة لتسهيل استخدامه مع البروتوكولات العليا لشبكات مُختلفة، بما في ذلك "الإنترنت".

<table>
<tr><th>ATM:
Asynchronous Transfer Mode</th><th>ISO-OSI</th></tr>
<tr><td rowspan="4">البروتوكولات العليا</td><td>التطبيقات</td></tr>
<tr><td>التقديم</td></tr>
<tr><td>الجلسة</td></tr>
<tr><td>النقل</td></tr>
<tr><td>طبقة المواءمة Adaptation</td><td>الشبكة</td></tr>
<tr><td>طبقة ATM</td><td>التوصيل</td></tr>
<tr><td colspan="2">الطبقة المادية Physical Layer</td></tr>
</table>

الشكل (٤-٧): بروتوكولات ATM السريعة

ونظراً لأن "**برتوكول** ATM" يستخدم الألياف البصرية التي تُقاوم حدوث الأخطاء نتيجة "التشويش أو الضوضاء Noise" غير المقصودة، فإن هذا البروتوكول لا يتخذ إجراءات أمنية كإجراءات ISO-OSI، مما يؤدي إلى الحد من تعقيداته. ومع ذلك فإن الشبكات السريعة لا تنسى الإجراء الأمني الخاص بالتأكد من هوية كل من "**المُرسل والمُستقبل**"، عند نقطة استقبال الرسالة (المقصد).

٤-٤ أداء شبكات التخزين والإرسال
Performance of Store-and-Forward Networks

هناك ثلاثة عوامل رئيسة في تحديد الأداء: "**الطلب على الاستخدام** Use Demands"، و "**سعة الشبكة** Network Capacity"، و "**مقياس الأداء** Performance Measure". وسوف نتحدث فيما يلي عن كل من هذه العوامل.

٤-٤-١ الطلب على الاستخدام
Use Demands

يرتبط الطلب على الاستخدام بعاملين رئيسين: مُعدل ورود هذا الطلب أو عدد الطلبات، بمعنى "الرسائل"، المطلوب إرسالها خلال وحدة زمنية، إضافة إلى كمية المعلومات، بمعنى متوسط "طول الرسالة" الواحدة. ويتصف كل من إجراء ورود الرسائل، وطولها "**بالعشوائية** Randomness" بمعنى أن الرسائل لا تأتي في مواعيد محددة، بل قد تتراكم خلال فترة زمنية، ثم تنخفض خلال فترة أُخرى، ضمن مدى زمني مُحدد. كما أن الرسائل المطلوب إرسالها قد تكون طويلة، وقد تكون محدودة. وسوف نحاول صياغة هذا الأمر فيما يلي، مع بيان كيفية تقدير مُجمل الطلب على الاستخدام، أو "**حمل الاستخدام**"، أو "**الحركة** Traffic".

ورود الرسائل (الطلب)

والمقصود هنا أسلوب ورود الرسائل، ومعدل هذا الورود:

- أسلوب الورود يكون عشوائياً، يتراكم في فترات ويقل في فترات أُخرى ضمن فترة زمنية معينة.
- معدل ورود الرسائل هو عدد الرسائل الواردة في وحدة الزمن:

R [messages / time unit]

طول الرسالة

والمقصود هنا أطوال الرسائل الواردة، ومتوسط هذه الأطوال:

- أطوال الرسائل تكون عشوائية، تقصر وتطول وهي غير محددة مُسبقاً، ويُستثنى من ذلك رسائل (خلايا) أسلوب "**ترحيل الخلايا** Cell Relay"، حيث تكون الخلايا ذات طول ثابت.
- ويُعطى متوسط طول الرسالة الواحدة "بعدد البتات في الرسالة الواحدة":

M [bits / message]

الوحدة الزمنية

تُستخدم الثانية كوحدة أساسية لقياس الزمن.

حمل الاستخدام

- يُعطى حمل الاستخدام على النحو التالي:

F = R . M

- وتكون وحدة هذا الحمل هي:

F [(bit per second: bps]

٤-٤-٢ سعة الشبكة

Network Capacity

في الحالة المبينة بالشكل (٤-١)، يُرمز لسعة القناة المُستخدمة بالرمز: "C"، وتُقدر قيمتها بوحدة [bps].

؟-٤-٣ مقاييس الأداء

Performance Measures

يُقاس الأداء في شبكات "التخزين والإرسال" "**بالتأخير الزمني للرسالة الواحدة**"، وليس هناك "حمل مرفوض"، في حال إمكان تخزين عدد كبير جداً (لا نهائي) من الرسائل في مقاسم التخزين والإرسال. لكن التأخير الزمني قد يتجاوز الحدود، ويصل إلى ما لا نهاية، عندما يتجاوز الحمل إمكانات الإرسال عبر القناة. ويتكون التأخير الزمني للرسالة الواحدة من "**أربعة عناصر رئيسة**"، ترتبط بمراحل تنفيذ التخزين والإرسال، وتشمل ما يلي.

زمن المُعالجة Processing Time

تتعرض جميع الرسائل لتأخير زمني بسبب المعالجة، لكن هذا الزمن يكون صغيراً جداً، خصوصاً مع زيادة سرعة المعالجات. كما أنه لا يعتمد على "معدل ورود الرسائل"، ولا يُمكن التحكم به من خلال حمل الحركة أو سعة القناة، وليس له دور بالتالي في التوازن بينهما.

زمن الانتظار Waiting (Queuing) Time

يعتمد زمن انتظار الرسالة على كل من "حمل الحركة" و"سعة القناة C"، ويُعطى بالعلاقة التالية، التي تم الحصول عليها باستخدام "نظرية المصفوفات Queuing Theory"، وذلك من أجل "طول عشوائي للرسالة متوسطه M".

$$q = \frac{(R.M)/C}{(C/M) - R}$$

من أجل "طول ثابت للرسالة قدره M"، كما هو الحال في "ترحيل الخلايا"، يُصبح زمن الانتظار.

$$q(fixed) = (1/2).q$$

زمن الإرسال Transmission Time

زمن الإرسال هو زمن الخدمة التي تُقدمها القناة. ويرتبط بسعة القناة وطول الرسالة، ويُعطى بالعلاقة التالية.

$$s = M/C$$

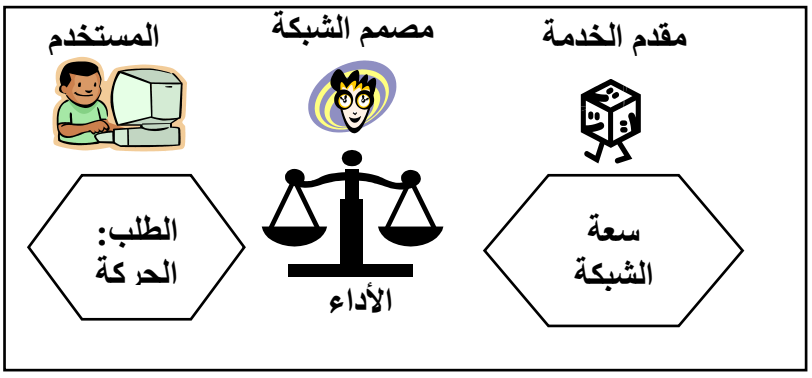
زمن الانتشار (Propagation)

تنتشر الرسالة بعد الإرسال، سلكياً أو لاسلكياً، تبعاً للقناة المُستخدمة. ويعتمد زمن الإرسال على "المسافة بين المُرسل الذي أرسل الرسالة والمستقبل في الطرف التالي الذي سيستقبلها L"، وعلى "سرعة الانتشار v"، ويُعطى على النحو التالي.

$$g = L/v$$

وزمن الانتشار كما هو واضح مستقل عن كل من "الحمل والسعة". ويعتمد (قانون نيوتن) على المسافة والسرعة. والسرعة في القنوات اللاسلكية كسرعة الضوء (٣٠٠٠٠٠ كم / ثانية)، وفي القنوات السلكية حوالي ثُلثيها، أي (٢٠٠٠٠٠ كم / ثانية).

يبين ما سبق أن أهم عنصرين زمنين يتأثران بالحمل وسعة القناة هما "**زمن الانتظار q**"، و "**زمن الإرسال s**". لذلك يؤخذ التأخير الزمني على أنه حاصل جمع هذين العنصرين. وهناك مقياس آخر للأداء يربط ما بين السعة والحمل هو "**مستوى مشغولية أو مستوى استخدام القناة**". ويُعبر "مستوى استخدام القناة أو مشغوليتها" عن مستوى الأرباح التي يُحققها مُقدم الخدمة، أي عن فاعلية الشبكة بالنسبة إليه. لكن "زيادة المشغولية" تقود إلى زيادة "التأخير الزمني"، وهو أمر غير مرغوب من طرف المُستخدم. ولابد في هذا المجال من تحقيق التوازن بين هذين العاملين عن طريق الموازنة بين "الحمل" و "السعة"، كما هو موضح في الشكل (٤-٨).



الشكل (٤-٨): الموازنة بين سعة الشبكة والطلب (الحركة)

وفيما يلي توضيحات حول "التأخير الزمني" و "مستوى المشغولية أو مستوى الاستخدام" و "العلاقة بينهما".

التأخير الزمني للرسالة

يتضمن التأخير الزمني المُتفاعل مع "الحمل والسعة" عنصري زمن الانتظار وزمن الإرسال، ويُقدر "بالثانية".

$$d = q + s = \frac{1}{\frac{C}{M} - R}$$

مُستوى الاستخدام / المشغولية

مستوى الاستخدام (المشغولية) هو نسبة الحمل (المنفذ) إلى سعة القناة.

$$u = \frac{R.M}{C} = \frac{F}{C}$$

العلاقة بينهما (التأخير الزمني ومستوى مشغولية القناة)

يُمكن إعطاء التأخير الزمني بدلالة زمن الإرسال، على أساس ما يلي:

$$D = (d/s) = (q/s) + 1$$

وتُعطى العلاقة بين هذا التأخير الزمني ومستوى الاستخدام كما يلي.

$$D = \frac{1}{1 - u}$$

تُستخدم العلاقة السابقة في دراسة قنوات "التخزين والإرسال" على أساس تحقيق التوازن بين "الحمل والسعة"، وتجدر الإشارة إلى ضرورة أن يكون مستوى

الاستخدام أقل من الواحد "u < 1"، أي أن يكون الحمل أقل من السعة "F<C" كي تكون القناة قادرة على العمل وإرسال الرسائل.

٤-٤-٤ حساب الأداء

Performance Evaluation

تُعتبر العلاقة الأخيرة بين "D **التأخير الزمني بدلالة زمن الإرسال**"، و "u **مستوى الاستخدام (المشغولية)**" أهم علاقة يُمكن أن تُعطي دليلاً للتوازن المطلوب بين ما يريده "مقدم الخدمة" من زيادة في مستوى الاستخدام، وما يرغبه "المُستخدم" من الحد من التأخير الزمني. وتتميز العلاقة المذكورة هذه بسهولة الحساب والاستخدام، كما هو موضح في الأمثلة التطبيقية المُقدمة في البند التالي.

٤-٥- تطبيقات

Applications

سنبين فيما يلي كيفية حساب أداء "التخزين والإرسال"، ونُعطي أمثلة عددية على ذلك، ونناقش الفوائد المُعطاة.

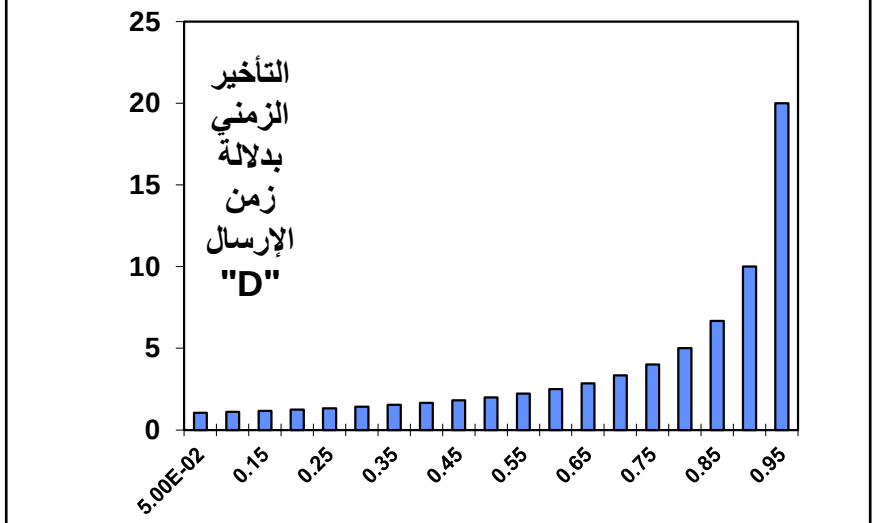
٤-٥-١ أمثلة عددية (١)

Numerical Examples (1)

يُعطي الشكل (٤-٩) العلاقة بين "**D التأخير الزمني بدلالة زمن الإرسال**"، و "**u مستوى الاستخدام (المشغولية)**". ويُظهر الشكل أن هذه العلاقة تبدأ "بتزايد متوازن" بين الطرفين إلى حدود معينة، تأخذ بعدها زيادة التأخير الزمني "بالتصاعد السريع" مُقابل أي زيادة في "مستوى الاستخدام" المُتناسب طرداً مع "الحمل". وعلى ذلك يكون العمل ضمن هذه المنطقة خطراً على الأداء، من وجهة نظر المُستخدم. ومن ناحية أخرى فإن انخفاض مستوى الاستخدام وبالتالي الحمل لن يكون مُرضياً لمُقدم الخدمة. وعلى ذلك جرى وضع توصيات بشأن حدود قيم "**مستوى الاستخدام**"، وبالتالي قيم "**التأخير الزمني**" أيضاً.

تقضي التوصيات بألا يقل مستوى الاستخدام عن "**u= 0.5**"، بمعنى أن يكون الحمل نصف السعة "**F=(1/2).C**"، وألا يزيد عن "**u=0.75**"، بمعنى أن يكون الحمل ثلاثة أرباع السعة "**F=(3/4).C**"، كي لا يصل إلى منطقة التزايد السريع للتأخير الزمني. وضمن هذه القيم تكون حدود التأخير الزمني "**D=2**" للحمل الأدنى، و "**D=4**" للحمل الأعلى. وقيم التأخير هنا هي بدلالة زمن إرسال الرسالة الواحدة "**s**".

ينطبق ما سبق على جميع حالات "قنوات التخزين والإرسال". ومن الأمثلة في هذا المجال حالات "مقدمي خدمة الإنترنت"، وحالات "مقاهي الإنترنت"، وغيرها كثير.



الشكل (٤-٨): العلاقة بين مستوى استخدام القناة (مشغوليتها) والتأخير الزمني (مقدراً بمتوسط زمن إرسال رسالة واحدة)
الحدود المعقولة: U = 0.5 - 0,75
D = 2 – 4 (message transmission times)

٤-٥-٢ أمثلة عددية (٢)

Numerical Examples (2)

يفيد المثال التطبيقي المطروح فيما سبق في إلقاء الضوء على كيفية تقييم أداء قنوات الاتصال في مقاسم التخزين والإرسال. ففي إدارة مثل هذه المقاسم، يُنصح المسئول عن هذه الإدارة باستخدام التقييم المبين بالشكل (٤-٩) لجميع قنوات التخزين

والإرسال في مقسمه، حيث يُمكن، من خلال ذلك، تقويم العمل الفعلي للمقسم، وتحديد مدى احتياجه للمزيد من السعة في القنوات المرتبطة بالمقسم، إذا كان الحمل مرتفعاً، أو مدى قدرته على الاستغناء عن بعض من هذه السعة، إذا كان الحمل منخفضاً.

٤-٦ الخُلاصة

Remarks

بين هذا الفصل مبدأ عمل "**شبكات التخزين والإرسال**" والمشاركة الديناميكية التي تُقدمها للمشتركين، بحيث تستطيع قناة واحدة خدمة عدد كبير منهم. وأوضح الفصل أن هذه الشبكات تشمل شبكات "**تبديل الرزم**"، وشبكات "**ترحيل الأُطر**"، إضافة إلى شبكات "**ترحيل الخلايا**" المُستخدمة في الشبكات السريعة التي تسمح بتطبيقات اتصالات "**الوسائط المتعددة**". وتطرق الفصل أيضاً إلى "**البرتوكولات**" التي تنظم عمل هذه الشبكات، وتُدير التعامل بين عناصرها المُختلفة، الموجودة بين كل من "**مصدر**" الطلب على الشبكة و"**مقصده**"، أينما كانا، ومهما ابتعدت المسافة بينهما، على مدى الشبكة. وشمل ذلك "**البرتوكولات**" المعيارية الدولية وبرتوكولات "الإنترنت". وأعطى الفصل كذلك تحليلاً لمسألة التوازن بين "**حمل الحركة**" المطبق على قناة ترتبط بمقسم يعمل وفق مبدأ "التخزين والإرسال" و"**سعة**" هذه القناة، بحيث يكون الأداء، الذي يُقاس بمقدار "**التأخير الزمني**" للرسالة، مُرضياً للمُستخدمين من ناحية، ولمُقدم الخدمة من ناحية أخرى. وأوضح الفصل أن التأخير

الزمني يبقى معقولاً، مع تزايد الحركة، حتى يُصبح "**مستوى استخدام القناة**" حوالي "**٧٥ %**" من سعتها. فهو يزداد بسرعة بعد ذلك، حتى وإن كانت زيادة الحركة محدودة. ويأمل الفصل أن يكون قد قدم للقارئ الكريم "**الأسس**" التي تسمح له بالتعامل مع شبكات "**التخزين والإرسال**"، والتعمق أكثر في جوانبها التفصيلية المُختلفة.

وتشهد شبكات التخزين والإرسال تطوراً مُستمراً ليس فقط في سرعة قنوات الاتصال التي تستخدمها أو في إمكانات إلكترونيات أجهزتها، بل في أساليب التبديل والبروتوكولات المُستخدمة أيضاً. وبين أبرز الأساليب الجديدة الواعدة أسلوب "تبديل العناوين المُتعدد البروتوكولات Multi-Protocol Label Switching: MPLS" الذي يدعم تطبيقات الوسائل المُتعددة عبر الشبكة. ويشهد هذا الأسلوب اهتماماً كبيراً على المستوى الدولي، حيث يُعتبر الأسلوب الأساسي لما يُطلق عليه "بشبكات الجيل القادم Next Generation Networks: NGN". ولهذا الأسلوب معطيات جديدة تُعزز أداء الشبكة، لكنه يبقى مُرتبطاً بمبدأ "التخزين والإرسال" المُعطى في هذا الفصل.

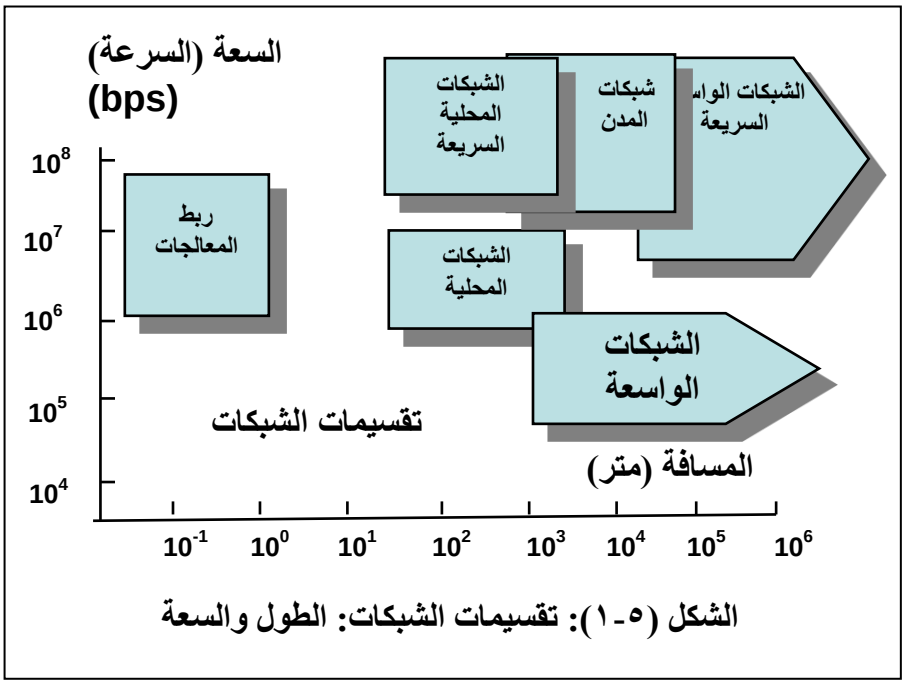
الفصل الخامس

الشبكات المحلية والربط بين الشبكات
Local Area Networks (LANs) & Networks Inter-Connection

يُقدم هذا الفصل عرضاً لموضوع الشبكات المحلية حيث يقوم أولاً "بالتعريف بهذه الشبكات" وأهميتها واختلافها عن الشبكات الواسعة. ثم يطرح "التوصيلات المختلفة" لهذه الشبكات، ويُبين أسلوب "التوصيل الهيكلي" الذي يُعطي مرونة في تنفيذ أي من هذه التوصيلات، تبعاً للمتطلبات. ويُوضح الفصل "برتوكولات الشبكات المحلية" بالمقارنة مع البروتوكولات الأخرى. ويهتم الفصل أيضاً بالربط بين الشبكات، بما يشمل الشبكات المحلية والشبكات الأخرى. كما يُعطي أمثلة توضيحية.

٥-١ التعريف بالشبكات المحلية
Understanding Local Area Networks (LANs)

عندما نقول "**محلي** Local" فإن المقصود هو "القريب" الذي لا تفصلنا عنه مسافة تُذكر. وعلى هذا الأساس تم تقسيم الشبكات تبعاً للمسافة والسعة، بمعنى سرعة نقل البيانات، تبعاً لما هو مبين بالشكل (٥-١).

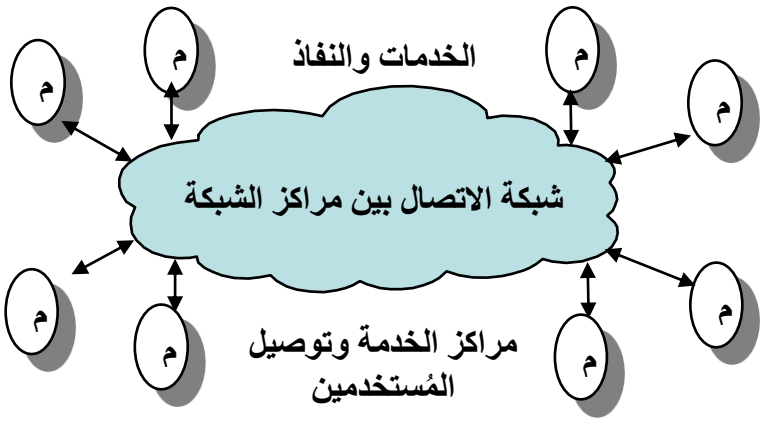


الشكل (٥-١): تقسيمات الشبكات: الطول والسعة

ويُلاحظ في الشكل، أنه عندما تقل المسافة عن متر واحد، نكون في إطار ربط "**معالجات** Processors"، ربما ضمن "حاسوب مركزي" واحد. وعندما تتراوح المسافة بين "عشرة أمتار"، و "ألف متر" أو "كيلومتر واحد" فنحن في إطار "**الشبكات المحلية** LANs: Local Area Networks" التي قد تكون من النوع المُعتاد، أي في حدود "سرعة 1 Mbps"، أو من الشبكات السريعة التي قد تتجاوز "سرعتها 100 Mbps". ويُبين الشكل بالإضافة إلى ما سبق، حدود ما يُعرف "**بشبكات المُدن** MANs: Metropolitan Area Networks"، إضافة إلى "**الشبكات الواسعة** WANs: Wide Area Networks" المُعتادة منها والسريعة.

وقد نشأت الشبكات المحلية نتيجة لانتشار الحواسيب الصغيرة، التي تعتمد على "**المُعالج المُصغر** Microprocessor"، ضمن المؤسسات، حيث برزت الحاجة إلى ربط هذه الحواسيب وتحقيق المُشاركة فيما بينها في كل من "**المكونات المادية** Hardware"، و "**المكونات البرمجية** Software" و "**المعلومات** Information". فمثلاً يُمكن لمجموعة حواسيب صغيرة الاشتراك في "طابعة واحدة" ضمن الشبكة المحلية، أو في "مجموعة برامج" توضع في الحاسوب الرئيسي للشبكة، أوفي "قواعد المعلومات" و "التواصل المعلوماتي" الذي يحد من استخدام الأوراق.

وكما هو موضح في الشكل (5-٢) لا يختلف "**التكوين العام**" للشبكات المحلية عن الشبكات بشكلها العام إلا في إطار المسافة المحدودة لشبكة الاتصال بين مراكز الشبكة. وبسبب هذه "**المسافة المحدودة**"، تختلف الشبكات المحلية عن الواسعة في أن "**قنوات الاتصال**" فيها تكون محدودة التكاليف مهما ارتفعت سعتها، أو سرعتها. وبالتالي فإن مشكلة الحرص على التوازن بين "سعة الشبكة وحمل الحركة" لا تكون حساسة بشكل كبير، كما هو الحال في الشبكات الواسعة، لأنه يُمكن تقديم سرعات عالية بتكاليف لا تزيد كثيراً عن تقديم سرعات محدودة.



الشكل (٥-٢): الهيكل العام للشبكات: شبكة محلية

ولأن المسافات في الشبكات المحلية محدودة، يُمكن إرسال "إشارات المعلومات" عبر الشبكة دون الحاجة إلى تحميلها على "ترددات عليا". وفي هذه الحالة لا يمكن إرسال أكثر من إشارة واحدة عبر القناة المادية الواحدة (الأسلاك والكابلات). ويدعى الإرسال في مثل هذه الحالة بإرسال "**النطاق الأساس** Baseband". وفي حال الحاجة إلى إرسال عدة "إشارات معلومات" في وقت واحد، عبر قناة مادية واحدة، فإنه يمكن إضافة أجهزة تعمل على تحميل هذه الإشارات على ترددات مُختلفة، ثم إرسال جميع هذه الإشارات، دون "**تداخل** Interference" أو "تصادم Collision" على قناة مادية واحدة. ويُدعى الإرسال في مثل هذه الحالة بإرسال

"**النطـاق العـريض** Broadband". وهنـاك شـبكات محليـة تسـتخدم النـوع الأول مـن الإرسال، وشبكات تستخدم النوع الثاني.

٥-٢ توصيلات الشبكات المحلية

LAN Connectivity

سنتحدث عن توصيلات الشبكات من خلال خطوات ثلاث، تهتم أولهما "**بـالقنوات المسـتخدمة**" السلكية منها واللاسلكية، وتُركز الثانية على طريقة توصيل مراكز الشبكة، أو ما يُدعى "**بتوبولوجيا الشبكات** Network Topology". أما الثالثة فتتحدث عن التهيئة لتوصيل الشبكات المحلية، سلكياً، داخل المباني، من خلال ما يُعرف "**بالتوصيلات الهيكلية** Structured Cabling".

٥-٢-١- قنوات الشبكات المحلية

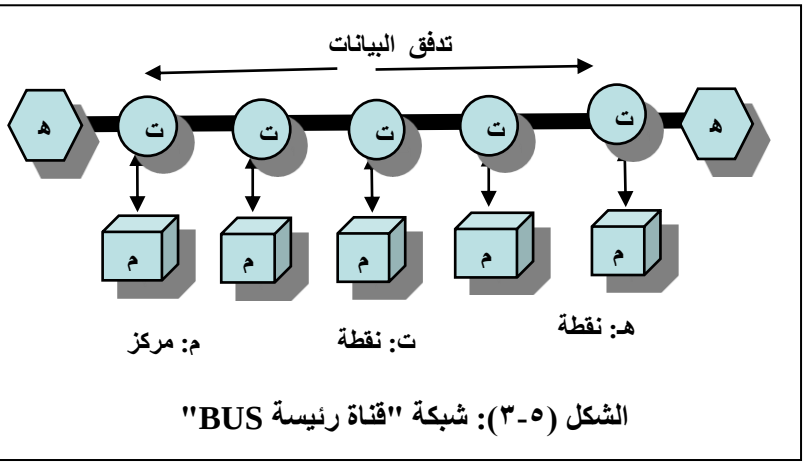
LAN Channels

القنوات السلكية، وتشمل:

- الأسلاك "**المزدوجـة المفتولـة** Twisted Pair"، و يُمكن أن تكون "**مُدرعـة** Shielded" بغلاف معدني أو "**غير مُدرعة** Unshielded".
- "**الكابـل المحـوري** Coaxial Cable"، ويُستخدم للشبكات المحلية التي تعتمد إرسال "النطاق الأساس"، وتلك التي تستخدم إرسال "النطاق العريض".
- "كابلات الألياف البصرية"، ولها أنواع مُتعددة، وتُعطي سرعات عالية.

القنوات اللاسلكية، وتشمل:

- "**ترددات الموجات الميكروية** Microwave"، وتتضمن عدة مجالات ترددية تبدأ في "منطقة 900 MHz" وتنتهي عند "حوالي 20 GHz".
- الترددات "**تحت الحمراء** Infrared"، وتشمل المجال من "١٠٠٠ GHz" إلى "١٠٠٠٠٠ GHz".



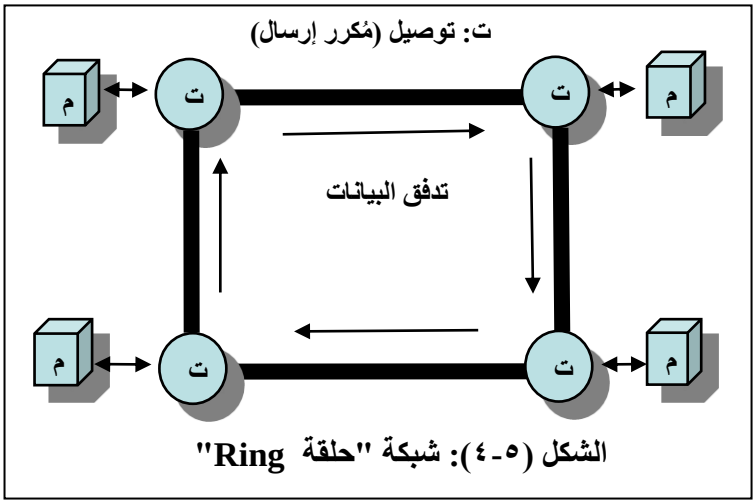
الشكل (٥-٣): شبكة "قناة رئيسة BUS"

٥-٢-٢ توبولوجيا الشبكات المحلية

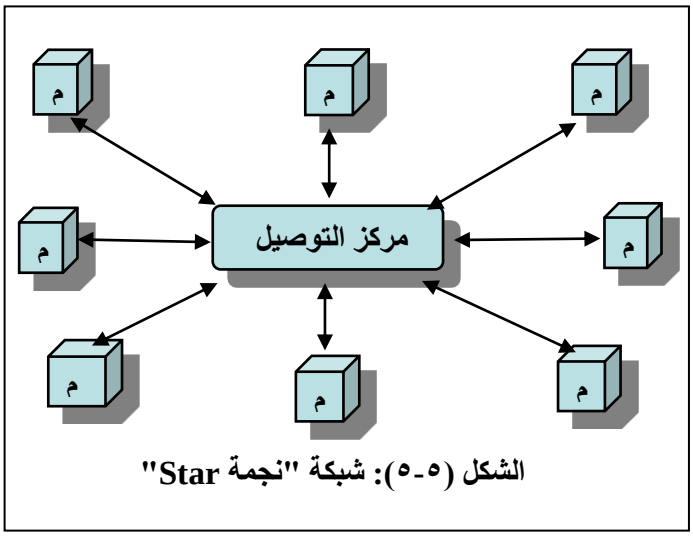
LAN Topology

تُبين الأشكال (٥-٣) و (٥-٤) و (٥-٥) طرق التوصيل الرئيسة، أو ما يُدعى "بتوبولوجيا"، الشبكات المحلية. وتشمل توصيل "**القناة الرئيسة** Bus" التي قد تكون

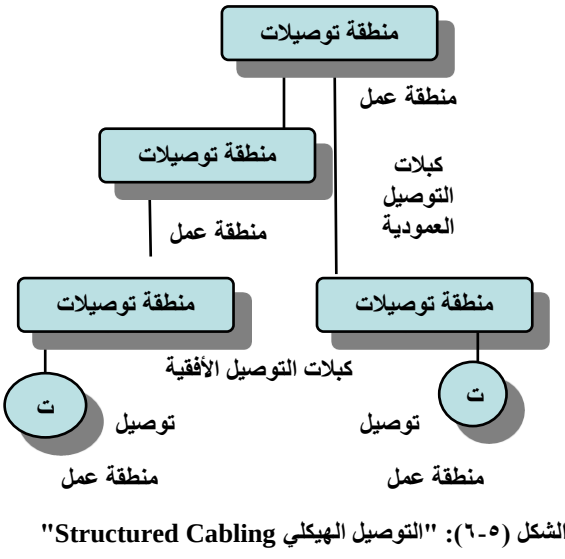
سلكية أو لاسلكية، وتوصيل "**الحلقة** Ring"، وتوصيل "**النجمة** Star"، وقد يكون هذا التوصيل سلكياً أو لا سلكياً.



الشكل (٥-٤): شبكة "حلقة Ring"



الشكل (٥-٥): شبكة "نجمة Star"



الشكل (٥-٦): "التوصيل الهيكلي Structured Cabling"

٥-٢-٢ التوصيل الهيكلي Structured Cabling

تحتاج المباني إلى توصيلات تتصف "**بالمرونة** Flexibility" لتوصيل الشبكات بداخلها، وذلك من حيث اختيار أي من التوصيلات السابقة، إضافة إلى إمكان تغيير هذه التوصيلات في أي وقت. من هذا المُنطلق ظهر "**التوصيل الهيكلي**" للكابلات داخل المباني ليُحقق هذه المرونة من خلال تقسيم التوصيلات إلى أجزاء يُمكن توصيلها إلى بعضها بعضاً، تبعاً "للتوبولوجيا" المطلوبة. ويبين الشكل (٥-٦) هذا النوع من التوصيل.

يتضمن التوصيل الهيكلي تأمين توصيلات "**أفقية** Horizontal" بين الغرف ضمن "دور واحد"، وتوصيلات "**عمودية** Vertical" بين "الأدوار". وهناك مناطق للتوصيلات تتوزع على أدوار المبنى تبعاً للحاجة.

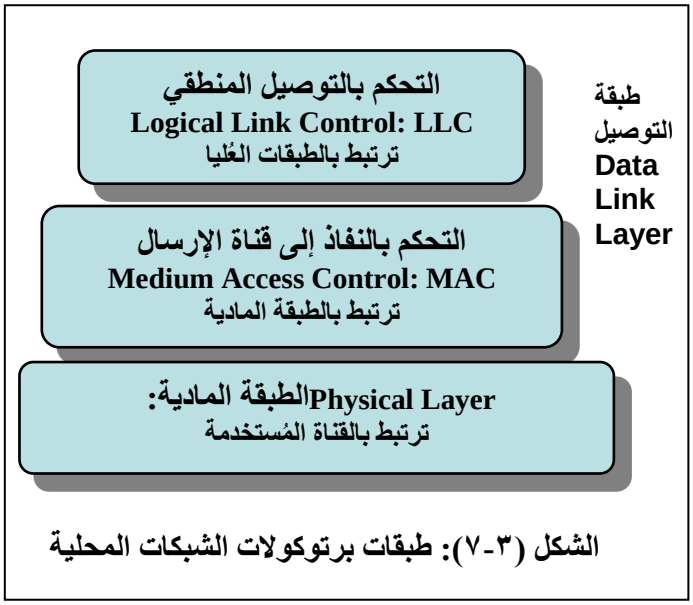
٥-٣ بروتوكولات الشبكات المحلية
LAN Protocols

في تقديم برتوكولات الشبكات المحلية، سنبدأ أولاً بطرح العناصر الرئيسة لهذه البرتوكولات. ثم نستعرض بعد ذلك المواصفات المعيارية الصادرة عن "معهد المهندسين الكهربائيين والإلكترونيين IEEE" الأمريكي، حيث تُستخدم هذه المواصفات المعيارية دولياً على نطاق واسع.

٥-٣-١ العناصر الرئيسة
Basic Elements

تنحصر بروتوكولات الشبكات المحلية في منطقة "**طبقة التوصيل** Data Link Layer" من "البروتوكولات المعيارية الدولية ISO-OSI". وتتكون من جزأين: جزء للربط مع طبقات البرتوكولات العليا، ويُدعى "**بالتحكم بالتوصيل المنطقي** LLC: Logical Link Control"، وجزء "**للتحكم بالنفاذ إلى قناة الإرسال** MAC: Medium Access Control "

عبر الطبقة المادية. وقد تكون قناة الإرسال في الشبكة المحلية سلكية أو لاسلكية. ويُوضح الشكل (٥-٧) هذه العناصر.



الشكل (٣-٧): طبقات برتوكولات الشبكات المحلية

هناك أنواع متعددة لأسلوب "**التحكم بالنفاذ إلى قناة الإرسال** MAC"، سنعمل على التعريف باثنين رئيسين منهما هما: أسلوب "**تعدد الإرسال عن طريق تحسس الإشارة مع كشف التصادم** CSMA-CD: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection "، وأسلوب "**إذن الإرسال** Token". وسوف نُعرف بهذين الأسلوبين فيما يلي.

تعدد الإرسال بواسطة تحسس الإشارة وكشف التصادم CSMA-CD

يُمكن توضيح هذا الأسلوب من خلال ما يلي:

عند وجود رسالة مُرسلة من أحد المستخدمين على الشبكة، يقوم جهاز الإرسال المرتبط بالمستخدم "**بمراقبة وجود أو عدم وجود إشارة على القناة** Carrier Sense".

- في حالة عدم وجود إشارة يجري إرسال الرسالة.
- إذا حدث "**تصادم** Collision" بين الإشارة المُرسلة وإشارة مُرسلة من مستخدم آخر في ذات الوقت، يتم وقف عملية الإرسال، وإعادة جدولة الإرسال بعد مدة عشوائية.

إذن الإرسال Token System

لا تستطيع الرسالة المُرسلة من أي من المستخدمين الدخول إلى قناة الشبكة إلا "بإذن Token"، حيث تُعطي الشبكة الإذن لعدد محدود من الرسائل في وقت واحد، لتجنب حدوث أي اختناق داخل الشبكة.

٥-٣-٢ المواصفات المعيارية

Standard Specifications

يُعطي الجدول (5-١) عرضاً لمجموعات المواصفات المعيارية للشبكات المحلية المعروفة بالاسم "IEEE 802" ومهماتها التي أنجزتها، وتسعى إلى تطويرها، أو التي تعمل على إنجازها في الوقت الحاضر. ويتبين من هذا العرض ما يلي:

مجموعات المواصفات المعيارية للشبكات المحلية: IEEE 802		
المجموعة	**المهمة**	**الحالة**
802.1	البنية العامة للشبكات المحلية	عاملة
802.2	التحكم بالتوصيل المنطقي: LLC	مُتوقفة
802.3	"شبكة الأثير: Ethernet"، وترتبط بأسلوب "تعدد الإرسال عن طريق تحسس الإشارة مع كشف التصادم CSMA-CD"	نشطة
802.4	تطبيق أسلوب "إذن الإرسال في إطار القناة الرئيسة Token Bus"	مُتوقفة
802.5	تطبيق أسلوب "إذن الإرسال في إطار شبكة الحلقة Token Ring": الشبكات المحلية التي بدأتها شركة IBM	عاملة
802.6	"شبكات المُدن MAN": شبكة "قناة رئيسة مُضاعفة"	عاملة
802.7	استشارات بشأن تقنيات "الشبكات عريضة النطاق"	عاملة
802.8	استشارات بشأن تقنيات "الألياف البصرية"	مُلغاة
802.9	توصيل المستخدمين إلى شبكات الخدمات المتكاملة المحلية	مُتوقفة
802.10	الشبكات المحلية الافتراضية.	مُتوقفة
802.11	الشبكات اللاسلكية	نشطة
802.12	موضوع "أولوية الطلب Demand Priority": شبكات شركة HP.	مُتوقفة
802.13	الجميع يرفض هذا الرقم (غير المحظوظ)	مرفوضة
802.14	"شبكات النطاق العريض Broadband"	مُتوقفة
802.15	"الشبكات الشخصية Bluetooth"	نشطة
802.16	"شبكات النطاق العريض اللاسلكية Wireless Broadband".	نشطة

الجدول (٥-١): مجموعات المواصفات المعيارية للشبكات المحلية ومهماتها وحالتها الراهنة

- هناك مجموعات تم إلغاؤها ومجموعات "**متوقفة**" عن العمل بعد أن أدت هذه المجموعات المهمات الموكلة إليها دون تجديد.
- وهناك مجموعات أخرى "**عاملة**"، ومجموعات أخذت صفة "**نشطة**" نظراً لأهمية موضوعات المهمات الموكلة إليها.

وتشمل موضوعات المجموعات النشطة: "**شبكة الأثير** Ethernet"، و"**الشبكات المحلية اللاسلكية** Wireless LANs: WLAN"، و "**الشبكات الشخصية** Bluetooth"، إضافة إلى "**الشبكات المحلية اللاسلكية عريضة النطاق** Broadband WLANs: BWLANs".

وبالإضافة إلى ما سبق، تُستخدم "**الشبكات السريعة** High-Speed Networks" التي تعمل طبقاً لبروتوكول "**ترحيل الخلية** Cell Relay" "**وأسلوب النقل غير المُتزامن** Asynchronous Transfer Mode: ATM" كشبكات محلية.

٥-٤ الربط بين الشبكات
Network Inter-Connectivity

يعتمد الربط بين شبكتين على مبدأ توفير "**التوافق** Adaptation" بين البروتوكولات عند "منطقة الربط" بينها. وسوف نتحدث عن هذا الموضوع من خلال إعطاء

صورة حول التناظر بين بروتوكولات الشبكات المختلفة، وعن أجهزة الربط الرئيسة المتوفرة.

<table dir="rtl">
<tr><th colspan="3">LANs</th><th>ATM</th><th>Internet</th><th>ISO-OSI</th></tr>
<tr><td colspan="4" rowspan="3">البرتوكولات العليا</td><td rowspan="3">برتوكولات الخدمات</td><td>التطبيقات</td></tr>
<tr><td>التقديم</td></tr>
<tr><td>الجلسة</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td><td>TCP</td><td>النقل</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="2"></td><td rowspan="2">IP</td><td rowspan="2">الشبكة</td></tr>
<tr><td>Interface</td><td>Adaptation</td></tr>
<tr><td rowspan="2">IEEE 802</td><td>LLC
MAC</td><td>ATM</td><td>بروتوكولات الاتصال</td><td>التوصيل</td></tr>
<tr><td colspan="6">الطبقة المادية Physical Layer</td></tr>
<tr><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="6">قناة الاتصال Communication Medium</td></tr>
</table>

الشكل (٥-٨): تناظر البرتوكولات

٥-٤-١ تناظر البروتوكولات
Protocols Correspondence

يُعطي الشكل (٥-٨) صورة حول تناظر البرتوكولات الرئيسة. ويشمل ذلك: برتوكولات "ISO-OSI" المرجعية، وبرتوكولات "الإنترنت"، إضافة إلى برتوكولات "الشبكات المحلية IEEE 802" و"برتوكولات ATM". ويوضح هذا التناظر إمكان الربط بين هذه البرتوكولات وبالتالي الشبكات المُختلفة.

٥-٤-٢ أجهزة الربط

Inter-connection Equipment

تعتمد أجهزة الربط بين الشبكات على مستويات البرتوكولات التي ينبغي لهذه الأجهزة تحقيق الربط فيما بينها، وتشمل ما يلي، كما هو موضح بالشكل (٥-٩).

مُكرر الإرسال Repeater

ويعمل على الربط عند مُستوى "**الطبقة المادية**"، أي ما يرتبط بالتوصيل ونقل إشارة مُناسبة إلى قناة الاتصال.

جسر الربط Bridge

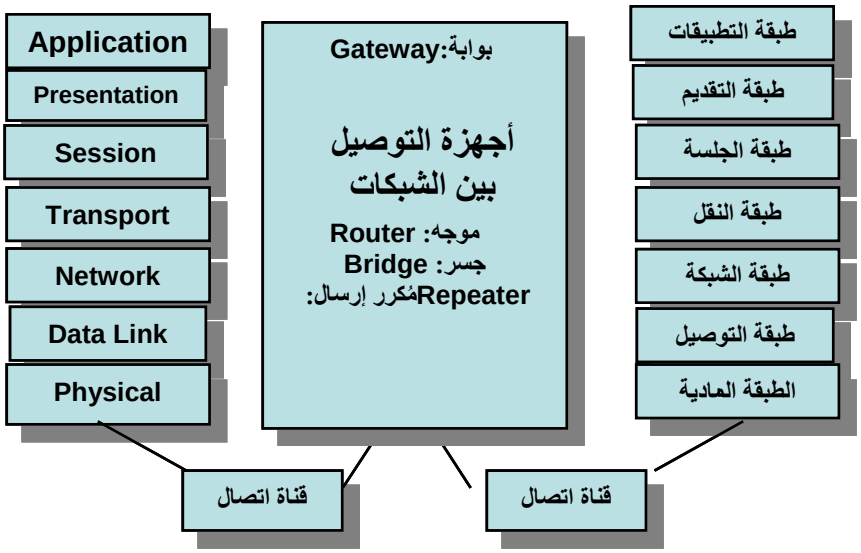
ويعمل على الربط عند "**طبقة التوصيل**"، حيث يرتبط بمتطلبات الإرسال من مركز على الشبكة إلى المركز الذي يليه "Point-to-Point".

المُوجه Router

ويعمل على الربط عند "**طبقة الشبكة**"، بما يتضمن طبقات شبكة الاتصال بين مراكز الشبكة.

البوابة Gateway

وتعمل على الربط عند "**طبقة التطبيقات**"، بما يشمل جميع المستويات.



الشكل (٥-٩): أجهزة التوصيل بين الشبكات

٥-٥ الخُلاصة

Remarks

في طرح موضوع "**الشبكات المحلية**"، بيّن هذا الفصل أن نشوء هذه الشبكات جاء بسبب توفر الحواسيب الصغيرة والشخصية ومُعالجاتها المُصغرة، وقدم أيضاً تعريفات لهذه الشبكات تبعاً للمساحة التي تُغطيها، وتبعاً لسعة قنواتها. وأوضح الفصل أن مشكلة تكلفة سعة القنوات فيها محدودة، بالمقارنة مع الشبكات الواسعة، نظراً لمحدودية المسافات بين عناصرها. وتطرق الفصل إلى قنوات توصيل هذه الشبكات، السلكية منها واللاسلكية، وشرح "توبولوجيا" التوصيلات، بما في ذلك توصيلات "القناة

الرئيسة" و "النجمة" و "الحلقة" وغيرها؛ كما طرح موضوع "التوصيل الهيكلي" المرن لهذه الشبكات. وقدم الفصل أيضاً "البروتوكولات" الخاصة بالشبكات المحلية، وركز على البروتوكولات المعيارية المعتمدة التي أصدرها معهد المهندسين الكهربائيين والإلكترونيين "IEEE".

وفي موضوع "**الربط بين الشبكات**"، بين الفصل أن المبدأ الرئيسي لهذا الربط هو مبدأ "**التوافق**" بين طبقات البروتوكولات التي يتم عندها الربط. وفي هذا الإطار، طرح التقابل بين بروتوكولات "IEEE" للشبكات المحلية، وبروتوكولات "ISO-OSI"، وبروتوكولات "الإنترنت"، إضافة إلى برتوكولات "ATM". وبين من خلال هذا الطرح إمكانية الربط بين هذه البروتوكولات المنفذ فعلاً على الصعيد العملي. ثم قدم الفصل أجهزة الربط بين الشبكات على كل من مستوى "الطبقة المادية" (المُكرر)، و"طبقة التوصيل" (الجسر)، و"طبقة الشبكة" (الموجه)، و"طبقة التطبيقات" (البوابة).

وتجدر الإشارة إلى أنه في مسألة "**توصيل المستخدم إلى الشبكات**"، يجري التنافس حالياً بين "كابلات الألياف البصرية Fiber To The Home or To Anywhere: FTTH / FTTX"من ناحية، وبين الأنظمة اللاسلكية التي تُعرف "بواي فاي و واي ماكس WiFi & WiMax" من ناحية ثانية. وتتميز الأولى بالسرعة الفائقة وسلامة الإشارة، وتتميز الثانية بسهولة التركيب والتوصيل دون عوائق.

وفي الختام يأمل الفصل أن يكون قد قدم للقارئ الكريم "**الأسس**" التي تسمح له بالتعامل مع "**الشبكات المحلية**" ومع "**الربط بين الشبكات**"، وتُساعده على التعمق أكثر في جوانبها التفصيلية المُختلفة في المُستقبل.

الفصل السادس

مناهج التخطيط للشبكات
Network Planning Methods

يهتم هذا الفصل ببيان مناهج التخطيط للشبكات، ويطرح أفكاراً وأساليب متعددة في هذا الإطار. وغاية ذلك بيان جوانب التخطيط المُختلفة من جهة، وإيضاح أن تنفيذ التخطيط يُمكن أن يأخذ توجهات مختلفة في الشكل، لكنها مُتفقة في مضمون الأفكار والأهداف من جهة أخرى. وتشمل مناهج التخطيط المطروحة، منهج الاتحاد الدولي للاتصالات، إلى جانب مناهج أُخرى. يبدأ الفصل بطرح مفاهيم التخطيط، ثُم يُناقش مراحل التخطيط المُختلفة، ويتطرق إلى الخطط التنفيذية والمشاريع المُرتبطة بها، وذلك من خلال أكثر من وجهة نظر. ويُعطي الفصل أيضاً نُبذة عن دراسة سابقة في التخطيط للشبكات قدمت أسلوباً ووسائل جرى استخدامها في دراسات تطبيقية حول توسع الشبكات في المملكة العربية السعودية. ويُقدم الفصل أخيراً خُلاصة للموضوع المطروح.

٦-١ مفاهيم التخطيط
Planning Concepts

نُقدم فيما يلي المفاهيم الرئيسة للتخطيط، بما يشمل المفاهيم العامة، ومفاهيم التخطيط الخاصة بنظم المعلومات التي ترتبط بالشبكات، إضافة إلى مفاهيم الاتحاد الدولي للاتصالات في هذا المجال.

٦-١-١ مفاهيم عامة

General Concepts

تتضمن المفاهيم العامة المطروحة فيما يلي، تعريفاً بمعنى "التخطيط"، وجذور كلمة "استراتيجية" المرتبطة بالتخطيط، إضافة تحديد المقصود بكل من "التخطيط الاستراتيجي" و "الوحدة الاستراتيجية".

التخطيط Planning

يُعرف التخطيط على أنه "محاولة التأثير على حوادث المستقبل والعمل على التحكم بها".

الاستراتيجية Strategy

"الاستراتيجية" كلمة "إغريقية" الأصل، وتعني "القائد الذي يُخطط للمعارك ويوجه قواته سعياً وراء تحقيق النصر".

التخطيط الاستراتيجي Strategic Planning

يُتفق عادة على أن "التخطيط الاستراتيجي" يتضمن ما يلي:

- وضع أهداف بعيدة المدى.
- تحديد توجهات العمل على تحقيق هذه الأهداف.

الوحدة الاستراتيجية Strategic Unit

"الوحدة الاستراتيجية" هي هيئة، أو مؤسسة، أو شركة، أو مجموعة، تتمتع بكيان مستقل وتُؤدي وظيفة معينة، تُقدم من خلالها مُنتج أو خدمة. ولهذه الوحدة توجهاتها الاستراتيجية الخاصة بها التي تهتم بتحقيق معادلة ناجحة بين ما تُقدمه من منتجات أو خدمات تتميز عن مثيلاتها من جهة، وبين من يتلقى هذه المنتجات أو الخدمات من جهة أُخرى.

٦-١-٢ مفاهيم التخطيط الاستراتيجي لنظم المعلومات والشبكات Strategic Planning for Information Systems

ترتبط مفاهيم التخطيط الاستراتيجي لنظم المعلومات والشبكات المرتبطة بها، والتي باتت جزءاً رئيساً من بنيتها الأساس، "بالتخطيط العام للوحدة الاستراتيجية"، صاحبة هذه النظم والشبكات، وذلك كما هو موضح في المفاهيم التالية.

التخطيط العام للوحدة الاستراتيجية

يقضي التخطيط العام للوحدة الاستراتيجية بتحديد الهدف الذي تريد الوحدة الاستراتيجية الوصول إليه. و يعتمد الهدف المطلوب على الإمكانات المتميزة للوحدة، مقارنة مع الوحدات الأخرى المشابهة.

التخطيط لنُظم المعلومات والشبكات

يقضي التخطيط لنظم المعلومات والشبكات، بما في ذلك تقنيات المعلومات الأخرى، بمراعاة مبدأ التكامل مع "الخطة العامة للوحدة الاستراتيجية"، وتحديد "البنية الفنية" التي تحقق متطلبات الوحدة الاستراتيجية.

٦-١-٣ مفاهيم الاتحاد الدولي للاتصالات ITU Planning

يُقدم "الاتحاد الدولي للاتصالات ITU: International Telecommunications Union" مفاهيم خاصة في مجال التخطيط لشبكات الاتصالات. وسوف نطرح فيما يلي مفاهيم أربعة رئيسة منها هي: "التخطيط الاستراتيجي"، و"التخطيط التنفيذي"، و"أنواع الخطط"، و"أسلوب التنفيذ".

التخطيط الاستراتيجي Strategic Planning

يقضي التخطيط الاستراتيجي، تبعاً لتوصيات "الاتحاد الدولي للاتصالات"، بوضع خطط تتضمن ما يلي.

- تحديد الأهداف والتوجهات.
- وضع الإطار العام للعمل المطلوب.
- تحديد الهيكل العام للتقنية المطلوبة، وقد يشمل ذلك الشبكات ونظم المعلومات وتقنيات المعلومات الأخرى.
- الاهتمام بالمواصفات المعيارية.

التخطيط التنفيذي Implementation Planning

يشمل التخطيط التنفيذي توصيف خطط تنفيذية، حيث تتضمن هذه الخطط "مشاريع" تؤدي إلى تحقيق المتطلبات الاستراتيجية في المستقبل.

أنواع الخطط

تتضمن الخطط ، تبعاً لمفاهيم الاتحاد الدولي للاتصالات، ما يلي:

- "**خطط تطوير** Development Plans" تقوم بتحديد "كميات المتطلبات والمعدات والأجهزة" اللازمة لتحقيق الأهداف.
- "**خطط فنية** Technical Plans" تعمل على اختيار المعدات والأجهزة وكيفية تركيبها وتشغيلها واختبارها.

أسلوب التنفيذ

يقضي أسلوب التنفيذ، الموصى به، بالعمل على تجزئة الخطط، مع المحافظة على تكاملها. ومن أمثلة ذلك، تجزئة الخطط تبعاً للمناطق التي تُغطيها الشبكة، مع وجود أجزاء للربط بين هذه المناطق.

٦-٢ مراحل التخطيط ومتطلباته
Planning Steps and their Requirements

يُعطي "الاتحاد الدولي للاتصالات ITU" تصوراً لمراحل التخطيط للشبكات، سنقدمه فيما يلي، إلى جانب تصور آخر يُعرف "بالتخطيط الاستراتيجي لشبكات المعلومات Strategic Planning for Information Networks: SPIN".

٦-٢-١ مراحل التخطيط تبعاً للاتحاد الدولي للاتصالات
ITU Planning Steps

تتضمن مراحل التخطيط، تبعاً للاتحاد الدولي للاتصالات، أربع مراحل رئيسة مُتكررة، لتحقيق تطوير مستمر للشبكات. فالتخطيط المنشود ليس مراحل تبدأ وتنتهي، بل هو عملية يُطلب استمرارها، خصوصاً مع تجدد تقنيات الشبكات، ومع ظهور خدمات جديدة. وهذا ما يُفسر وجود أقسام للتخطيط في المؤسسات، أو الأقسام ضمن الوحدات الاستراتيجية، التي تهتم بتطوير خدمات الاتصالات وتقنيات المعلومات التي تُقدمها. وسوف نُقدم فيما يلي تعريفاً بالمراحل الأربعة المُتكررة.

تقويم الوضع الراهن

في حال وجود الشبكة والتخطيط المتواصل لتطويرها، تبرز الحاجة إلى تقويم وضعها الراهن بشكل مُستمر. ويتضمن ذلك ما يلي:

- مراقبة الحالة الراهنة لمكونات الشبكة، ومستويات استخدامها وأدائها.
- فهم البيئة المحيطة بعمل الشبكة، بما في ذلك البيئة الإدارية والبيئة المادية الفعلية.
- تقويم وضع الشبكة، بناء على مقاييس مُحددة.

دراسة المُتطلبات والفرص المُتاحة

تتضمن دراسة المتطلبات والفرص المُتاحة ما يلي:

- دراسة المتطلبات المستقبلية، بما يشمل مُتطلبات التطبيقات والمُستخدمين، والاحتياجات التقنية التي يُمكن أن تستجيب لهذه المُتطلبات.
- تقويم الفرص المتاحة للتطوير، ويتضمن ذلك إمكانات الاستثمار في التطوير المُستقبلي، والتقنيات الجديدة و إمكاناتها، إلى جانب مسألة المهارات البشرية.

وضع الخطط المنشودة

يُشترط في وضع الخطط تحقيق ما يلي:

- أن تستطيع الخطط الاستجابة للمتطلبات، وأن تأخذ الفرص المُتاحة، أو تلك التي يُمكن توفيرها، في الاعتبار.
- أن يتم تحديد الخطوات المطلوبة للتنفيذ.

التنفيذ والتطوير

تتضمن هذه المرحلة ما يلي:

- تنفيذ الخطط المنشودة، طبقاً للخطوات الموضوعة، وتقويم النتائج والعمل على الاستفادة منها.
- الاستمرار في التطوير على أساس إعادة الخطوات السابقة بشكل متواصل.

٦-٢-٢ مراحل التخطيط الاستراتيجي لشبكات المعلومات
SPIN: Strategic Planning for Information Networks

ليست مراحل التخطيط والتطوير، سابقة الذكر، المُقترحة من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات، هي المنهج الوحيد للتخطيط والتطوير المطلوب، بل هناك أيضاً مناهج أُخرى. وسوف نُقدم فيما يلي ما يُعرف بمراحل التخطيط الاستراتيجي لشبكات المعلومات، والمختصر المعروف لها هو: "SPIN".

وضع الاستراتيجية

يشمل وضع الاستراتيجية تحديد البنية العامة للشبكة، أو تطوير البنية القائمة، بما يتضمن ما يلي:

- مواقع العناصر الرئيسة للشبكة.
- التوصيلات المطلوبة بين العناصر قي مواقعها المُختلفة.

دراسة الجدوى Feasibility Study

تشمل دراسة جدوى إقامة الشبكة، أو تطويرها، أخذ العناصر التالية في الاعتبار:

- تحديد أولي لكميات العناصر المطلوبة.
- دراسة التكاليف.
- تحليل الفوائد.
- اتخاذ القرار بشأن الشبكة.

تحليل المُتطلبات

تتضمن هذه المرحلة القيام بتحليل تفصيلي وشامل لمتطلبات الشبكة، أو متطلبات تطويرها في حال كونها موجودة ويُطلب تطويرها.

تصميم الشبكة

تشمل مرحلة تصميم الشبكة القيام بما يلي:

- تحديد التكوين العام للشبكة.
- تصميم سعة الشبكة على أساس استيعاب أحمال الاستخدام والحصول على أداء مرض.
- تقدير تكاليف الشبكة.

التنفيذ

تتضمن مرحلة التنفيذ وضع خطة تنفيذية تعمل تحديد المهمات المطلوبة، وجدولة تنفيذ هذه المهمات زمنياً، ويشمل ذلك ما يلي:

- تحديد مدة زمنية لتنفيذ التصميم المُقترح، ووضع جدول زمني رئيس لمهمات التنفيذ المطلوبة.
- تحديد جدول زمني لتوريد المتطلبات والقيام بتركيبها، ضمن الجدول الزمني الرئيس.

ويجب العمل على التنفيذ الفعلي طبقاً للفترات الزمنية المُحددة.

الإدارة

عندما تُصبح الشبكة الجديدة، أو المُطورة، جاهزة للعمل لا بُد من إدارتها بالشكل المطلوب، وذلك طبقاً لما يلي:

- تحديد وتنفيذ الوظائف الإدارية.
- اتباع معايير الإدارة.
- استخدام الوسائل اللازمة لإدارة الشبكة بشكل فعّال، بما في ذلك من أجهزة وبرامج وقواعد بيانات حاسوبية.

٦-٣ الخطط التنفيذية والمشاريع
Implementation Plans and Projects

بعد تقديم مفاهيم التخطيط الرئيسة، ثم طرح مراحل التخطيط، سنُقدم فيما يلي توضيحاً "للجوانب الفنية" للخطط التنفيذية والمشاريع المرتبطة بها ، إضافة إلى التعريف بهذه الخطط وتقسيمها مرحلياً تبعاً للزمن، وبيان توجهات العمل على التنفيذ.

٦-٣-١ الجوانب الفنية Technical Issues

ترتبط الجوانب الفنية للخطط التنفيذية والمشاريع بأربع قضايا رئيسة تشمل: "الدراسات التحضيرية الأولية"، وعوامل "أحمال الحركة وسعة الشبكة"، وموضوع "التحكم والإرسال"، إلى جانب مسألة "الخدمة والتسعيرة"، وسنقوم بالتعريف بهذه القضايا فيما يلي. وتجدر الإشارة هنا، قبل البدء بهذا التعريف، إلى أن هذه القضايا هي العناصر التي ينبغي أخذها في الاعتبار في مراحل التخطيط المُختلفة، سابقة الذكر.

الدراسات الأولية

تتضمن الدراسات التحضيرية الأولية القيام بما يلي:

- دراسة توقعات الطلب وأحمال الحركة المطلوب نقلها بين مواقع الشبكة.
- وضع التصميم الأولي للشبكة: تصميم المفهوم Conceptual Design، وهو التصميم الذي يُمهد للتصميم التنفيذي الذي يُحدد الأجهزة والوسائل المُستخدمة.
- تحديد الموصفات المعيارية المطلوبة.
- دراسة المُتطلبات المالية.
- تحديد المهارات البشرية المطلوبة.

الحركة والسعة Traffic and Capacity

تأتي أحمال "الحركة" من المستخدمين، وعلى مُقدم الخدمة أن يوفر شبكة ذات "سعة" كافية لخدمة هذه الحركة. ويُعطي "مُستوى الأداء" مقياساً للتوازن بين أحمال الحركة والسعة. ويجري عادة تحديد مستوى معين للأداء يتم على أساسه تقديم السعة المناسبة لأحمال حركة مُحددة؛ أو ربما قبول أحمال حركة مناسبة لسعة مُحددة.

التحكم والإرسالRemarks

تتضمن العناصر المتصلة بمسألة التحكم والإرسال ما يلي:

- أرقام وعناوين المستخدمين، وأجهزة التحكم وإشاراتها التي تُمكن هؤلاء المستخدمين من استخدام أجهزة الإرسال والاستقبال، وتوجيهها لخدمة متطلباتهم.
- أجهزة الإرسال والاستقبال وقنواة الشبكة المُرتبطة بها.

الخدمة والتسعيرة

تشمل مسألة الخدمة والتسعيرة الاهتمام بما يلي:

- توفير الخدمة المطلوب، والاهتمام بالمحافظة على وثوقيتها وأمنها.
- تحديد أسعار الخدمات المُقدمة.

٦-٣-٢ تقسيمات الخطط التنفيذية تبعاً للزمن
Implementation Plans According to Time Scale

ينتج عن التخطيط ومراحله، والجوانب الفنية التي يأخذها في الاعتبار عدد من الخطط التنفيذية. ويجري تقسيم هذه الخطط تبعاً لمداها الزمني إلى ثلاثة أقسام: خطة بعيدة المدى وهي "الخطة التنفيذية الرئيسة"؛ ثم خطط متوسطة المدى وخطط قريبة المدى، تُضع في إطار الخطة الرئيسة، كما هو موضح فيما يلي.

الخطة التنفيذية الرئيسة Master Plan (بعيدة المدى Long Term)

تُقدم الخطة التنفيذية الرئيسة المتطلبات التي ينبغي أخذها في الاعتبار، ويشمل ذلك ما يلي:

- تحديد الميزانية (التكاليف).
- تحديد مواقع الشبكة ومُتطلباتها.
- تحديد الخبرات البشرية المطلوبة.
- تقدير الاستخدام والحركة المتوقعة.
- تحديد السعة، بما يشمل سعة القنوات بين مواقع الشبكة.
- تحديد المواصفات المعيارية المطلوبة.
- تحديد الأجهزة والمعدات المطلوبة.

الخطط متوسطة المدى Medium Term Plan

تنطلق الخطط متوسطة المدى من الخطة الرئيسة. وتقوم هذه الخطط بتوصيف "**مشاريع متوسطة المدى**" تعمل على تنفيذ متطلبات الخطة الرئيسة.

خطط قريبة المدى Short Term Plan

تنطلق الخطط قريبة المدى من الخطط متوسطة المدى ومشاريعها، وبالتاي من الخطة الرئيسة. وتتضمن هذه الخطط تحديد "**مشاريع تنفيذية قريبة المدى**" تشمل "أعمالاً مجدولة" للتنفيذ الفعلي المباشر، بما يحقق المتطلبات.

وتجدر الإشارة إلى أنه مع الانتهاء من تنفيذ مشاريع الخطط قريبة المدى، يجري وضع تفاصيل وجدولة للمشاريع متوسطة المدى لتصبح قريبة المدى. كما يتم تطوير الخطط متوسطة المدى في إطار الاستجابة للخطة الرئيسة ومتطلباتها، واحتمالات تطويرها، إضافة إلى الاستجابة لمتطلبات هذا التطوير.

٦-٣-٣ العمل على تنفيذ المشاريع Execution of Projects

يتضمن العمل على تنفيذ المشاريع عادة خطوتين رئيستين. أولاهما القيام بالإعلان عن طلب عروض للتنفيذ تشمل تحديد المتطلبات المُختلفة، وثانيتهما دراسة العروض التي تُقدم للتنفيذ واختيار أفضلها. كما هو موضح فيما يلي:

طلب العروض Request for Proposals (RFP)

يشمل طلب العروض تصميماً أولياً (تصميم المفهومConceptual Design) يُحدد المتطلبات بشكلها العام. ويشكل هذا التصميم الأولي الأساس الذي يستند إليه التصميم التطبيقي النهائي الذي يُقدم في العروض.

العروض Proposals

تحتوي العروض عادة على التصميم التطبيقي Practical Design النهائي الجاهز للتركيب. ويشمل هذا التصميم تحديد الأجهزة والمكونات اللازمة التي سيتم استخدامها، وتحديد وسائل التنفيذ ومتطلباته.

٦-٤ مثال لمنهج دراسة تخطيطية
An Example of a Planning Method

سنعرض في هذا البند لمنهج دراسة تخطيطية تم تطويره واستخدامه، في جامعة الملك سعود، في مشروعين تخطيطيين في مجال الشبكات، دعمتهما مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية. ويشمل هذا المنهج محورين رئيسين يشملان "دراسة الطلب" على الشبكة، و"القيام بتصميمها" على أساس استيعاب الطلب. ويتضمن المنهج أيضاً تقديم "وسائل" تُساعد على دراسة الطلب والقيام بالتصميم. وتجدر الإشارة إلى أن هذا المنهج لم يأخذ في الاعتبار قضايا التنفيذ الفعلي والإدارة، لكنه بما قدم أعطى قاعدة مفيدة للتوجه نحو ذلك. وفي عرض هذا المنهج سنطرح فيما يلي كلاً من المحورين، إضافة إلى الوسائل التي تم تطويرها.

٦-٤-١ دراسة الطلب Investigation of Demands

في دراسة الطلب جرى أخذ الطلب على "النفاذ"، والطلب على "الاستخدام"، وكذلك الطلب على "الأداء" في الاعتبار، كما تم أخذ تغير الطلب مع "الزمن" في الاعتبار أيضاً، كما هو موضح فيما يلي:

دراسة الطلب على النفاذ Access Demands

تشمل دراسة الطلب على النفاذ ما يلي:

- دراسة الطلب على النفاذ الصادر عن الأفراد والمساكن.
- دراسة الطلب على النفاذ الصادر عن مكاتب المؤسسات الحكومية والخاصة.
- دراسة مصادر أُخرى للطلب.
- أخذ مواقع الطلب في الاعتبار، في الدراسات سابقة الذكر.

الطلب على الاستخدام والأداء Use & Performance Demands

تتضمن دراسة الطلب على الاستخدام والأداء ما يلي:

- دراسة أحمال الحركة بين مواقع الشبكة.
- دراسة أحمال الحركة مع العالم الخارجي.
- تحديد مستوى الأداء المطلوب.

تغير الطلب مع تغير الزمن

في دراسة الطلب طبقاً لما سبق، تم أخذ تغير "الزمن" في الاعتبار وذلك للاستفادة من التطورات السابقة والتعرف على الوضع الراهن، قبل تحديد متطلبات المُستقبل. وعلى ذلك تتضمن دراسات الطلب على النفاذ والاستخدام والأداء ما يلي:

- دراسة الطلب في الماضي.
- دراسة الوضع الراهن للطلب.
- تحديد الطلب في المُستقبل، بما يتضمن وضع توقعات تقديرية تشمل حدوداً عليا وحدوداً دنيا.

٦-٤-٢ التصميم Design

تم التركيز في إطار التصميم على "التصميم الأولي" الذي يُحدد المتطلبات، دون تحديد تفصيلي للأجهزة والمكونات المطلوبة، وذلك من منطلق أن الدراسة التخطيطية المطروحة لم تحتاج إلى التصميم النهائي، لأنها لم تأخذ مسألة التنفيذ الفعلي في الاعتبار. وبالإضافة إلى ذلك، جرى ربط مسألة التصميم "بالعامل الزمني" كما هو موضح فيما يلي:

التصميم الأولي Conceptual Design

يشمل التصميم الأولي ما يلي:

- تحديد مواقع الشبكة والعناصر النافذة إليها، وكذلك أحمال الحركة التي تولدها هذه العناصر فيما بينها.
- تحديد "توبولوجيا" الشبكة، ويتضمن ذلك التوصيلات بين المواقع، إضافة إلى سعات هذه التوصيلات.

التصميم والعامل الزمني

يخضع التصميم لعامل الزمن، حيث يُمكن في الخطط بعيدة المدى والمتوسطة المدى وضع التصميمات بشكل مرحلي متطور يُحقق الطموحات. وهذا ما أوصت الدراسة المطروحة باتباعه.

٦-٤-٣ أسلوب الدراسة Investigation Methods

تضمن أسلوب الدراسة تطوير "نماذج رياضية" لدراسة الطلب والتصميم. كما شمل كتابة "برامج حاسوبية" تُساعد على تطبيق النماذج الرياضية واستخدامها في الدراسة. وقد جرى استخدام مبدأ "التجزئة Modularity" و"التكامل Integration" في التعامل ما كل من قضايا الطلب والتصميم المطروحة. وسنقوم بالتعريف بهذه الموضوعات فيما يلي:

النماذج رياضية.

قامت الدراسة المطروحة بتطوير نماذج رياضية لدراسة الطلب بأشكاله المختلفة: الطلب على النفاذ، وعلى الاستخدام، وعلى الأداء. كما قامت بتطوير نماذج أخرى لدراسة مواقع الشبكة والتوصيلات في بينها وسعات هذه التوصيلات، بما يُمكن الشبكة من خدمة أحمال الحركة بأداء مقبول.

برامج حاسوبية

وضعت الدراسة المطروحة برامج حاسوبية لتسهيل دراسة النماذج الرياضية.

مبدأ التجزئة والتكامل

اعتمدت الدراسة على مبدأ "تجزئة" الموضوعات المُعقدة المطروحة، من أجل تسهيل إيجاد حلول لها. كما استكملت هذا المبدأ بمبدأ الحفاظ على "تكامل" الموضوعات حرصاً على تقديم خطط مُتكاملة ترتبط ببعضها بعضاً، ولا تنفصل عن بعضها بعضاً أو تتعارض.

٦-٥ الخُلاصة Remarks

عبر ما تم تقديمه فيما سبق، بيّن هذا الفصل أن التخطيط للشبكات هو أساساً "**استجابة لمتطلبات المستقبل**"، تستند إلى تطورات الماضي والوضع الراهن، وإلى الفرص المُتاحة والآفاق المستقبلية، وإلى ضرورة جعل عملية التخطيط والتطوير

عملية مستمرة تُحقق استجابة فعّالة للمتغيرات المُستمرة. وأوضح الفصل أن هناك "**مناهج عدة**" للتخطيط للشبكات، لكن هذه المناهج "**تختلف في الشكل والتسميات**" و"**تتفق في المضمون**"، حيث أنها تستند إلى مفاهيم واحدة وتهتم بجوانب فنية واحدة، وتسعى إلى أهداف واحدة أيضاً. وطرح الفصل في هذا الإطار منهج "**الاتحاد الدولي للاتصالات ITU**"، ومنهج ما يُعرف "**بالتخطيط الاستراتيجي لشبكات المعلومات SPIN**". كما قدم أيضاً منهج "**دراسة تخطيطية أكاديمية**" تمت بالفعل، بيّن من خلالها كيف اعتمدت الدراسة على مضمون المناهج السابقة، وكيف قامت بتطوير "**نماذج رياضية وبرامج حاسوبية**"، وكذلك باستخدام مبادئ "**التجزئة والتكامل**" التحليلية، للقيام بالتخطيط المنشود.

وبناء على ما تقدم، فإن على من يتصدى للتخطيط للشبكات في المستقبل أن يستفيد من مضامين وأساليب "**ما تم سابقاً**"، ولكن ليس عليه بالضرورة أن يعتمد منهجاً سابقاً معيناً. فقد يقوم بوضع "**منهج خاص**" به، ويعمل على تطوير الأساليب والوسائل التي تُناسب الحالة المطروحة أمامه، وظروف البيئة المهنية المحيطة به، وكذلك الآفاق المستقبلية الجديدة أو المُتجددة المتاحة له.

الفصل السابع

الطلب على الشبكات

Demands Placed on Networks

يهتم هذا الفصل بعرض مسألة كيفية دراسة الطلب على خدمات شبكات الاتصالات. ويشمل ذلك: الطلب على النفاذ إلى هذه الشبكات، والطلب على استخدامها، إلى جانب الطلب على حُسن أدائها. وسنبدأ بطرح كيفية دراسة الطلب على النفاذ، حاضراً ومستقبلاً، على مدى امتداد مناطق الشبكة. ثم ننتقل إلى دراسة الطلب على الاستخدام حيث نطرح جداول أحمال حركة الاستخدام بين مواقع الشبكة. ونُركّز بعد ذلك على الطلب على الأداء، ومقاييس مستوى الخدمة المطلوب.

٧-١ الطلب على النفاذ ومدى امتداد الشبكة

Access Demands and Network Layout

يُعرّف الطلب على النفاذ على أنه الطلب على "**إمكان استخدام الشبكة**" أو "إمكان الدخول إلى الشبكة"، مثل الحصول على رقم هاتفي للهاتف الثابت أو الجوال، أو إمكان الدخول إلى الإنترنت، أو أي شبكة يُراد استخدامها. وسنوضح فيما يلي كيفية دراسة الطلب على النفاذ والعوامل والعلاقات المتعلقة بذلك، بما في ذلك الترابط بين

الطلب على النفاذ ومدى امتداد الشبكة. وسوف نُقدم أيضاً مثالاً توضيحياً حول كيفية تحديد الطلب على النفاذ.

٧-١-١ الطلب على النفاذ

Access Demands

سوف نستعرض فيما يلي العوامل والعلاقات الخاصة بدراسة الطلب على النفاذ إلى الشبكات. ويبين الجدولان (7-١) و(٧-٢) هذه العوامل والعلاقات المرتبطة بها.

الزمن	**تغير الزمن**	الزمن: العام	t
		الوقت الحاضر	t = 0
		الماضي	t < 0
		المستقبل	t > 0
		العام الهدف	t = T
مصدر الطلب	**السكان (للمدن أو المناطق) / العاملون (للمؤسسات)**	العدد في العام t)	P(t)
		النمو السنوي النسبي	p
		تغير مصدر الطلب مع الزمن	$P(t) = P(0)[1+p]^t$

الجدول (٧-١): عامل الزمن، ومصدر الطلب على الشبكات، ونموه عبر الزمن.

يُركز الجدول (٧-١) على عاملي الزمن ومصدر الطلب. في إطار الزمن، يوضح الجدول كيفية تمثيل تغير الزمن بين الماضي والحاضر والمستقبل. وفي مجال مصدر الطلب، يبين الجدول أن الإنسان هو مصدر لطلب، أي "السكان" عند دراسة الدول والمناطق والمدن، أو "العاملين" والموظفين عند دراسة المؤسسات. ويُظهر الجدول تغير مصدر الطلب مع تغير الزمن، مع أخذ الزيادة السنوية في الاعتبار.

الوضع الراهن	نسبة القادرين على الاستخدام (من مصدر الطلب)	S(0)
	نسبة المستخدمين: مستوى النفاذ	L
	عدد المستخدمين حالياً	U = P(0).S(0).L
الطلب الحالي	مستوى النفاذ المطلوب	I (0)
	مجمل الطلب على النفاذ	D(0) = P(0).S(0).I(0)
	الطلب القائم : المُنتظر للخدمة	W(0) = D(0) - U
الطلب المستقبلي	مجمل الطلب في العام الهدف (T)	D(T)= P(T).S(T).I(T)
	طلب الزيادة (عن الوضع الراهن)	W(T) = D(T) - U
	متوسط الزيادة السنوية المطلوبة	w(T) = W(T) / T

الجدول (٧-٢): عوامل الوضع الراهن والطلب الحالي والمستقبلي

ويعتمد الجدول (٧-٢) على سابقه، ويطرح العوامل والعلاقات الخاصة "بالوضع الراهن" للنفاذ، و"الطلب الحالي" عليه، وتوقعات "الطلب المستقبلي". وتشمل العوامل التي يُقدمها الجدول نسبة القادرين على استخدام الشبكة، ومُستوى النفاذ بشقيه الحالي والمطلوب، و خدمة النفاذ المتوفرة والطلب عليها حالياً ومستقبلاً، إضافة إلى المتوسط السنوي المطلوب لزيادة الخدمة من أجل الوصول إلى المستوى المطلوب بعد عدد معين من السنوات. ويُقدم الجدول علاقات تربط بين هذه العوامل، وتسهل تحديد المتغيرات المختلفة باستخدام المعلومات المتوفرة.

توزع الشبكة (المناطق)		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
الوضع الراهن (t = 0)	المصدر	P(0, 1)	P(0, 2)	P(0, 3)	P(0, 4)	P(0, 5)
		p(1)	p(2)	p(3)	p(4)	p(5)
		S(0,1)	S(0,2)	S(0,3)	S(0,4)	S(0,5)
	الاستخدام	U(1)	U(2)	U(3)	U(4)	U(5)
		L(1)	L(2)	L(3)	L(4)	L(5)
	الطلب	I(0,1)	I(0,2)	I(0,3)	I(0,4)	I(0,5)
		D(0,1)	D(0,2)	D(0,3)	D(0,4)	D(0,5)
		W(0,1)	W(0,2)	W(0,3)	W(0,4)	W(0,5)
المستقبل (t = T)	المصدر	S(T,1)	S(T,2)	S(T,3)	S(T,4)	S(T,5)
		I(T,1)	I(T,2)	I(T,3)	I(T,4)	I(T,5)
	الطلب	D(T,1)	D(T,2)	D(T,3)	D(T,4)	D(T,5)
		W(T,1)	W(T,2)	W(T,3)	W(T,4)	W(T,5)
		w(T,1)	w(T,2)	w(T,3)	w(T,4)	w(T,5)

الجدول (٧-٣): دراسة الطلب على النفاذ (حاضراً ومستقبلاً) على مدى توزع مناطق الشبكة (خمس مناطق مفترضة).

٧-١-٢ امتداد الشبكة

Network Layout

يمتد الطلب على النفاذ إلى الشبكة إلى جميع المناطق أو المراكز التي تُغطيها الشبكة. ومن أجل حساب الطلب على النفاذ إلى الشبكة بشكل تفصيلي، يجب تطبيق ما سبق على كل منطقة أو مركز، من مناطق أو مراكز الشبكة، لمعرفة توزع الاحتياجات على مدى امتداد الشبكة. ويبين الجدول (٧-٣) متطلبات دراسة الطلب لشبكة تُغطي خمس مناطق، بما يشمل الوضع الراهن، والمستقبل. وتشمل العوامل

الرئيسة المأخوذة في الاعتبار: عوامل "مصدر" الطلب على النفاذ، و"الطلب" ذاته بالنسبة لكل من الوضع الراهن والمستقبل، إضافة إلى عوامل "الاستخدام" الحالي.

في إطار "الوضع الراهن"، يُمثل الجدول "**مصدر**" الطلب من خلال عدد من العوامل المرتبطة به، والتي تشمل: عدد السكان في الوقت الحاضر، ونسبة نموهم السنوي، ونسبة القادرين على الاستفادة من خدمة الشبكة. ويُمثل الجدول "**الاستخدام**" بدلالة عاملين: عامل عدد المستخدمين الحالي، وعامل مُستوى الاستخدام القائم. كما يُمثل الجدول "**الطلب**" بدلالة ثلاثة عوامل: عامل مستوى الاستخدام المطلوب، وعامل حجم الطلب على النفاذ، إضافة إلى عامل مقدار زيادة النفاذ اللازم للاستجابة لحجم الطلب، والوصول إلى مستوى الاستخدام المطلوب.

وفي إطار "**المستقبل**"، يُمثل الجدول مصدر الطلب بدلالة عاملين: عامل نسبة القادرين على الاستفادة من خدمة الشبكة، وعامل مستوى الاستخدام المطلوب في المستقبل، ويُمكن التعبير عن المستقبل هنا بالعام الهدف المقصود بالدراسة. ويُعبر الجدول عن الطلب بدلالة عوامل: حجم الطلب في العام الهدف، ومقدار الزيادة المطلوبة، عن الحالة الراهنة، للوصول إلى الحجم المطلوب، إضافة إلى مقدار الزيادة المطلوبة سنوياً لتحقيق ذلك.

ويُعطي الجدول (٧-٢) العلاقات التي تربط مابين العوامل المطروحة. وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن دراسة عدة احتمالات للمستقبل تبعاً "**للعام الهدف**"، التي يُرغب في الوصول عنده إلى استجابة كاملة للطلب على النفاذ.

٧-١-٣ الطلب على النفاذ في الوقت الحاضر: مثال توضيحي
Investigations of Present Access Demands: *An Illustrative Example*

سوف نطرح فيما يلي مسألة كيفية دراسة الطلب على النفاذ في الوقت الحاضر ومقارنته مع الخدمة الحالية من خلال المثال التوضيحي التالي:

مدينة عدد سكانها "٢ مليون نسمة"، أوجد حجم طلب هذه المدينة على النفاذ إلى الخدمات المبينة فيما يلي:

- "**خدمة النفاذ إلى الهاتف في المنازل**"، علماً بأن متوسط عدد سكان المنزل الواحد هو "٥ أشخاص"، وأن مستوى النفاذ المطلوب هو "١,٥ هاتف لكل منزل"، وعلماً بأن عدد هواتف المنازل المتوفرة حالياً هو "٤٠٠ ألف هاتف".

- "**خدمة النفاذ إلى الهاتف في المكاتب**"، علماً بأن نسبة العاملين من السكان هي "٤٠ %" ومتوسط عدد العاملين التابعين لمكتب واحد هو ""٤ أشخاص"، وأن مستوى النفاذ المطلوب هو "٢ هاتف للمكتب الواحد"، وعلماً بأن عدد هواتف المكاتب المتوفرة حالياً هو "٣٠٠ ألف هاتف".

- "**خدمة النفاذ إلى الهاتف الجوال**"، علماً بأن نسبة القادرين على استخدام الجوال من السكان هي "٧٠ %"، ومستوى النفاذ المطلوب بين هؤلاء هو

"٩٠ %"، وعلماً بأن عدد الهواتف الجوالة المتوفرة حالياً هو "٧٠٠ ألف هاتف جوال".

لتوضيح هذه المسألة، وكيفية العمل على حلها على أساس ما تقدم من تحليل للطلب على النفاذ إلى خدمات الاتصالات، سنأخذ كل خدمة من الخدمات المطروحة على حده، ونبين معطيات المسألة لكل خدمة، والطلب على النفاذ إليها، بالمقارنة مع ما هو متوفر حالياً.

يُقدم الجدول (٧-٤) معطيات حالة "**خدمة النفاذ إلى الهاتف في المنازل**"، ويُوضح كيفية التعامل مع هذه المعطيات للحصول على النتائج المطلوب. ويبين الجدول أن الطلب الكلي على النفاذ إلى هذه الخدمة هو "٦٠٠ ألف خط هاتفي". وبما أن الخدمة القائمة توفر "٤٠٠ ألف خط هاتفي"، فإن الزيادة المطلوبة هي "٢٠٠ ألف خط هاتفي".

الوضع الراهن لخدمة النفاذ إلى الهاتف في المنازل	**عدد السكان حالياً**	P(0) = 2 million
	الطلب على النفاذ صادر عن المنازل، ونسبة المنازل من عدد السكان هي S(0) وتتبع متوسط عدد سكان المنزل الواحد	S(0) = 1 / PH(0) حيث PH(0) = 5 متوسط عدد سكان المنزل الواحد
		S(0) = (1/5) = 0.2
	عدد الهواتف المتوفرة حالياً	U = 400 thousand
	مستوى النفاذ القائم حالياً: هاتف واحد للمنزل الواحد	L = U / (P(0).S(0))
		L = 1
الطلب الحالي	**مستوى النفاذ المطلوب**	I (0) = 1.5
	مجمل الطلب على النفاذ	D(0) = P(0).S(0).I(0) = 600000
	الطلب القائم : المُنتظر للخدمة	W(0) = D(0) – U = 200 thousand

الجدول (٧-٤): دراسة الطلب على "الهاتف في المنازل" طبقاً للحالة المطروحة

ويُبين الجدول (٧-٥) معطيات حالة "**خدمة النفاذ إلى الهاتف في المكاتب**"، وذلك بالنسبة لذات المدينة التي يبلغ عدد سكانها "٢ مليون نسمة". ويُوضح الجدول كيفية التعامل مع هذه المعطيات للحصول على النتائج المطلوبة. ويبين أيضاً أن الطلب الكلي على النفاذ إلى هذه الخدمة هو "٤٠٠ ألف خط هاتفي". وبما أن الخدمة القائمة توفر "٣٠٠ ألف خط هاتفي"، فإن الزيادة المطلوبة هي "١٠٠ ألف خط هاتفي".

الوضع الراهن لخدمة النفاذ إلى الهاتف في المكاتب	**الطلب على النفاذ صادر عن المكاتب، ونسبة المكاتب من عدد السكان هي S(0) وتتبع نسبة العاملين من السكان وعدد العاملين في المكتب الواحد**	S(0) = WP(0) / WB(0) حيث WP(0) = 0.4 نسبة العاملين من السكان، و WB(0) = 4 متوسط عدد العاملين في المكتب الواحد
		S(0) = (0.4/4) = 0.1
	عدد الهواتف المتوفرة حالياً	U = 300 thousand
	مستوى النفاذ القائم حالياً:	L = U / (P(0).S(0))
		٥L = 1.
الطلب الحالي	**مستوى النفاذ المطلوب**	٢I (0) =
	مجمل الطلب على النفاذ	D(0) = P(0).S(0).I(0) ٤= 00 thousand
	الطلب القائم : المُنتظر للخدمة	W(0) = D(0) – U ١= 00 thousand

الجدول (٧-٥): دراسة الطلب على "الهاتف في المكاتب" طبقاً للحالة المطروحة

ويُوضح الجدول (٧-٦) معطيات حالة "**خدمة النفاذ إلى الهاتف الجوال**"، وذلك بالنسبة لذات المدينة التي يبلغ عدد سكانها "٢ مليون نسمة". ويُوضح الجدول كيفية التعامل مع هذه المعطيات للحصول على النتائج المطلوبة. ويبين أيضاً أن الطلب الكلي على النفاذ إلى هذه الخدمة هو "مليون و ٢٦٠ ألف شريحة نفاذ إلى الخدمة". وبما أن الخدمة القائمة توفر "مليون شريحة نفاذ"، فإن الزيادة المطلوبة هي "٢٦٠ ألف من هذه الشرائح".

الوضع الراهن لخدمة النفاذ الجوال	الطلب على النفاذ صادر عن الأفراد القادرين على استخدام الجوال، ونسبتهم من السكان **S(0)**	S(0) = 0.7
	الخدمة المتوفرة حالياً	U = 700 thousands
	مستوى النفاذ القائم حالياً:	L = U / (P(0).S(0))
		L = 0.5
الطلب الحالي	مستوى النفاذ المطلوب	I (0) = 0.9
	مجمل الطلب على النفاذ	D(0) = P(0).S(0).I(0) = 1260000
	الطلب القائم : المُنتظر للخدمة	W(0) = D(0) – U = 560000

الجدول (٧-٦): دراسة الطلب على خدمة "الهاتف الجوال" طبقاً للحالة المطروحة

وعسى أن يكون المثال السابق قد أوضح **المنهجية الموحدة** لحساب الطلب على النفاذ، في الوقت الحاضر، لخدمات الاتصالات المختلفة، وأوضح أيضاً **الاختلاف في تطبيق هذه المنهجية**، تبعاً للخدمة المطلوبة. وسوف ننتقل فيما يلي إلى مثال آخر يهتم بالطلب على النفاذ في المستقبل، بما يُساهم في التخطيط المستقبلي لتوسع خدمات الاتصالات. ويرتبط هذا المثال بحالة "خدمة النفاذ إلى الهاتف الجوال"، حيث ينقلها من متطلبات الوضع الراهن إلى مُتطلبات المُستقبل، كما يتطرق أيضاً إلى كيفية تلبية هذه المُتطلبات بشكل تدريجي.

٧-١-٤ الطلب على النفاذ في المستقبل: مثال توضيحي
Investigations of Future Access Demands: *An Illustrative Example*

سوف نطرح فيما يلي مسألة دراسة الطلب على النفاذ في المستقبل ومقارنته مع الخدمة الحالية، وتحديد متطلبات الزيادة السنوية التي تحقق الاستجابة المنشودة لهذا الطلب، وذلك تبعاً لتغير "**السنة المستقبلية الهدف**"، التي يُطلب عندها تحقيق "**الاستجابة الكاملة للطلب**" على النفاذ. وسوف نقوم بذلك من خلال مثال توضيحي، نركز فيه على خدمة واحدة هي **خدمة الجوال**، على أساس أنه يُمكن دراسة باقي الخدمات بنفس الطريقة، خصوصاً بعد دراسة الطلب الحالي على ثلاث خدمات مُختلفة، في المثال السابق، التي بينت عوامل الاختلاف والاتفاق بين هذه الخدمات.

يعتمد مثال دراسة الطلب على النفاذ إلى خدمة الجوال في المستقبل على ذات معطيات "**المثال السابق**" فيما يتعلق بالوضع الراهن. أما فيما يتعلق بالمستقبل، فالمثال يطرح "**توجهين محتملين للمستقبل**". التوجه الأول (السيناريو الأول) متحفظ نوعاً ما من حيث التزايد السنوي للسكان، ومن حيث نسبة القادرين على الخدمة، ومستوى النفاذ المطلوب في السنة المستقبلية الهدف (السنة الهدف $T = t$). أما التوجه الثاني (السيناريو الثاني) فأقل تحفظاً في ذلك. ويبين الجدول (٧-٧) معطيات هذين التوجهين، إضافة إلى معطيات الوضع الحالي.

الوضع الحالي	عدد السكان	P(0) = 2 million
	الخدمة المتوفرة حالياً	U = 700 thousand
التوجه المستقبلي الأول	الزيادة السكانية السنوية	p = 0.03 (3 %)
	نسبة القادرين على استخدام الجوال	S(T) = 0.7 (70 %)
	مستوى النفاذ المطلوب	I (T) = 0.9 (90 %)
التوجه المستقبلي الثاني	الزيادة السكانية السنوية	p = 0.03 (3 %)
	نسبة القادرين على استخدام الجوال	S(T) = 0.8 (80 %)
	مستوى النفاذ المطلوب	I (T) = 1 (100 %)

الجدول (٧-٧): الوضع الحالي والتوجهات (السيناريوهات) المستقبلية المطروحة

وانطلاقاً من الوضع الحالي والتوجهين المستقبليين المختلفين المُقدمين في الجدول (٧-٧)، وباستخدام التحليل المُعطى سابقاً بشأن حساب الطلب على النفاذ في المستقبل، ويُقدم الجدول (٧-٨) نتائج الطلب المستقبلي على النفاذ إلى خدمة الجوال للمدينة المُعطاة. ويشمل الجدول ما يلي:

- تطور عدد السكان لكل من التوجهين على مدى السنوات العشر القادمة؛
- وتطور مجمل الطلب خلال هذه الفترة لكل من التوجهين أيضاً؛ ثم
- الزيادة السنوية المطلوبة للوصول إلى الخدمة المنشودة، تبعاً لتغير الفترة الزمنية التي يجب خلالها الوصول إلى هذه الخدمة.

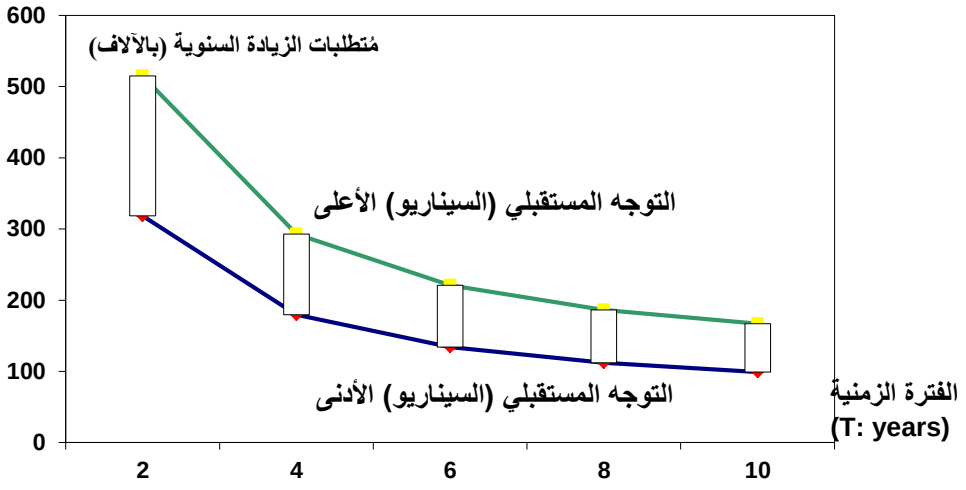
ويُوضح الشكل (٧-١) هذه الزيادة لكل من التوجهين المستقبليين.

السنة الهدف T (الفترة الزمنية)	السكان P(T) = P(0) [1+p]^T (مليون: ٠٠٠،٠٠٠)		مجمل الطلب D(T) = P(T).S(T).I(T) (مليون ٠٠٠،٠٠٠)		الزيادة السنوية w(T) = (D(T) – U) / T (ألف 000)	
	التوجه الأول	التوجه الثاني	التوجه الأول	التوجه الثاني	التوجه الأول	التوجه الثاني
٢	2.122	2.163	1.337	1.730	318.5	515
٤	2.251	2.340	1.418	1.872	179.5	293
٦	2.388	2,531	1.504	2.025	134	220.8
٨	2.533	2,737	1.596	2.190	112	186.25
١٠	٢,٦٨٨	2.960	1.693	2.368	99.3	166.8

الجدول (٧-٨): الطلب المستقبلي على النفاذ إلى خدمة الهاتف الجوال

تفيد دراسة "الزيادة السنوية" للوصول إلى الخدمة المطلوبة، على أساس الفترة الزمنية المطلوب خلالها الوصول إلى هذه الخدمة في تحقيق مرونة في التخطيط المستقبلي. فعند توفر ميزانية كبيرة للتطوير، يُمكن اعتماد نتائج الفترة الزمنية الأقل، وعند عدم توفر مثل هذه الميزانية، يُمكن اعتماد نتائج الفترات الزمنية الأطول.

وتُعطي الدراسة على أساس توجهين مستقبليين مختلفين المزيد من المرونة في التخطيط. ومع تقدم الزمن نحو المستقبل، يُمكن ملاحظة ما يجري، وضبط إيقاع الزيادة المطلوبة في إطار الفرق بين نتائج التوجهين، كما هو موضح في الشكل (٧-١).



الشكل (٧-١): الزيادة السنوية المطلوبة لتحقيق الخدمة المنشودة خلال الفترة الزمنية المحددة

٧-٢- الطلب على الاستخدام وحجم الحركة
Use Demands and Traffic Volume

بالحصول على النفاذ يُمكن للمستخدم تبادل المعلومات، من مُكالمات أو رسائل، مع الآخرين، وهنا يأتي "**الطلب على الاستخدام**". ويُمكن النظر إلى هذا الطلب على أنه "الحمل" أو "حمل الحركة Traffic Load"، الذي يصدر عن المستخدمين عند مواقع الشبكة المختلفة، على هيئة معلومات (صوت أو صورة أو نصوص)، بهدف نقلها إلى مواقع أُخرى عبر الشبكة. ولتوضيح مسألة أحمال حركة الاستخدام على مواقع الشبكة سوف نستعرض ثلاث حالات مُختلفة، تتضمن ما يلي:

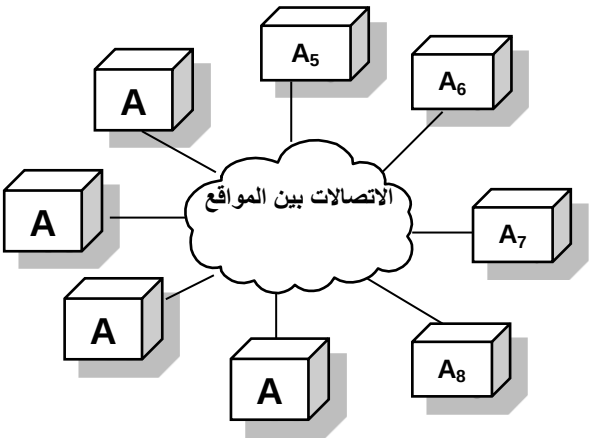
- **حالة عامة**، حيث يُمكن أن يكون هناك حمل من كل موقع من مواقع الشبكة إلى جميع المواقع الأخرى.وهذا هو حال شبكات خدمات الاتصالات بشكل عام، حيث يُخاطب المشتركون بعضهم بعضاً من وإلى جميع مواقع الشبكة.

- في إطار الحالة العامة، هناك حالات تكون فيها الأحمال بين كل موقع وموقع آخر من الشبكة، **أحمالاً مُتناظرة**، بمعنى أن يكون حمل حركة الاستخدام من الأول إلى الثاني، مساوياً للحمل من الثاني إلى الأول. وهذا ما نجده، في الغالب بشكل تقريبي، بين الدول، فيما يخص الشبكة الهاتفية الدولية، وليس فيما يخص الإنترنت، حيث لا تكون الأحمال مُتناظرة بسبب اختلاف حجم مصادر المعلومات التي يقصدها مستخدمو الإنترنت.

- حالة **أحمال الاستخدام المركزي**، حيث يكون هناك موقع مركزي للشبكة تُخاطبه جميع المواقع الأخرى ويُخاطبها، دون أن تستطيع هذه المواقع التخاطب فيما بينها. ويُحدث ذلك في بعض الشبكات الخاصة التي تتبع إدارات تعتمد نظام إدارة مركزي صارم.

- وهناك بالطبع حالات أخرى مختلفة، ربما تشمل مزيجاً من الحالات الثلاث، سابقة الذكر، بنسب مختلفة.

وفي سبيل توضيح كيفية التعبير عن أحمال حركة الاستخدام للحالات سابقة الذكر، نأخذ الشبكة المبينة بالشكل (٧-٢)، والتي تشمل ثمانية مواقع، يُمكن أن تصدر الأحمال عنها وإليها.



الشكل (٧-٢): مواقع النفاذ مصادر الحمل (الحركة)

يُعطي الجدول (٧-٩) أحمال حركة الاستخدام بين المواقع **للحالة العامة** التي تتضمن وجود حمل حركة، مُختلف القيمة، بين كل موقع وجميع المواقع الأخرى.

TO / FROM	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
A1	٠	L1,2	٣L1,	L1,4	L1,5	L1,6	L1,7	L1,8
A2	L2,1	٠	L2,3	L2,4	L2,5	L2,6	L2,7	L2,8
A3	L3,1	L3,2	٠	L3,4	L3,5	L3,6	L3,7	L3,8
A4	L4,1	L4,2	L4,3	٠	L4,5	L4,6	L4,7	L4,8
A5	L5,1	L5,2	L5,3	L5,4	٠	L5,6	L5,7	L5,8
A6	L6,1	L6,2	L6,3	L6,4	L6,5	٠	L6,7	L6,8
A7	L7,1	L7,2	L7,3	L7,4	L7,5	L7,6	٠	L7,8
A8	L8,1	L8,2	L8,3	L8,4	L8,5	L8,6	L8,7	٠

الجدول (٧-٩): الحالة العامة لحمل حركة الاستخدام بين المواقع.

TO / FROM	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
A1	٠	L1,2	L1,3	L1,4	L1,5	L1,6	L1,7	L1,8
A2	(L1,2)	٠	L2,3	L2,4	L2,5	L2,6	L2,7	L2,8
A3	(L1,3)	(L2,3)	٠	L3,4	L3,5	L3,6	L3,7	L3,8
A4	(L1,4)	(L2,4)	(L3,4)	٠	L4,5	L4,6	L4,7	L4,8
A5	(L1,4)	(L2,5)	(L3,5)	(L4,5)	٠	L5,6	L5,7	L5,8
A6	(L1,6)	(L2,6)	(L3,6)	(L4,6)	(L5,6)	٠	L6,7	L6,8
A7	(L1,7)	(L2,7)	(L3,7)	(L4,7)	(L5,7)	(L6,7)	٠	L7,8
A8	(L1,8)	(L2,8)	(L3,8)	(L4,8)	(L5,8)	(L6,8)	(L7,8)	٠

الجدول (٧-١٠): حمل حركة الاستخدام المتناظر بين كل موقعين.

ويُقدم الجدول (٧-١٠) أحمال حركة الاستخدام بين المواقع **لحالة الأحمال المُتناظرة** التي تتساوى فيها الأحمال الصادرة مع الأحمال الواردة لكل موقع. ويبين الجدول (٧-١١) أحمال حركة الاستخدام بين المواقع **لحالة أحمال الاستخدام المركزي** التي تتوجه الأحمال فيها من وإلى أحد المواقع الذي يُشكل مركز الشبكة.

TO / FROM	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
A1	٠	0	0	٠	L1,5	0	٠	٠
A2	0	٠	٠	0	L2,5	٠	٠	٠
A3	٠	0	٠	٠	L3,5	0	٠	٠
A4	٠	٠	٠	٠	L4,5	٠	٠	٠
A5	L5,1	L5,2	L5,3	L5,4	٠	L5,6	L5,7	L5,8
A6	٠	٠	٠	٠	L6,5	٠	0	0
A7	0	0	0	0	L7,5	0	٠	0
A8	0	0	0	0	L8,5	0	0	٠

الجدول (٧-١١): حمل حركة الاستخدام المركزي: A5 هو المركز.

عند ورود أحمال حركة الاستخدام على الشبكة، طبقاً لأي من الحالات السابقة، أو أي حالة أُخرى، يكون على الشبكة خدمة هذه الأحمال وإيصالها إلى مقاصدها. وعلى ذلك فإن الأحمال على الشبكة الذي يُولدها المستخدمون تتحول داخل الشبكة إلى أحمال تتدفق عبر قنوات الشبكة من المواقع التي أصدرتها وحتى المواقع التي تقصدها. ويكون على مقاسم الشبكة وقنواتها أن تخدم الأحمال التي تتلقاها بأداء مناسب، يُرضي المستخدمين، دون أن يُرهق صاحب الشبكة، أو مُقدم الخدمة، في دفع تكاليف غير ضرورية على توسيع إمكانات شبكته. وسوف نلقي الضوء فيما يلي

على مسألة "**الطلب على الأداء**"، لكننا لن نقدم تحليلاً لأداء الشبكات المُختلفة، فقد قدم الفصل الثالث تحليلاً لأداء شبكات "**تبديل الدوائر**"، كما أن الفصل الرابع قدم تحليلاً لأداء "**شبكات التخزين والإرسال**".

٧-٣- الطلب على الأداء
Performance Demands

سوف نطرح فيما يلي ثلاثة مقاييس رئيسة للطلب على الأداء. أولها هو مقياس "**الجاهزية** Availability" الذي يُعبر انخفاضه عن الأعطال التي تواجهها الشبكة. وثانيها هو مقياس "**الاختناق** Congestion" الذي يُعبر ارتفاعه عن زيادة أحمال الحركة بالنسبة لسعة الشبكة (أو لسعة جزء منها). وثالثها هو مقياس "**التأخير الزمني** Delay"، الذي يُعبر ارتفاعه عن ذات ما يُعبر عنه ارتفاع مقياس الاختناق، ولكن في إطار حالات مختلفة من الشبكات، تحدثنا عنها في الفصلين الثالث والرابع.

حين يُصبح الراغب في استخدام الشبكة مُشتركاً فيها، ويملك حق النفاذ ووسائله، وعندما يتوجه هذا المشترك نحو استخدام الشبكة، فإن أول ما يطلبه هو أن تكون الشبكة "**جاهزة للاستخدام**"، أي لا يوجد سبب أو عطل يمنع عملها. هذا ما يُصطلح على تسميته "**بالجاهزية** Availability". وعلى ذلك فجاهزية الشبكة للاستخدام، خلال فترة زمنية معينة، هي نسبة الزمن (ضمن هذه الفترة) الذي تكون فيه الشبكة جاهزة للاستخدام إلى الزمن الكلي للفترة المعينة المأخوذة في الاعتبار. فإذا كانا متساويين، فالنسبة هي "الواحد" والجاهزية "١٠٠ %"، وإن لم يكونا فهي أقل من ذلك، لأن الفرق

يُصبح زمن عدم جاهزية الشبكة للاستخدام. ويُوضح الجدول (٧-١٢) ذلك، حيث يُعطي العلاقات الزمنية، ويبين كيفية حساب كل من الجاهزية، وعدم الجاهزية.

الجاهزية	**الفترة الزمنية المقررة لقياس الجاهزية خلالها**	T
	الفترة الزمنية (ضمن T) التي تكون الشبكة جاهزة خلالها	S
	الفترة الزمنية التي تكون فيها الشبكة متوقفة	(T - S)
	مقياس الجاهزية Availability	V = S / T
	مقياس عدم الجاهزية	NV = (T - S) / T

الجدول (٧-١٢): مقياس الجاهزية

وعندما تكون الشبكة جاهزة للاستخدام، ويُحاول المشترك الاستخدام، ويرى أن محاولته باءت بالفشل، كأن يتلقى رسالة مفادها "لقد تعثر مرور مكالمتك"، فهذا يعني حصول "**اختناق** Congestion". ويحدث هذا الاختناق نتيجة عدم وجود سعة أو أجهزة كافية لدى الشبكة، أو لدى أحد أجزائها المشاركة في تقديم الخدمة المطلوبة للمشترك صاحب العلاقة. ويُعرّف مقياس الاختناق على أنه نسبة "**الحمل المرفوض**" **إلى الحمل الكلي**" ضمن فترة محددة. ويوضح الجدول (٧-١٣) هذا المقياس والعوامل المختلفة المرتبطة به. ويُستخدم هذا المقياس عادة في شبكات تبديل الدوائر الهاتفية كما هو موضح في الفصل الثالث.

الاختناق	الحمل الكلي	L
	الحمل المخدوم (المُنفذ بنجاح)	S
	الحمل المرفوض	(L – S)
	مقياس الاختناق Congestion	B = (L - S) / L
	مقياس عدم الاختناق (النجاح)	NB = S / L

الجدول (٧-١٣): مقاييس الاختناق

ويُحدث في بعض الشبكات، شبكات التخزين والإرسال المُعطاة في الفصل الرابع، أن تقبل الشبكة الرسالة، أو وحدة المعلومات، المطلوب إرسالها، ولكن أن تؤخرها طويلاً قبل إيصالها إلى مقصدها. وبالتالي تأتي استجابة هذا المقصد، الذي قد يكون موقعاً على الإنترنت، بطيئة جداً، أو لا تأتي على الإطلاق، بسبب وجود "**تأخير زمني**" طويل للرسالة عبر الشبكة، ناتج عن عدم توفر سعة كافية في الشبكة للاستجابة للأحمال المطبقة عليها من المشتركين. ويُبين الجدول (٧-١٤) مقياس التأخير الزمني والعوامل المرتبطة به. وتتضمن هذه العوامل: زمن معالجة وحدة المعلومات في المقاسم، وزمن انتظارها في هذه المقاسم، وزمن إرسالها في قنوات الاتصال، إضافة إلى زمن انتشارها عبر المسافات.

وتجدر الإشارة إلى أن "**زمن الانتظار**" يتزايد بتزايد الحمل المطبق، ويعتمد أيضاً على "**سعة الشبكة**" في نقل الرسائل عبر قنوات الاتصال. ويُعطي الفصل الرابع تحليلاً مفصلاً لمقياس التأخير الزمني، بما في ذلك زمن الانتظار.

التأخير الزمني	زمن المعالجة في المقاسم	P
	زمن الانتظار (قبل الإرسال)	W
	زمن الإرسال (في قنوات الاتصال)	S
	زمن الانتشار عبر المسافات	G
	الفترة الزمنية لانتقال (كمية من) المعلومات من موقع إلى آخر عبر الشبكة **Delay**	D = P + W + S + G

الجدول (٧-١٤): مقاييس التأخير الزمني.

٧-٤ الخُلاصة

Remarks

في طرح موضوع الطلب على خدمات الشبكات، قدم هذا الفصل نظرة متدرجة إلى هذا الموضوع. فقد بدأ "**بالطلب على النفاذ**" الذي يُؤدي تحقيقه إلى تمكين الراغب في استخدام الشبكة من أن يصبح مشتركاً قادراً على استخدامها بالفعل. ولأن الطلب على النفاذ إلى خدمات الشبكة هو الأساس للطلبات التالية على الشبكة، فقد تمت دراسته بشكل تفصيلي تضمن أخذ "**الوضع الحالي**" في الاعتبار من ناحية، ودراسة "**مستقبل الطلب**"، على أساس "**توجهات**" مستقبلية مختلفة، وعلى أساس "**فترات**" زمنية مختلفة للاستجابة إلى هذه التوجهات، من جهة أخرى. وجرى أيضاً توضيح ارتباط هذا الطلب بمدى "**الامتداد المطلوب للشبكة**".

وبعد أخذ الطلب على النفاذ في الاعتبار، تم الانتقال خطوة إلى الأمام بأخذ "**الطلب على الاستخدام**" في الاعتبار أيضاً. ومصدر هذا الطلب المشتركون الذين تمكنوا من النفاذ إلى الشبكة. وفي هذا الإطار جرت مناقشة "**جدول أحمال حركة الاستخدام**" بين

مواقع الشبكة من أجل حالات مُختلفة، وفي هذا الإطار تم ربط أحمال الطلب على الاستخدام "**بسعة الشبكة**" المطلوبة للتعامل مع هذه الأحمال. وجاءت هنا الخطوة الثالثة لدراسة الطلب، ألا وهي طرح مسألة "**الطلب على الأداء**". ومن هذا المُنطلق، تم بيان ثلاثة مقاييس أداء رئيسة، هي مقياس "**الجاهزية**" الذي يرتبط بأعطال الشبكة أو توقفها عن العمل، وكل من مقياس "**الاختناق**" ومقياس "**التأخير الزمني**" الذين يقيسا مدى التوازن بين أحمال حركة الاستخدام وسعة الشبكة، أو سعة الأجزاء منها ذات العلاقة.

وتتطلب دراسة مقياسي الأداء: "**الاختناق والتأخير الزمني**" على أساس كل من أحمال حركة الاستخدام وسعة الشبكة، أخذ طبيعة تقنية الشبكة المُستخدمة في الاعتبار. لذلك يُمكن للقارئ الكريم في هذا الإطار العودة إلى الفصلين الثالث والرابع الخاصين بشبكات "تبديل الدوائر"، وشبكات "التخزين والإرسال".

الفصل الثامن

تحديث الشبكات
Network Replacement

يطرح هذا الفصل موضوع تحديث الشبكات على أساس دورة حياة الشبكة، التي تُحقق خلالها الشبكة فاعليتها المُثلى. وفي هذا الإطار يُناقش الفصل مسألتي: التحديث المُعتاد و التحديث المُبكر. فالتحديث المُعتاد يأتي نتيجة لتزايد تكاليف صيانة الشبكة والمحافظة على عملها، وبالتالي انخفاض فاعليتها، وبروز الحاجة إلى تحديثها. أما التحديث المُبكر فيأتي نتيجة لظهور تقنيات جديدة يمكن للشبكة من خلال استخدامها زيادة فوائدها ورفع فاعليتها، بحيث يجب تحديثها واستخدام التقنيات الجديدة، قبل الوصول إلى زمن التحديث المُعتاد. ويُقدم الفصل بعض الأمثلة التوضيحية على ذلك.

٨-١ دورة حياة الشبكة
Network Lifecycle

تُحدد "حياة الشبكة"، بصورة عامة، على أساس "فوائدها" بالمقارنة مع "تكاليفها". ونُقدم فيما يلي تحليلاً لحياة الشبكة على أساس هذه العوامل، والعوامل المُرتبطة بها، ولعلنا نبدأ "بالزمن" المتغير الرئيس الذي تتبعه المتغيرات الأخرى.

الزمن Time

في دراسة حياة الشبكة، سنقوم بالتعامل مع الزمن من خلال العوامل التالية:

- **المُتغير الزمني**، ويُقدر هنا بالسنة، ويُرمز له بالرمز (t).
- **الوقت الحاضر**، وهو الزمن الذي يبدأ عنده قياس حياة الشبكة (t = 0).
- **الماضي**، وفيه يكون الزمن (t < 0).
- **المُستقبل**، وفيه يكون الزمن (t > 0).

التكاليف Cost

تشمل تكاليف الشبكة تكاليف "مُباشرة Direct"، وتكاليف "غير مُباشرة Indirect"، كما هو موضح فيما يلي:

- **التكاليف المُباشرة**، وتشمل:
  - تكاليف الشراء، وهي تكاليف غير متكررة، وتُدفع مرة واحدة، في البداية.
  - تكاليف الصيانة، وهي تكاليف "متكررة Repeated"، وتزداد مع الزمن.
  - تكاليف الأجور، وهي تكاليف متكررة، وتزداد مع الزمن.
  - تكاليف مُباشرة أخرى، قد تكون مُتكررة أو غير مُتكررة.
- **التكاليف غير المُباشرة**، وتكون ناتجة عن عدم رضى العاملين أو المستخدمين، وقد تكون متكررة أو غير متكررة.

- **مُجمل التكاليف:**
  - خلال سنة مُحددة: (c (t).
  - على مدى السنوات من (t = 0) وحتى السنة المحددة (t):

$$C(t) = \sum_{t=0}^{t=t} c(t)$$

الفوائد Benefits

كما هو الحال في تكاليف الشبكة، تتضمن فوائد الشبكة: فوائد "مُباشرة"، وفوائد "غير مُباشرة"، كما هو موضح فيما يلي:

- **فوائد مُباشرة،** مثل "الفاعلية Efficiency" و "الجودة Quality".
- **فوائد غير مُباشرة،** مثل فرص التطوير الجديدة، والتوفير الحاصل من أجور الخدمات التي سبقت استخدام الشبكة (الجديدة).
- **مُجمل الفوائد:**
  - خلال سنة مُحددة: (b (t).
  - على مدى السنوات من (t = 0) وحتى السنة المحددة (t):

$$B(t) = \sum_{t=0}^{t=t} b(t)$$

الفاعلية الاقتصادية Economic Efficiency

تُعرّف الفاعلية الاقتصادية من البداية (t = 0)، وحتى سنة معينة (t = T) هي:

$$E(T) = B(T) / C(T)$$

حياة الشبكة Network Life

يُمكن النظر إلى حياة الشبكة من خلال عاملين هما: "العمر (الاقتصادي) الأمثل للشبكة"، و"الحياة المتعادلة (اقتصادياً) للشبكة"، وفيما يلي تعريف بكل منهما:

- **العمر الأمثل Optimum Life:** يتحقق العمر الأمثل للشبكة ($T = T_{opt}$) عند السنة التي تصل فيها الفاعلية الاقتصادية إلى قيمتها العُظمى ($E = E_{max}$).
- **الحياة المُتعادلة Even Life:** تتحقق الحياة المتعادلة في السنة التي تتساوى فيها التكاليف مع الفوائد ($T = T_{even}$) أي عندما تُصبح الفاعلية الاقتصادية مساوية للواحد الصحيح ($E = 1$).

٨-٢ الحاجة إلى التحديث

Need for Replacement

هناك مسألتان رئيستان في موضوع الحاجة إلى تحديث الشبكات، نُقدم فيماً تعريفاً بكل منهما:

- ترتبط المسألة الأولى "**بانتهاء حياة الشبكة**" نظراً لتزايد تكاليف صيانتها بالمقارنة مع فوائدها، مما يؤدي إلى انخفاض فاعليتها، عندئذ لا بد من استبدال الشبكة، حتى وإن كان هذا الاستبدال بشبكة مماثلة في التقنية، وفي

الإمكانيات والتطبيقات، وهذا ما يمكن أن نسميه "بالحاجة المُعتادة إلى التحديث".

- وتتعلق المسألة الثانية "**بظهور تقنيات جديدة**" تتمتع بإمكانيات جديدة وتُقدم فوائد وفُرص جديدة لا تستطيع الشبكة القائمة بالتقنيات التي تستخدمها توفير ما يماثلها، على الرغم من أن فاعلية الشبكة ما تزال في ارتفاع. في مثل هذه الحالة تبرز الحاجة إلى "**التحديث المُبكر**". فالفوائد التي تقدمها التقنيات الجديدة، على الرغم من كلفتها، ربما تؤدي إلى رفع الفاعلية بشكل أكبر على مدى السنوات القادمة، يتجاوز فاعلية الشبكة بشكلها الحالي على مدى هذه السنوات.

وسوف نُقدم فيما يلي تحليلاً لكل من هاتين المسألتين بهدف تقديم وسائل لهذا التحليل يُمكن استخدامها في الحالات العملية.

٨-٣ التحديث المُعتاد والتحديث المُبكر
Normal Replacement and Early Replacement

يعتمد "**التحديث المُعتاد**" على ما تقدم في موضوع "دورة حياة الشبكة". لكن "**التحديث المُبكر**" يحتاج إلى أخذ عوامل أُخرى في الاعتبار. ففي تحليل هذا التحديث، لابد من أخذ تكاليف التقنية الجديدة وفوائدها في الاعتبار، إلى جانب تكاليف وفوائد التقنية

القديمة. كما يجب وضع التقنية الجديدة على ذات المدى الزمني للتقنية القديمة، وذلك في دراسة التكاليف والفوائد، كما هو موضح فيما يلي:

المدى الزمني Time Range

الفترة الزمنية التي يُمكن خلالها توفير التحديث المُبكر، هي "العمر الأمثل" للشبكة، أي: من ($t = 0$) وحتى ($t = T_{opt}$). والسنة التي يحدث عندها التحديث المُبكر، لا بُد أن تقع خلال العمر الأمثل للشبكة القديمة. وعلى ذلك يُعبر عن "سنة التحديث T_{rep}" كما يلي: ($0 < t = T_{rep} < T_{opt}$).

تكاليف التقنية الجديدة Cost of New Network Technology

- خلال سنة مُحددة: ($c_n(t)$).
- على مدى السنوات من ($t = T_{rep}$) وحتى السنة المحددة (t):

$$C_n(t) = \sum_{t=T_{rep}}^{t} c_n(t)$$

فوائد التقنية الجديدة Benefits of New Network Technology

- خلال سنة مُحددة: ($b_n(t)$).
- على مدى السنوات من ($t = T_{rep}$) وحتى السنة المحددة (t):

$$B_n(t) = \sum_{t=T_{rep}}^{t} b_n(t)$$

الفاعلية الاقتصادية Economic Efficiency

- **قبل التحديث:** خلال الفترة من ($t = 0$) وحتى ($t = T_{rep}$):

$$E_{old}\ (0 \text{ to } T_{rep}) = B_{old}\ (0 \text{ to } T_{rep}) / C_{old}\ (0 \text{ to } T_{rep})$$

- **بعد التحديث:** خلال الفترة من ($t = T_{rep}$) وحتى ($t = T_{opt}$):

$$E_{new}\ (t) = B_{new}\ (t) / C_{new}\ (t)$$

- **الفاعلية الكلية قبل وبعد التحديث:** خلال الفترة ($t = 0$)

وحتى ($t = T_{rep}$) ثم من ($t = T_{rep}$) وحتى ($t = T_{opt}$):

$$E_{all}\ (T) = \frac{B_{old}(0 to T_{rep}) + Bnew(T_{rep} to T_{opt})}{C_{old}(0 to T_{rep}) + C_{new}(T_{rep} to T_{opt})}$$

زمن التحديث المُبكر الأمثل Optimum Early Replacement Time

سنُقدم فيما يلي المبدأ الذي يستند إليه زمن التحديث المبُكّر الأمثل الذي يصل بنا إلى سنة هذا التحديث، كما سنعطي الأسلوب الذي يُمكن بواسطته تحديد هذه السنة.

- **المبدأ:** إن سنة التحديث المُبكر الأمثل ($T_{rep(opt)}$) هي السنة التي تصل "بالفاعلية الكلية" إلى قيمة عُظمى ($E_{all\ max}\ (T_{opt})$)، على أن تتجاوز القيمة العظمى لفاعلية التحديث المُعتاد ($E\ (T_{opt})$).

$$E_{all\ max}\ (T_{opt}) > E\ (T_{opt})$$

- **أسلوب إيجاد سنة التحديث المُبكر:** تغيير قيمة (T_{rep})، في المجال ($0 \text{ to } T_{opt}$)، وإيجاد (E_{all}) حتى يتحقق المبدأ المطلوب، ونصل إلى السنة المنشودة:

$$T_{rep} = T_{rep(opt)}$$

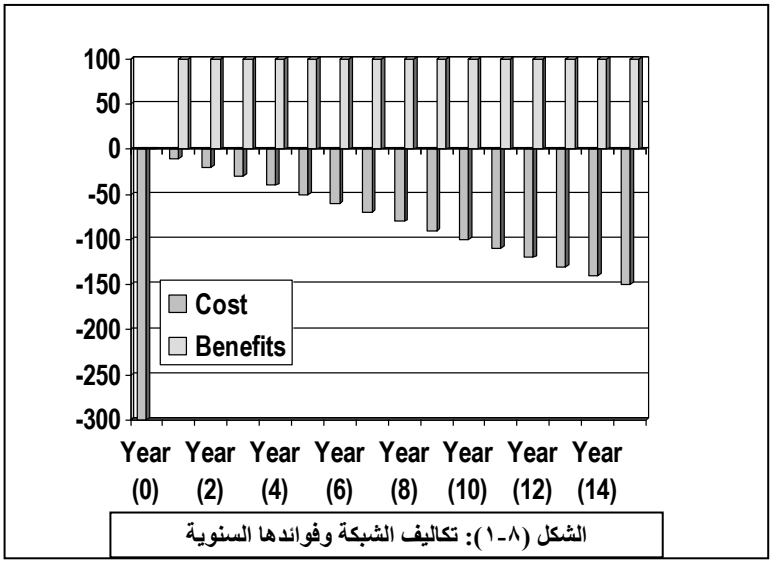
٨-٤ مثال (١): العمر الأمثل للشبكة
Example (1): *Network Optimum Life*

يُقدم المثال التالي عرضاً لكل من "تكاليف" و"فوائد" شبكة، يتضمن إعطاء قيمة كل منهما بشكل سنوي، ثم بشكل تراكمي على مدى سنوات، إضافة إلى وضعهما معاً ضمن عامل "فاعلية الشبكة"، ثم ملاحظة "عمرها الأمثل". ويُعطي الجدول (٨-١) هذه القيم مُقدرة بوحدة مالية مُفترضة وغير مُحددة، ولا تتغير قيمتها مع الزمن. وغاية ذلك توضيح الأساليب العامة لدراسة تحديث الشبكات سابقة الذكر، وليس وضع تكاليف وفوائد محددة بوحدة مالية معروفة. ويوضح الجدول أيضاً أن التوازن بين التكاليف والفوائد يحدث في "السنة الرابعة"، كما أن الفاعلية تصل إلى قيمتها العُظمى في "السنة الثامنة"، حيث يتحقق عندها العمر الأمثل للشبكة.

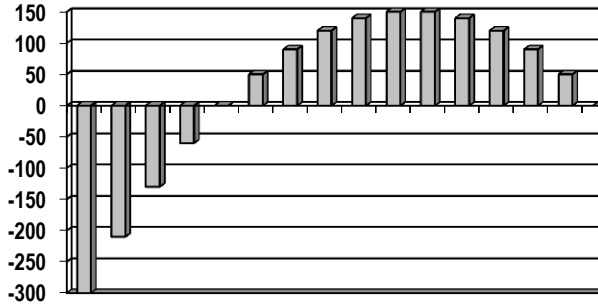
ويوضح الشكل (٨-١) تغير التكاليف والفوائد سنوياً، ويُدعى هذا التغير عادة "بالجريان المالي Cash Flow". ويبين الشكل (٨-٢) التغير التراكمي للتكاليف والفوائد الذي يُعرف "بالجريان المالي التراكمي Accumulated Cash Flow". كما يُوضح الشكل (٨-٣) تغير فاعلية الشبكة مع الزمن، حيث تصل الشبكة إلى فاعليتها العُظمى في السنة الثامنة.

الزمن (t)	التكاليف (−)		الفوائد (+)		التكاليف والفوائد		الفاعلية (E)
	سنوياً: c	التراكم: C	سنوياً: b	التراكم: B	سنوياً	التراكم	
٠	٣٠٠	٣٠٠	٠	٠	٣٠٠ -	٣٠٠ -	0
١	١٠	٣١٠	١٠٠	١٠٠	٩٠	٢١٠ -	0.32
٢	٢٠	٣٣٠	١٠٠	٢٠٠	٨٠	١٣٠ -	0.61
٣	٣٠	٣٦٠	١٠٠	٣٠٠	٧٠	٦٠ -	0.83
٤	٤٠	٤٠٠	١٠٠	٤٠٠	٦٠	٠	1
٥	٥٠	٤٥٠	١٠٠	٥٠٠	٥٠	٥٠	1.11
٦	٦٠	٥١٠	١٠٠	٦٠٠	٤٠	٩٠	1.18
٧	٧٠	٥٨٠	١٠٠	٧٠٠	٣٠	١٢٠	1.20
٨	٨٠	٦٦٠	١٠٠	٨٠٠	٢٠	١٤٠	1.21
٩	٩٠	٧٥٠	١٠٠	٩٠٠	١٠	١٥٠	1.20
١٠	١٠٠	٨٥٠	١٠٠	١٠٠٠	٠	١٥٠	1.18
١١	١١٠	٩٦٠	١٠٠	١١٠٠	١٠ -	١٤٠	1.15
١٢	١٢٠	١٠٨٠	١٠٠	١٢٠٠	٢٠ -	١٢٠	1.11
١٣	١٣٠	١٢١٠	١٠٠	١٣٠٠	٣٠ -	٩٠	1.07
١٤	١٤٠	١٣٥٠	١٠٠	١٤٠٠	٤٠ -	٥٠	1.04
١٥	١٥٠	١٥٠٠	١٠٠	١٥٠٠	٥٠ -	٠	1

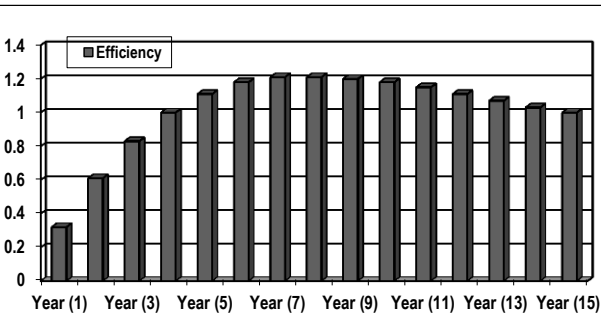
الجدول (٨−١): مثال حول إيجاد العمر الأمثل للشبكة



الشكل (٨-١): تكاليف الشبكة وفوائدها السنوية



الشكل (٨-٢): تراكم تكاليف الشبكة وفوائدها



الشكل (٨-٣): تغير فاعلية الشبكة مع الزمن

٨-٥ مثال (٢): تحديث الشبكة
Example (2): *Network Replacement*

يرتبط هذا المثال بالمثال السابق ويطرح شبكة جديدة، يُطلب دراسة مسألة الاستغناء عن الشبكة القديمة واستبدالها بهذه الشبكة الجديدة.

الشبكة الجديدة

يُوضح الجدول (٨-٢) الشبكة الجديدة بنفس الطريقة التي تم من خلالها تقديم الشبكة القديمة في الجدول (٨-١). ويُبين الجدول أن التوازن بين التكاليف والفوائد يحدث ما بين "السنة الثانية" و"السنة الثالثة"، كما أن الفاعلية تصل إلى قيمتها العُظمى في "السنة العاشرة"، حيث يتحقق العمر الأمثل للشبكة. ويُلاحظ في هذا الجدول أن القيمة العُظمى للفاعلية في الشبكة الجديدة (2.29)، التي تتحقق في السنة العاشرة، تفوق بكثير القيمة العُظمى لفاعلية الشبكة القديمة (1.21) التي تتحقق في السنة الثامنة. وعلى ذلك فإن مسألة الاستغناء عن الشبكة القديمة واستبدالها بالشبكة الجديدة تستحق الدراسة، وهو ما سنُقدمه فيما يلي.

الاستبدال المُبكر للشبكة القديمة بالشبكة الجديدة

جرت دراسة الاستبدال المبكر على مدى السنوات الخمس الأولى. وكمثال على ذلك، يبين الجدول (٨-٣) دراسة هذا الاستبدال في السنة الثانية من عمل الشبكة
الأولى، حيث يتم إعداد الشبكة الجديدة خلال هذه السنة أثناء عمل الشبكة القديمة، لتبدأ الشبكة الجديدة العمل في السنة الثالثة. ويُوضح الجدول أن هذا الاستبدال المُبكر

يُحقق فاعلية أعلى في السنة الثامنة، التي تُمثل العمر الأمثل للشبكة القديمة، (تبلغ 1.34)، من الفاعلية التي تُحققها الشبكة القديمة فيما لو بقيت ولم تُستبدل (وتبلغ 1.21). وعلى ذلك يُصبح الاستبدال المبكر خيراً من الانتظار حتى انتهاء العمر الأمثل للشبكة.

الزمن (t)	التكاليف (−)		الفوائد (+)		التكاليف والفوائد		الفاعلية (E)
	سنوياً: c	التراكم: C	سنوياً: b	التراكم: B	سنوياً	التراكم	
٠	٢٥٠	٢٥٠	٠	٠	٢٥٠ ـ	٢٥٠ ـ	٠
١	٥	٢٥٥	١٢٠	١٢٠	١١٥	١٣٥ ـ	0.47
٢	١٠	٢٦٥	١٢٠	٢٤٠	١١٠	٢٥ ـ	0.91
٣	١٥	٢٨٠	١٢٠	٣٦٠	١٠٥	٨٠	1.29
٤	٢٠	٣٠٠	١٢٠	٤٨٠	١٠٠	١٨٠	1.6
٥	٢٥	٣٢٥	١٢٠	٦٠٠	٩٥	٢٧٥	1.85
٦	٣٠	٣٥٥	١٢٠	٧٢٠	٩٠	٣٦٥	2.03
٧	٣٥	٣٩٠	١٢٠	٨٤٠	٨٥	٤٥٠	2.15
٨	٤٠	٤٣٠	١٢٠	٩٦٠	٨٠	٥٣٠	2.23
٩	٤٥	٤٧٥	١٢٠	١٠٨٠	٧٥	٦٠٥	2.27
١٠	٥٠	٥٢٥	١٢٠	١٢٠٠	٧٠	٦٧٥	2.29
١١	٥٥	٥٨٠	١٢٠	١٣٢٠	٦٥	٧٤٠	2.28
١٢	٦٠	٦٤٠	١٢٠	١٤٤٠	٦٠	٨٠٠	2.25
١٣	٦٥	٧٠٥	١٢٠	١٥٦٠	٥٥	٨٥٥	2.21
١٤	٧٠	٧٧٥	١٢٠	١٦٨٠	٥٠	٩٠٥	2.17
١٥	٧٥	٨٥٠	١٢٠	١٨٠٠	٤٥	٩٥٠	2.12

الجدول (٨−٢): تكاليف الشبكة الجديدة وفوائدها

الزمن (t)	التكاليف (−)		الفوائد (+)		التكاليف والفوائد		الفاعلية (E)
	سنوياً: c	التراكم: C	سنوياً: b	التراكم: B	سنوياً	التراكم	
٠	٣٠٠	٣٠٠	٠	٠	٣٠٠-	٣٠٠-	٠
١	١٠	٣١٠	١٠٠	١٠٠	٩٠	٢١٠-	0.32
٢	٢٧٠	٥٨٠	١٠٠	٢٠٠	١٧٠-	٣٨٠-	0.34
٣	٥	٥٨٥	١٢٠	٣٢٠	١١٥	٢٦٥-	0.55
٤	١٠	٥٩٥	١٢٠	٤٤٠	١١٠	١٥٥-	0.74
٥	١٥	٦١٠	١٢٠	٥٦٠	١٠٥	٥٠-	0.92
٦	٢٠	٦٣٠	١٢٠	٦٨٠	١٠٠	٥٠	1.08
٧	٢٥	٦٥٥	١٢٠	٨٠٠	٩٥	١٤٥	1.22
٨	٣٠	٦٨٥	١٢٠	٩٢٠	٩٠	٢٣٥	1.34
٩	٣٥	٧٢٠	١٢٠	١٠٤٠	٨٥	٣٢٠	1.44
١٠	٤٠	٧٦٠	١٢٠	١١٦٠	٨٠	٤٠٠	1.53
١١	٤٥	٨٠٥	١٢٠	١٢٨٠	٧٥	٤٧٥	1.59
١٢	٥٠	٨٥٥	١٢٠	١٤٠٠	٧٠	٥٤٥	1.64
١٣	٥٥	٩١٠	١٢٠	١٥٢٠	٦٥	٦١٠	1.67
١٤	٦٠	٩٧٠	١٢٠	١٦٤٠	٦٠	٦٧٠	1.69
١٥	٦٥	١٠٣٥	١٢٠	١٧٦٠	٥٥	٧٢٥	1.70
١٦	٧٠	١١٠٥	١٢٠	١٨٨٠	٥٠	٧٧٥	1.701
١٧	٧٥	١١٨٠	١٢٠	٢٠٠٠	٤٥	٨٢٠	1.69
١٨	٨٠	١٢٦٠	١٢٠	٢١٢٠	٤٠	٨٦٠	1.68

الجدول (٨−٣): دراسة الاستبدال المُبكر للشبكة القديمة بالجديدة في السنة الثانية

يُلاحظ من الجدول (٨−٣) أن الفاعلية تستمر بالتزايد حتى السنة السادسة عشرة (حيث تصل إلى 1.701) ثم تبدأ بالانخفاض، وتمثل هذه السنة العمر الأمثل لحالة الاستبدال في السنة الثانية. وقد تظهر خلال هذه الفترة إمكانات تقنية جديدة تستوجب الاستبدال المبكر للشبكة التي كانت جديدة بشبكة أحدث وأكثر كفاءة. وبالطبع يُمكن دراسة ذلك في إطار ذات المبادئ السابقة.

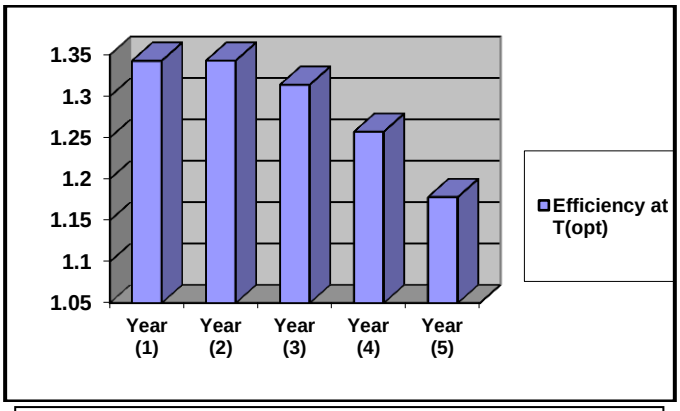
لم تقتصر دراسة الاستبدال على "السنة الثانية"، بل جرت الدراسة وبنفس الطريقة على سنوات مُحتملة أخرى للاستبدال. ويُلخص الجدول (٨-٤) الفاعلية الناتجة عن الاستبدال في السنة الثامنة (سنة العمر الأمثل للشبكة القديمة)، مُعتبراً كل سنة من السنوات الخمس الأولى من عمر الشبكة القديمة، سنة مُحتملة للاستبدال. كما يبين الجدول أيضاً، سنة العمر الأمثل لكل حالة من حالات الاستبدال المطروحة، والفاعلية الناتجة عند هذه السنة.

سنة الاستبدال المُبكر	الفاعلية في السنة الثامنة (العمر الأمثل للشبكة القديمة)	سنة العمر الأمثل للحالة المطروحة	الفاعلية عند سنة العمر الأمثل
السنة الأولى	1.342	15	1.64
السنة الثانية	1.343	16	1.70
السنة الثالثة	1.31	16	1.75
السنة الرابعة	1.26	17	1.77
السنة الخامسة	1.18	18	1.78

الجدول (٨-٤): دراسة الاستبدال المُبكر للشبكة القديمة بالجديدة في السنة الثانية

يُلاحظ في الجدول (٨-٤) وجود فائدة في الاستبدال اعتباراً من السنتين الأولى والثانية. وإذا تأخر الاستبدال عن ذلك تنخفض الفائدة، من حيث الفاعلية في السنة الثامنة، ويُعطي الشكل (٨-٤) توضيحاً إضافياً لذلك. وتجدر الإشارة إلى أن الفاعلية تزيد بعد "السنة الثامنة" (سنة العمر الأمثل للتقنية القديمة) بسبب التلاشي التدريجي لتأثير تقنية الشبكة القديمة، والتزايد التدريجي لتأثير تقنية الشبكة الجديدة. لكن ذلك

يبقى بحدود، حيث تصل الفاعلية إلى قيمة عُظمى، في سنة "العمر الأمثل الجديد"، ثم تبدأ بالانخفاض بعد ذلك.



الشكل (٨-٤): تغير الفاعلية تبعاً لسنة استبدال الشبكة القديمة بالجديدة.

وتجدر الإشارة إلى أن قيمة الشبكة القديمة بعد استبدالها لم تؤخذ في الاعتبار، فيما طُرح في هذا الفصل، من مُنطلق أنها أصبحت بلا قيمة بعد ظهور الشبكة الجديدة الأقل تكلفة، والأعلى فاعلية.

٨-٦ الخُلاصة Remarks

طرح هذا الفصل موضوع "**تحديث الشبكات**" من منظورين: منظور التحديث بعد انقضاء "العمر الأمثل للشبكة" (أو لعله العمر الافتراضي لها)، وأطلقنا على هذا التحديث وصف "**التحديث المُعتاد**؛ ثم منظور التحديث بعد فترة تقل عن العمر الافتراضي للشبكة، أي "**التحديث المُبكر**"، وذلك بسبب تقنية جديدة تُقدم فوائد أفضل وفاعلية أعلى من التقنية القائمة. وقد قدم الفصل أساليب ووسائل لدراسة "العمر الأمثل لشبكة" وتحديد موعد "التحديث المُعتاد؛ وكذلك دراسة وجود تقنية جديدة وتحديد موعد "التحديث المُبكر". وأعطى الفصل أمثلة على كل من هاتين الحالتين.

اعتمدت الأساليب والوسائل التي قدمها الفصل، في كل من حالتي التحديث "المُعتاد" والتحديث "المُبكر"، على ثلاثة عوامل رئيسة، وعوامل أُخرى مُرتبطة بها. وقد شملت العوامل الرئيسة: "**الزمن**" المتغير الأبدي، و"**التكاليف**" التي يجب تحملها، ثم "**الفوائد**" التي يُمكن الحصول عليها. كما اعتمدت أيضاً على مقياس رئيسي للتقييم، هو مقياس "**الفاعلية**" المرتبط بالعوامل الثلاثة. واستندت الأساليب والوسائل إلى عمليات شملت "تراكم" التكاليف والفوائد مع الزمن، و"متابعة" تغيرات الفاعلية الناتجة، و"تجريب" احتمالات التحديث في أوقات مختلفة، ودراسة الفاعلية الناتجة عن ذلك. وبالطبع يُمكن للقارئ الكريم كتابة برامج حاسوبية بسيطة لتنفيذ هذه العمليات، أو ربما استخدام برمجيات "**الجداول المُمتدة** Spreadsheet" في هذا السبيل.

ويستطيع القارئ الكريم الاستفادة من هذا معطيات هذا الفصل، بما في ذلك الوسائل والأساليب، والأمثلة التوضيحية، أن يقوم بدراسات تبين "**فاعلية شبكته**"، وأن يقرن ذلك بدراسات "**للتقنيات الحديثة المتوفرة**" واحتمالات "**التحديث**"، كي يستفيد من ذلك في تطوير فاعلية شبكته وزيادة معطياتها.

الفصل التاسع

مفاهيم إدارة الشبكات ومتطلبات توصيفها

Network Management Concepts and Description Requirements

يهتم هذا الفصل بالتعريف بمفاهيم إدارة الشبكات، كما يُركز على متطلبات توصيفها، بما يشمل متطلبات توصيف كل من: المكونات التقنية للشبكات، والعناصر الإنسانية المُرتبطة بها، إضافة إلى توصيف حالتها التشغيلية. ويأتي طرح متطلبات توصيف الشبكات مع مفاهيم إدارتها من منطق أن الخطوة الأولى نحو الإدارة هي التعرف على ما يُطلب إدارته. في موضوع مفاهيم الإدارة، ينطلق الفصل من المفهوم العام للإدارة، ليُقدم من خلاله مفهوم إدارة الشبكات، وما ورد بشأن ذلك من قبل الاتحاد الدولي للاتصالات، ومن قبل بعض الخبراء المستقلين. وفي بيان متطلبات توصيف مكونات الشبكات، يُركز الفصل على كيفية توصيف هذه المكونات، وبيان حالتها، ومتطلبات المحافظة عليها. وفي طرح متطلبات توصيف العناصر الإنسانية المرتبطة بالشبكات، يتطرق الفصل إلى المسؤولين فنياً عن الشبكة من ناحية، وإلى مُستخدمي الشبكة من ناحية ثانية. وفي موضوع متطلبات توصيف إدارة الحالة التشغيلية للشبكة، يُركّز الفصل على شؤون مراقبتها، وأعطالها، وتغيراتها المستقبلية المُحتملة. ويُوصي الفصل بضرورة الاهتمام بتوصيف الشبكات، وبناء سجلات خاصة لهذا الغرض، إضافة إلى الاستفادة من

هذه السجلات في إجراء الدراسات وإعداد التقارير الفنية الدورية التي تقوم بتقييم الشبكة، وتقديم المُقترحات بشأن تطويرها.

٩-١ مفاهيم إدارة الشبكات
Network Management Concepts

سوف نطرح فيما يلي مفاهيم إدارة الشبكات من خلال بيان المفهوم العام لهذه الإدارة، وما يُقدمه الاتحاد الدولي للاتصالات في هذا المجال، إلى جانب ما يقترحه بعض الخبراء في هذا الموضوع.

٩-١-١ المفهوم العام لإدارة الشبكات
Basic Concept of Network Management

في طرح المفهوم العام لإدارة الشبكات، سوف نبدأ بالمفهوم العام للإدارة، ثم نبين المفهوم المطلوب ومستوياته تبعاً للتكوين العام للشبكات.

المفهوم العام للإدارة

يتضمن المفهوم العام للإدارة العناصر الرئيسة التالية:

- **التحكم والتوجيه**، ويشمل ذلك شؤون القيادة وتحديد الأهداف والتوجهات الاستراتيجية ووضع الخط.
- **العمل والمتابعة**، ويتضمن ذلك تحديد المسؤولية عن الأعمال المطلوبة.

- **التعامل بإيجابية ومودة**، وإضفاء روح التعاون على بيئة العمل.

- **تنفيذ العمل**، والاستجابة للمتطلبات.
- **تحقيق الأهداف المحددة**، وصولاً إلى الآمال المنشودة.

مفهوم إدارة الشبكات

يهتم مفهوم إدارة الشبكات بالمسائل التالية:

- **المتطلبات**، التي تُشكل مُنطلق نشاطات الإدارة.

إدارة المؤسسة، التي تسعى إلى الاستجابة للمتطلبات.

- **إدارة الشبكة**، وتتضمن ما يلي:
  - إدارة مُكونات والعناصر المُرتبطة بها.
  - دعم إدارة المؤسسة بالكفاءة والنوعية والآفاق الجديدة التي تُقدمها تقنيات المعلومات.

مستويات إدارة الشبكات

تتضمن مستويات إدارة شبكة ما يلي:

- **المستوى الداخلي**، ويتضمن التكوين الداخلي للشبكة، الخاص بالمؤسسة صاحبة الشبكة: مُستوى "الإنترانت Intranet".
- **المستوى المُشترك**، ويشمل التكوين المشترك للشبكة، مع أصحاب العلاقة بالمؤسسة: مُستوى "الإكسترانت Extranet".

- **المستوى الخارجي**، ويرتبط بتكوين المفتوح للجميع: مُستوى "الإنترنت Internet".

٩-١-٢ مفهوم الاتحاد الدولي للاتصالات
ITU Management Concept

يشمل مفهوم إدارة الشبكات، طبقاً للاتحاد الدولي للاتصالات أخذ الأبعاد التالية في الاعتبار:

- **المسؤولية**، بمعنى المسؤولية عن الشبكة وخدماتها.
- **الإشراف**، ويُقصد بذلك الإشراف على أداء الشبكة أثناء العمل (التشغيل).
- **الاستجابة**، بمعنى التحكم بعمل الشبكة عن طريق اتخاذ الإجراءات اللازمة التي تستجيب للمتغيرات.
- **الكفاءة**، أي رفع مستوى استخدام إمكانات الشبكة إلى الحد الأعلى.
- **التطوير**، ويُقصد بذلك التخطيط للمستقبل.
- **الحماية من المخاطر**، بما يتضمن وضع خطط طوارئ.

٩-١-٣ مفاهيم أُخرى

Other Concepts

يُعطي بعض الخبراء أفكاراً مضافة لمفهوم إدارة الشبكات تهدف إلى توضيحه وتطويره، نُقدم فيما يلي عرضاً لبعض من أهمها.

- **المسؤولية الشاملة،** ويتضمن ذلك "التخطيط، والتنظيم، والإشراف، والتحكم، والمسؤولية عن استخدام قنوات اتصال الشبكة، وإمكاناتها الأخرى".
- **الاستجابة الفعالة،** ويُقصد بذلك مرونة الاستجابة للمتغيرات.
- **استقرار الأداء،** بمعنى المُحافظة على مستوى الأداء المطلوب.

حماية المعلومات، أي المحافظة على سلامة المعلومات من: "الكشف والتشويه والتعديل ".

- **هوية المُرسل والمُستقبل،** ويُقصد بذلك الاهتمام بالتدقيق في هويتي المرسل والمستقبل.

٩-٢ مُتطلبات توصيف المكونات التقنية للشبكات
Description Requirements of Network Technical Components:

تشمل المكونات الفنية للشبكات: الأجهزة، وقنوات الاتصال، والبرامج الحاسوبية، إلى جانب المعلومات التي تُشكل رصيداً هاماً من أرصدة المؤسسة صاحبة الشبكة. وتتضمن متطلبات توصيف هذه المكونات: توصيف المكونات ذاتها، وتحديد حالتها، ومعرفة متطلبات توفير الدعم اللازم لها. وهذا ما سنبينه فيما يلي:

٩-٢-١ المكونات التقنية
Technical Components

يشمل توصيف المكونات التقنية للشبكات تحديد مصدرها، وبيان مواصفاتها والوظائف التي تؤديها، كما هو موضح فيما يلي:

المصدر Source
يشمل توصيف مصدر المكونات التقنية العناصر التالية:

- **الجهة الصانعة:** الشركة الصانعة، ودولة الصنع.
- **الجهة المزودة:** وكيل الشركة الصانعة (الموزع).
- **التكلفة:** السعر والتسديد.
- **اتفاقية الخدمة** (SLA: Service Level Agreement)**:** الخدمة المُقدمة من المصدر. وسوف نتحدث عن اتفاقيات الخدمة بتفصيل أكثر في فصل قادم من هذا الكتاب.

المكونات المادية (الأجهزة) Hardware

يشمل توصيف الأجهزة، وهو ما يُطلق عليه أيضاً "المكونات المادية"، ما يلي:

- **الوظيفة،** بمعنى العمل الذي يؤديه الجهاز.
- **مواصفات الجهاز**، أي نوع الجهاز ومواصفاته الفنية التفصيلية.

قنوات الاتصال Communication Links

يتضمن توصيف قنوات الاتصال، التي تعمل على توصيل مراكز الشبكة، العناصر التالية:

- **طبيعة القنوات:** قنوات سلكية (نحاسية أو ألياف بصرية) أو قنوات لاسلكية (أرضية أو فضائية).
- **عرض النطاق الترددي:** ويبين ذلك سعة القنوات.

المكونات البرمجية Software

يشمل توصيف المكونات البرمجية ما يلي:

- **وظيفة المكونات**، مثل برامج أنظمة تشغيل، أو التطبيقات العامة، أو التطبيقات الخاصة.
- **الجهة المستفيدة**، وتشمل مستخدمي هذه المكونات.

المعلومات Information

يتضمن توصيف المعلومات ما يلي:

- **صفات المعلومات:** أنواع المعلومات وأهميتها وتمثيلها.
- **استخدام المعلومات:** أسلوب توصيل المعلومات المناسبة للمستخدم المقصود.

٩-٢-٢ حالة المكونات التقنية وتوفير الدعم اللازم
State and Support of Technical Components

يُمكن توصيف حالة المكونات التقنية للشبكات ومتطلبات دعمها على النحو التالي:

حالة المكونات

تتحدد حالة المكونات التقنية للشبكة بالآتي:

- **الموقع:** موقع الجهاز (العنصر التقني المقصود).
- **البيئة:** حالة الظروف المحيطة.
- **التوصيل:** توصيلات الجهاز والتكامل مع المكونات الأخرى.
- **الوظيفة:** لماذا يُستخدم الجهاز، والعمل الذي يؤديه.
- **المسؤولية:** الشخص المسؤول عن الجهاز.

ويُمكن تطبيق هذا الوصف على كل من المكونات التي يجري استخدامها فعلاً، وعلى قطع الغيار الموجودة في المخازن، ووضع سجلات تختص بذلك. وتجدر الإشارة إلى أن حالة المكونات المُتغيرة تحتاج إلى تحديث مستمر لسجلاتها.

دعم المكونات

يتضمن وصف الدعم الذي تلقاه المكونات التقنية للشبكة الاهتمام ببيان ما يلي:

- **معدات الاختبار:** أجهزة فحص الحالة القائمة.
- **الصيانة:** أي أعمال صيانة الجهاز، والصيانة الدورية الوقائية، وإصلاح الأعطال.
- **التقييم:** عمليات تقييم المكونات وتحليل أدائها.

٩-٣ مُتطلبات توصيف العناصر الإنسانية
Description Requirements of People Associated with the Network

تشمل العناصر الإنسانية ذات العلاقة بالشبكات: العناصر التابعة للهيئة المسؤولة عن الشبكة أو المسؤولون عن الشبكة، إضافة إلى مستخدمي الشبكة. وتحتاج مُتطلبات وصف هؤلاء إلى القيام بتحديدهم، والعمل على وضع التوصيف المناسب لهم، كما هو موضح فيما يلي.

٩-٣-١ المسؤولون عن الشبكة
Network Staff

سنتحدث فيما يلي عن العناصر المسؤولة عن الشبكة، بما يتضمن مؤهلاتهم ونسب وجودهم في إدارة الشبكة، كما سنتطرق إلى طرق توصيفهم.

عناصر الشبكة

- **مديرون**، وهم العناصر في موقع الإدارة الفنية للشبكة، ونسبة وجودهم حوالي ١٠ %.
- **مُهندسون وفنيون** يعملون في القضايا الفنية، ونسبتهم حوالي ١٥ %.

- **مُساعدون فنيون ومشغلون**، ونسبتهم حوالي ٣٥ %.
- **عناصر غير فنية**، ونسبتهم حوالي ٤٠ %.

توصيف عناصر الشبكة

- **الهوية**، أي التعريف العام بالعنصر.
- **المؤهلات**، الشهادات العلمية والمهنية.
- **الوظيفة والواجبات**، الأعمال والمهمات المُناطة بالعنصر.
- **الأداء**، مستوى العنصر في أداء المهمات الموكلة إليه، سابقاً وحالياً.
- **الحضور**، أي سجل الإجازات، والتقارير الطبية، والتأخير، والغياب.
- **التدريب**، الدورات التدريبية التي حضرها العنصر، والتي يحتاجها ويجب أن يحضرها من أجل تطوير أدائه، بما يتناسب مع الواجبات المُناطة به.

٩-٣-٢ مُستخدمو الشبكة

Network Users

سوف نقوم فيما يلي بتقديم مُستخدمي الشبكة، ثم نتطرق إلى متطلبات توصيفهم.

المستخدمون Users

يتضمن مستخدمو الشبكة مُستخدمون من داخل المؤسسة صاحبة الشبكة، ومستخدمون من خارجها. وسوف نستعرض هؤلاء المستخدمين فيما يلي:

- **أصحاب القرار** في المؤسسة، أي مدير المؤسسة ورؤساء الأقسام فيها.
- **موظفو المؤسسة** القائمون على خدمات المؤسسة المُقدمة عن طريق الشبكة.
- **موظفو المؤسسة** الآخرون المستفيدون من الخدمات العامة للشبكة (مستوى الإنترانت)
- **المستخدمون من خارج المؤسسة المرتبطون بها**، وهؤلاء هم أصحاب العلاقة والشركاء (مستوى الإكسترانت).
- **المستخدمون الآخرون من خارج المؤسسة**، وهم المستخدمون الراغبون بالتعرف على المؤسسة (مستوى الإنترنت).

توصيف المُستخدمين

يجب توصيف المستخدمين تبعاً لمستوى الاستخدام: الإنترانت، و الإكسترانت، والإنترنت، ويتضمن هذا التوصيف ما يلي:

- **الهوية**، أي التعريف العام بالمُستخدم، ويشمل ذلك: القسم الذي ينتمي إليه (في المؤسسة المعنية) وموقعه الجغرافي، ووظيفته، وأي معلومات عامة مُفيدة أُخرى.

- **الاستخدام**، ويتضمن ذلك: الوسائل المُستخدمة وخواصها وسعتها، وعنوان المُستخدم وكلمة السر، وأي معلومات مُفيدة أُخرى.
- **الدعم**، ويشمل: الأمن المطلوب، والوثوقية والوسائل الاحتياطية المتوفرة، والمراقبة وإحصائيات الاستخدام، وأي معلومات مُفيدة أُخرى.

٩-٤ مُتطلبات توصيف حالة الشبكة
Description Requirements of Network State

تشمل مُتطلبات توصيف حالة الشبكة: توصيف حالتها العامة، وحالتها التشغيلية وأدائها، وتوصيف أعطالها وتغيراتها، كما هو مُوضح فيما يلي:

٩-٤-١ الحالة العامة للشبكة
Monitoring Network Performance

يُمكن تحديد الحالة العامة للشبكة من خلال توصيف ما يلي:

- **الحالة التقنية للشبكة**، ويشمل ذلك تكوينها وهيكلها العام.
- **الحالة الإدارية للشبكة**، ويتضمن ذلك: المسؤولون عن إدارتها، وبرامج الصيانة المُتبعة.
- **الحالة التشغيلية العامة للشبكة**، ويشمل ذلك الأحمال على الشبكة وخدماتها.

- **الأداء العام للشبكة**، ويتضمن ذلك مدى استجابة الشبكة لخدمة الأحمال المُطبقة عليها.
- **تقويم حالة الشبكة**، ويُحدد ذلك نقاط قوة الشبكة ومجالات ضعفها، ومتطلبات تطويرها.
- أي **معلومات أُخرى** تُفيد في فهم حالة الشبكة.

٩-٤-٢ مُراقبة أداء الشبكة
Monitoring Network Performance

تشمل مُراقبة الشبكة مراقبة "**الحمل المُطبق**" على الشبكة، إضافة إلى مُراقبة أدائها، وتوثيق ذلك في سجلات خاصة.

مُراقبة الحمل المُطبق على الشبكة، أي مُراقبة ما يلي:

- معدل "**الطلب**" على الاستخدام وطبيعته (عشوائي / منتظم).
- متوسط "**مدة الخدمة**" الواحدة وطبيعتها (عشوائية / منظمة).
- تغيرات "**الحمل**" والحمل الأقصى (فترة المشغولية) وأهميته في الأداء.
- وضع "**إحصائيات**" حول ما سبق.

تحديد مقاييس الأداء، أي تحديد ما يلي:

- "**الأخطاء**" الواقعة، أي مستوى جودة الاتصال.

- "**مشغولية**" الشبكة، وتأتي من علاقة الحمل بسعة الشبكة.
- "**الاستجابة**" للطلب، مثل نسبة الخدمة المُعطاة، أو ربما نسبة الخدمة المرفوضة بنظرة مُعاكسة.
- "**التأخير الزمني**" للاستجابة.
- "**الإنتاجية**" Throughput، بمعنى حمل الحركة المخدوم.
- وضع "**إحصائيات**" حول ما سبق.

٩-٤-٣ أعطال الشبكة

Network Failures

يتم توصيف أعطال الشبكة، من خلال توصيف "الوحدة المُصابة" بالعطل، وتوصيف "العطل" ذاته، إضافة إلى الاستفادة من ذلك في "دراسة الأعطال"، والعمل على تطوير الشبكة.

الوحدة المُصابة، ويشمل ذلك:

- **التعريف**، أي التعريف بالوحدة المُصابة، أي الجهاز أو الوحدة الوظيفية المصابة بالعطل.
- تحديد **الموقع الجغرافي** للوحدة المُصابة (عنوانها).
- تحديد الجهة **الصانعة** والجهة **المُوردة** للوحدة.
- تحديد الجهة **المسؤولة عن الصيانة**، وذلك طبقاً "لاتفاقيات الخدمة SLA: Service Level Agreement"، التي سنتحدث عنها في فصل لاحق.

- تحديد أجهزة **الفحص** ووسائل **الإصلاح** المُرتبطة بالوحدة.
- تحديث سجل **أعطال الوحدة**.

تفاصيل العطل، ويتضمن ذلك:

- تحديد زمن العطل، أي الوقت الذي حدث فيه.
- تحديد سبب حدوث العطل.
- متابعة العطل، ويشمل ذلك:
  - إعلام الجهة المسؤولة عن العطل و"طلب الخدمة".
  - تحديد موعد "بداية" إصلاح العطل وموعد "الانتهاء" من ذلك.
- تسجيل تفاصيل العطل.

التعريف بدراسة الأعطال، وتشمل:

- دراسة **تكرار** العطل، ويتم ذلك من خلال تحديد المدة الزمنية (المتوسطة) بين عطل سابق والذي يليه، لجميع أنواع الأعطال: MTBF: Mean Time Between Failures.
- **إصلاح** العطل، المدة الزمنية (المتوسطة) لإصلاح العطل، لجميع أنواع الأعطال MTTR: Mean Time To Repair.
- **إحصائيات** الأعطال، وتتضمن توزع تكرار الأعطال، ، على جميع أنواعها Frequency Distribution. وتفيد هذه الإحصائيات في تحديد "نقاط ضعف" الأجهزة والوحدات الوظيفية المُستخدمة.

- **إصلاح** العطل، فهم الأعطال وتقديم التوصيات للحد منها، ودراسة استهلاك الأجهزة وقطع الغيار.
- تحديد مقياس **توفر الخدمة** ***AV*** :Availability ويُعطى على النحو التالي:

$$AV = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

٩-٤-٤ تغيرات الشبكة

Network Changes

يُمكن توصيف تغيرات الشبكة من خلال ما يلي:

- تحديد **طبيعة التغيرات**، ويتضمن ذلك:
  - تغير طبيعة الحمل، بما ذلك "**عشوائية**" حدوثه، و"**حجمه**"، وتغير "**فترة المشغولية**".
  - "**التوسع والنمو**".
  - بروز "**متطلبات**" جديدة، مثل تحسين مستوى الأداء المطلوب.
  - ضرورات "**التحديث**" والتطوير.
  - إعادة "**التصميم**" (استجابة للتغيرات).
- تحديد **مقاييس التغير**، ويشمل ذلك:
  - **تكاليف** التغيير.
  - مستوى **الكفاءة** ومستوى **الأداء**.
  - **الأمن** والاحتياط **للطوارئ**.
  - **مقاييس أُخرى**.

- إصدار **تقارير** دورية حول التغيرات الحادثة.

٩-٥ الخُلاصة Remarks

قدم هذا الفصل مفهوم إدارة الشبكات مُنطلقاً من "**مفهوم الإدارة**" عموماً، **ثم** "**إدارة الشبكات**" على وجه الخصوص. وفي هذا الإطار، طرح الفصل مفهوم الاتحاد الدولي للاتصالات لإدارة الشبكات، إضافة إلى مفاهيم وضعها بعض الخبراء في هذا المجال. وتكمن فائدة ذلك من بيان أن مفهوم إدارة الشبكات يُمكن أن يُطرح بأساليب مُختلفة، لكن مضمونه الأساس يبقى واحداً. ولعله من الملاحظ أن المفهوم العام للإدارة، ومفهوم الاتحاد الدولي للاتصالات لإدارة الشبكات، ومفاهيم خبراء آخرون في هذا المجال، تتفق على أن "**التخطيط**" جزء من "**الإدارة**"، على الرغم من أننا نجد تفريقاً بينهما عند طرح موضوعاتهما في الكتب والمقالات، بما في ذلك هذا الكتاب، بحُكم ما هو قائم. ولاشك أن موضوعا "الإدارة" و"التخطيط" يُكملا بعضهما بعضاً في الوظائف، وأن أقسام إدارة تقنيات المعلومات والشبكات، في المؤسسات، هي المسؤولة، غالباً، عن التخطيط للشبكات، ولكن بمشاركة، لا بُد منها من أصحاب القرار، وهم أيضاً "الإدارة" ولكن "العليا" للمؤسسة صاحبة الشبكة.

بعد تقديم المفاهيم، طرح الفصل "**مُتطلبات توصيف الشبكات**"، من مُنطلق أن الخطوة الأولى نحو الإدارة هي فهم ما يُطلب إدارته. وفي هذا الإطار طرح الفصل متطلبات توصيف "المكونات التقنية" للشبكات، ومتطلبات توصيف "العناصر الإنسانية" المرتبطة بها، إضافة إلى متطلبات توصيف "الحالة التشغيلية" للشبكة. في توضيح

مُتطلبات توصيف "**المكونات التقنية**"، قسم الفصل هذه المكونات إلى أجهزة أو مكونات مادية، وأنظمة اتصالات، وبرامج حاسوبية، ومعلومات؛ كما طرح موضوعات توصيفها، وتوصيف حالتها، وتوصيف الدعم المتوفر لها. وفي بيان متطلبات توصيف "**العناصر الإنسانية**"، تطرق الفصل إلى توصيف العناصر الفنية المسؤولة عن الشبكة، وكذلك إلى توصيف مستخدمي الشبكة. وفي إطار متطلبات توصيف "**الحالة التشغيلية للشبكة**"، طرح الفصل كيفية توصيف عمل الشبكة، وأعطالها، والتغيرات التي يُمكن أن تخضع لها.

بناء على ما سبق، يُنصح مديرو الشبكات، ببناء سجلات تفصيلية لكل متطلبات التوصيف سابقة الذكر، والعمل على تحديثها باستمرار. وتفيد هذه السجلات في إجراء دراسات دورية عن الشبكة، والتعرف إلى نقاط الضعف والقوة فيها، وإعداد التقارير عنها، وتقديم المُقترحات بشأن تطويرها. وسنتحدث في فصل قادم عن "**وثائق الشبكة**"، بما في ذلك السجلات التي تحتوي عادة على المعلومات المطروحة هنا، والتقارير الفنية، إضافة إلى وثائق الاتفاقات الفنية مع جهات خارجية.

الفصل العاشر

وظائف إدارة الشبكات
Network Management Functions

يُقدم هذا الفصل عرضاً للوظائف الرئيسة لإدارة عمل الشبكات. ويُركز الفصل في هذا العرض على توصيات "المنظمة الدولية للمواصفات المعيارية ISO" التي تطرح خمس وظائف رئيسة هي: "إدارة الأعطال"، و "إدارة الأداء"، و "إدارة التكوين"، و "إدارة الأمن"، إلى جانب "إدارة المحاسبة". ويُقدم الفصل وصفاً لكل من هذه الوظائف، يوضح دورها في دعم عمل الشبكة، وتعزيز الاستفادة منها. واستكمالاً لوظائف إدارة عمل الشبكات الرئيسة، يتطرق الفصل أيضاً إلى موضوع "الصيانة"، ومهمات "مكتب الشكاوى". ويُناقش الفصل أمثلة من الواقع حول بعض الوظائف المطروحة. ويبين الفصل أخيراً ضرورة اهتمام وظائف إدارة الشبكة بإرضاء المُستخدم، ولكن على أن يُرضي ذلك مُقدم الخدمة أيضاً.

١٠-١ الوظائف الرئيسة
Main Functions

تشمل وظائف إدارة عمل الشبكات خمس وظائف رئيسة حددتها "المنظمة الدولية للمواصفات المعيارية ISO". وعلى الصعيد العملي، هناك وظائف رئيسة أُخرى أيضاً يجري أخذها في الاعتبار. ويستعرض الجدول (١٠-١) هذه الوظائف. وسوف نُركز

فيما يلي على وظائف "المنظمة الدولية للمواصفات المعيارية ISO"، إضافة إلى أعمال الصيانة ومهمات مكتب المساعدة.

وظائف ISO	وظائف أُخرى
إدارة الأعطال	إدارة الصيانة
إدارة الأداء	إدارة مهمات مكتب المساعدة
إدارة التكوين	إدارة التخطيط (المستمر)
إدارة الأمن	إدارة الطوارئ
إدارة المحاسبة	إدارة شئون العاملين

الجدول (١٠-١): وظائف إدارة عمل الشبكات

١٠-٢ إدارة الأعطال

Fault Management

تهتم وظيفة إدارة الأعطال "بالتعامل مع الأعطال" عند حدوثها أثناء عمل الشبكة. وتجدر الإشارة هنا إلى أن هناك توصيف للأعطال، ضمن توصيف حالة الشبكة، تحدثنا عنه في فصل سابق، كما أن هناك أنظمة فنية تساهم في تنفيذ هذه الوظيفة، إضافة إلى وظائف أُخرى، سوف نتحدث عنها في الفصل القادم. وتشمل وظيفة إدارة الأعطال المهمات الرئيسة التالية:

الإنذار بوجود عطل

يشمل الإنذار بوجود عطل ما يلي:

- **كشف العطل**، أي معرفة أن هناك عطل في مكان مُحدد.
- **تشخيص نوع العطل**، بمعنى تحديد نوع العطل، ومستوى خطورته على أداء الشبكة، وأولوية السعي إلى إصلاحه.

الاستجابة للإنذار

تتضمن هذه الاستجابة المهمات التالية:

- **عزل العطل**، عزل العطل عن الشبكة للحد من تأثيره السلبي على عملها.
- **إصلاح العطل**، وإنهاء حالة الإنذار.

تسجيل العطل

ويشمل ذلك ذكر العطل في التقرير الدوري للشبكة، والاستفادة من هذا التسجيل في دراسة الأعطال، على ضوء ما ورد في الفصل السابق.

١٠-٣ إدارة الأداء

Performance Management

في طرح موضوع إدارة الأداء سنبدأ أولاً بعرض مفهوم هذه الإدارة، ثم ننتقل إلى بيان مهماتها.

١٠-٣-١ مفهوم إدارة الأداء
Basic Concept of Performance Management

يُمكن تحديد مفهوم إدارة الأداء من خلال النقاط التالية:

مستوى الاستخدام

يجب أن تحقق الشبكة مستوى مقبول من الاستخدام من أجل الاستفادة من الاستثمار فيها وتبرير ميزانيتها، وهذا ما يسعى إليه "**مُقدم الخدمة**".

مُستوى الخدمة (الأداء)

يجب تحقيق مُستوى خدمة مُناسب، كي تكون الخدمة التي تقدمها الشبكة مرضية "**للمستخدم**".

التوازن بين مستوى الاستخدام ومستوى الخدمة

عندما يرتفع مستوى الاستخدام ينخفض مستوى الخدمة، فهناك تناسب عكسي بينهما. وعلى ذلك، لا بُد من السعي إلى تحقيق التوازن بينهما، بحيث يتحقق رضا كل من "**مُقدم الخدمة والمُستخدم**".

١٠-٣-٢ مهمات إدارة الأداء
Tasks of Performance Management

تشمل مهمات إدارة الأداء ما يلي:

دراسة سلوك الشبكة

تشمل دراسة سلوك الشبكة أخذ المسألتين التاليتين في الاعتبار:

- **دراسة الحالة الراهنة**، ويتضمن ذلك دراسة إمكانات الشبكة ومكوناتها، والأحمال المُطبقة عليها في الوقت الحاضر.
- **دراسة الحالات السابقة**، ويشمل ذلك دراسة سجل حالة الشبكة خلال الفترة الزمنية السابقة. (تاريخ حالة الشبكة).

دراسة كفاءة الشبكة

تشمل دراسة كفاءة الشبكة ما يلي:

- **تحليل الكفاءة**، أي تحليل "مستوى استخدام" إمكانات الشبكة.
- **تحليل أداء الشبكة**، أي تحليل "مستوى خدمة المستخدم" في الحالات المختلفة.

التسجيل

حفظ المعلومات وإعداد التقارير.

١٠-٤ إدارة التكوين
Configuration Management

سوف نُقدم موضوع إدارة التكوين من خلال تحديد مفهوم هذه الإدارة، وبيان مهماتها.

١٠-٤-١ مفهوم إدارة التكوين
Basic Concept of Configuration Management

يتضمن مفهوم إدارة التكوين ما يلي.

- **حصر مكونات الشبكة**، ويشمل ذلك الأجهزة والبرمجيات وقنوات الاتصال وغيرها من مكونات الشبكة.
- **الاستجابة لمصادر تغير متطلبات الخدمة**، أي استجابة المكونات المتوفرة لتغيرات متطلبات الخدمة بشكل "سريع وموثوق". وتدخل الاستجابة المطلوبة في إطار التخطيط والعمل على تحديد الحالات المحتملة.

١٠-٤-٢ مهمات إدارة التكوين
Tasks of Configuration Management

تشمل مهمات إدارة التكوين ما يلي:

تحديد العوامل والمكونات

- ويُقصد بالعوامل تلك التي تؤثر في التحكم بعمل الشبكة، مثل سعة الشبكة وإمكاناتها والأحمال المطبقة عليها.
- ويُقصد بالمكونات أجهزة الشبكة و"وحداتها الوظيفية Functional Units" التي ينبغي إدارتها لتحقيق المتطلبات.

جمع المعلومات، ويشمل ذلك:

- **الحالات السابقة،** أي سجل حالة الشبكة خلال الفترة الزمنية السابقة. (تاريخ حالة الشبكة).
- **الحالة الراهنة،** حالة العوامل والمكونات في الوقت الحاضر.
- **التغيرات القائمة** الناتجة عن مراقبة عمل الشبكة (العوامل والمكونات) بشكل مستمر.

كشف التغيرات

ويتم ذلك من خلال دراسة كفاءة الشبكة، بما يشمل تحليل كفاءة الشبكة (مستوى الاستخدام)، وتحليل أدائها (مستوى الخدمة)، كما أوردنا سبقاً.

تغيير التكوين

يتضمن هذا التغيير الخطوتين التاليتين:

- **تحديد الاحتياجات**، بمعنى تحديد التغيير اللازم في التكوين استجابة للتغيرات الحادثة، بما يُحقق المستوى المطلوب لكفاءة الشبكة، ويُؤمن حُسن أدائها.
- **تأمين الاحتياجات** التي تم تحديدها.

التسجيل

حفظ المعلومات وإعداد التقارير.

١٠-٥ إدارة الأمن

Security Management

سنبدأ فيما يلي بتحديد مفهوم إدارة الأمن، ثم نُقدم مهمات هذه الإدارة.

١٠-٥-١ مفهوم إدارة الأمن
Basic Concept of Security Management

يتضمن مفهوم إدارة الأمن ما يلي.

- **التحكم بالنفاذ Access Control** إلى الشبكة، وإلى أنظمة إدارتها.
- **حماية أمن المعلومات Information Security** من الكشف والتغيير والتعديل لغير المصرح لهم.
- **حماية قنوات الاتصال**، ويشمل ذلك القنوات السلكية والترددات اللاسلكية المستخدمة.

يُقدم ما سبق حماية أساسية، وهناك إضافات أُخرى لهذا المفهوم، تبعاً لمتطلبات الحماية.

١٠-٥-٢ مهمات إدارة الأمن
Tasks of Security Management

تشمل مهمات إدارة الأمن ما يلي.

- **إدارة النفاذ Access Management**، ويتضمن ذلك وضع قواعد لإعطاء حق النفاذ للمستخدمين ومراقبة ممارستهم لهذا الحق (منع نفاذ غير المُصرح لهم)؛ ووضع قواعد للسماح بالنفاذ إلى الأنظمة المختلفة والأخرى استخدامها.
- **كشف التحديات**، بمعنى كشف الاختراقات الأمنية.

- **الحمايـة،** مثل استخدام "التعمية أو التشفير Encryption"، مع ضرورة تغيير "المفتاح المُستخدم" بشكل غير مُنتظم.
- **التسجيل،** أي حفظ المعلومات وإعداد التقارير.

١٠-٦ إدارة المُحاسبة

Accounting Management

سنعالج مسألة إدارة المحاسبة بتحديد مفهوم هذه الإدارة، وطرح مهماتها.

١٠-٦-١ مفهوم إدارة المُحاسبة

Basic Concept of Accounting Management

يتضمن مفهوم إدارة المُحاسبة ما يلي:

- **تحديد تعريفة (أجور) الخدمات المُقدمة،** أي ما يجب على المُستخدم دفعه مُقابل الخدمات التي يتلقاها، وذلك في أوقات الذروة والأوقات العادية وفترات العطلات. ويحتاج وضع التعريفة إلى دراسة كل من تكاليف الشبكة وأوضاع السوق والمنافسة و إمكانات المشتركين.

- **إعداد الفواتير**، بما يتضمن مراقبة الاستخدام، وتطبيق التعريفة، وتدقيق الفواتير، ثم إصدارها ومتابعة شؤون تحصيلها.

١٠-٦-٢ مهمات إدارة المُحاسبة

Tasks of Accounting Management

تشمل مهمات إدارة المُحاسبة ما يلي:

- **وضع تعريفة** (نظام أجور) الخدمات المُقدمة.
- **مُراقبة الاستخدام**، أي مراقبة الخدمات المُقدمة إلى كل مُشترك.
- **إصدار الفواتير** التي يجب أن يدفعها كل مشترك لقاء تلقيه الخدمات.
- **التسجيل**، بمعنى حفظ المعلومات وإعداد التقارير.

١٠-٧ أعمال الصيانة والمُساعدة

Maintenance and Help

سنعالج مسألة إدارة المحاسبة بتحديد مفهوم هذه الإدارة، وطرح مهماتها.

١٠-٧-١ أعمال الصيانة
Maintenance

تسعى أعمال الصيانة إلى المحافظة على "مواصفات مكونات الشبكة" وضمان تنفيذها "لوظائفها" بفاعلية. وتشمل هذه الأعمال ما يلي:

- **الصيانة المُنتظمة الدورية**، بمعنى "الصيانة الوقائية Preventive"، وتهتم بمنع حدوث المشاكل والأعطال.
- **الإصلاح**، أي معالجة الأعطال الطارئة، وإعادة الجزء المُعطل إلى العمل.
- **التحديث**، بمعنى تجديد التقنية المستخدمة بتقنية أحدث منها، وأكثر تميزاً.
- **التسجيل**، بمعنى حفظ المعلومات وإعداد التقارير.

١٠-٧-٢ المساعدة: مكتب الشكاوى
Help Desk

سنطرح موضوع مكتب الشكاوى من خلال النقاط التالية:

أهداف مكتب الشكاوى، وتتضمن ما يلي:

- الاستجابة إلى استفسارات المشتركين.

- الاستجابة إلى بلاغات المشتركين عن الأعطال الطارئة، أو أي انخفاض في مستوى الأداء في منطقة من المناطق.
- إعلام المشتركين عن حالات قد تؤدي إلى قطع الخدمة مؤقتاً أو ما يُماثل ذلك.

التعامل مع الأعطال

يتعامل مكتب الشكاوى مع الأعطال تبعاً للمصطلحات التالية:

- **عطل مفتوح**، أي عطل تم تسجيله.
- **عطل قائم**، بمعنى أنه قيد الإصلاح.
- **عطل مُغلق**، أي تم إصلاحه (يبقى تسجيله من أجل دراسة الشبكة).

التسجيل

حفظ المعلومات وإعداد التقارير.

١٠-٨ أمثلة من الواقع

Practical Examples

هناك مثالان واقعيان، من المملكة العربية السعودية، حول كل من إدارة الأداء وإدارة التكوين. ارتبط أحدهما بحدث طارئ تطلب استجابة سريعة، أما الآخر

فيتعلق بحدث متوقع يجري سنوياً، ويحتاج إلى إعادة تكوين بعض أجزاء الشبكة الهاتفية.

في أواخر الثمانينيات من القرن العشرين حدث زلزال في إحدى مناطق اليمن، فانطلق اليمنيون المقيمون في السعودية، في ذلك الوقت، نحو أجهزة الهاتف للاطمئنان عن تذويهم في اليمن. وأدى ذلك إلى ارتفاع الحمل على قنوات الشبكة بين السعودية واليمن وانخفض مستوى أداء الشبكة، واحتاجت إدارة الشبكة إلى إعادة النظر في تكوين شبكتها. وروى أحد المطلعين على الأمر أنه تم توصيل كثير من المكالمات الصادرة من السعودية إلى اليمن عن طريق القنوات التي تصل السعودية بدولة أخرى لديها مركز دولي يربط بلدان مُختلفة ، ثم القنوات التي تصل هذا المركز، في تلك الدولة، باليمن. وهكذا وبتغيير تكوين الشبكة، تم تأمين الخدمة بأداء معقول.

وفيما يتعلق بالحدث المتوقع، والمقصود هنا موسم الحج، فإن الشبكة الدولية السعودية تعيد النظر بقنواتها التي تصلها بدول العالم الإسلامي، ودول مصادر الحجيج الأخرى، من أجل تأمين خدمات الاتصالات خلال فترة الحج، بأداء مرضٍ.

١٠-٩ الخُلاصة

Remarks

استعرض هذا الفصل الوظائف الرئيسة لإدارة الشبكات. وتضمن ذلك الوظائف الخمس المُوصى بها من قبل "المنظمة الدولية للمواصفات المعيارية ISO"، وهي: إدارة "**الأعطال**"، وإدارة "**الأداء**"، وإدارة "**التكوين**"، وإدارة "**الأمن**"، وإدارة "**المُحاسبة**"؛ إضافة إلى وظيفتين رئيسيتين هامتين هما: إدارة أعمال "**الصيانة**"، وإدارة مكتب "**الشكاوى**". وقدم الفصل مثالين من الواقع حول حالتين تطلبتا تغيراً في "تكوين" الشبكة للمحافظة على "أداء" مُرض؛ إحداهما حالة طارئة، والأخرى يجري التخطيط لها مُسبقاً.

وفي عرض الوظائف السابقة، أورد الفصل قضية هامة من قضايا إدارة الشبكات، وهي قضية تحقيق التوازن بين مُتطلبات "**المُستخدم**" ورغبات "**مُقدم الخدمة**". فمُقدم الخدمة يرغب في "**مستوى استخدام**" مُرتفع لشبكته تؤمن له مردوداً أعلى، لكن هذا الاستخدام يؤدي، إذا ارتفع عن حدود معينة، إلى انخفاض "**مستوى الأداء**" وهو ما يُزعج المُستخدم. ويدخل موضوع "تكوين" الشبكة، و"سعة" قنواتها، كعامل هام في تحقيق التوازن بين مستويي "الاستخدام" من جهة، والأداء" من جهة أُخرى. ويُضاف إلى ذلك أن إرضاء المُستخدم، والمحافظة عليه كمستفيد من الخدمة، عامل هام في كل من إدارة "الأعطال" وإدارة "الأمن"، وأعمال "الصيانة"، ومكتب "الشكاوى". كما أن لإدارة المحاسبة وأجور الخدمات المُقدمة دور هام أيضاً في إرضاء المُستخدم، ولكن مع إرضاء مُقدم الخدمة أيضاً. وبناء على ما سبق، فإن الاستجابة المناسبة لمُتطلبات

المستخدم، مع موازنتها ورغبات مُقدم الخدمة، ضرورة تستوجب الاهتمام في تحديد وتنفيذ وظائف إدارة الشبكات.

الفصل الحادي عشر

الأنظمة الفنية لإدارة الشبكات

Network Management Systems

يطرح هذا الفصل موضوع الأنظمة الفنية لإدارة الشبكات. ويبدأ أولاً بتقديم أسس عمل هذه الأنظمة والمكونات التي تستند إليها وفوائدها. ثم يُقدم أمثلة حول أهم الأنظمة في هذا المجال، بما في ذلك "نظام إدارة الشبكات المتكامل INMS" الذي توصي به "المنظمة الدولية للمواصفات المعيارية ISO"، و نظام "بروتوكول إدارة الشبكة البسيط SNMP" المُرتبط ببروتوكولات الإنترنت، وكذلك نظام "شبكة إدارة الاتصالات TMN" المُرتبط "بالاتحاد الدولي للاتصالات ITU". ونظراً لأن "التشوير Signalling" في المقاسم يُسهم في تشغيل الشبكات وإدارة شؤون عملها وتنفيذها لمهمات الاتصال، يتحدث الفصل عن أنظمة المقاسم، ويُبين وظائفها في إطار وظائف الشبكة، ويُركز على موضوع التشوير ودوره في عمل الشبكة، ويُقدم مثالاً هاماً في هذا المجال هو "نظام التشوير SS7". وبين الفصل أخيراً أن كُلاً من أنظمة "إدارة الشبكات" وأنظمة "تشويرها" تتفق في "هدف" تطوير خدمات الشبكات وجعلها أكثر كفاءة، كما تشترك أيضاً في "الأسلوب" الذي يعتمد على مبدأ ذكاء الآلة، الذي يتضمن تخزين المعلومات وتبادلها ومُعالجتها، لاتخاذ القرارات اللازمة بشأن تنفيذ أعمال الشبكة بكفاءة و فاعلية.

١١-١ أسس عمل الأنظمة الفنية لإدارة الشبكات
Principles of Network Management Systems

نُقدم فيما يلي عرضاً لأسس عمل الأنظمة الفنية لإدارة الشبكات بما يشمل "مبدأها العام"، و "مكوناتها"، و "تكوين بنيتها" (أساليب ربط المكونات وتشغيلها)، إضافة إلى فوائدها.

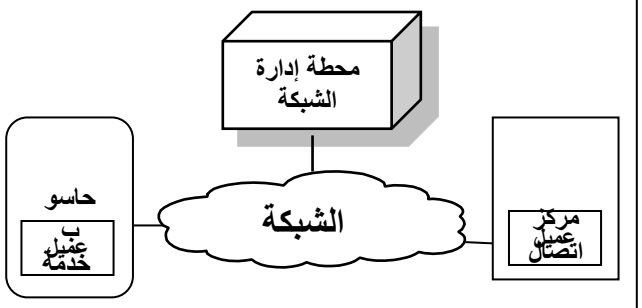
المبدأ العام للأنظمة

يتلخص المبدأ العام للأنظمة الفنية لإدارة الشبكات بتخصيص وحدة وظيفية Functional Unit لكل جهاز تُطلب إدارته والتحكم به (غالباً ما تكون داخل الجهاز) تعمل على مراقبة عمله وإرسال المعلومات عن ذلك إلى مركز التحكم (محطة الإدارة) الذي تتبعه، وتنفيذ أوامر هذا المركز استجابة للمتغيرات، كما هو موضح بالشكل (١١-١).

مُكونات الأنظمة

على أساس المبدأ العام السابق، تشمل الأنظمة الفنية لإدارة الشبكات المكونات الرئيسة التالية:

- **الجهاز المطلوب إدارته** Managed Device.



يتم الاتصال بين العملاء ومحطة الإدارة، طبقاً للغة بروتوكول الإدارة، من أجل تنفيذ المهمات المطلوبة

الشكل (١١-١): مبدأ أنظمة إدارة الشبكات.

- **العميل** Agent، وهو وحدة وظيفية (قد تكون برنامج حاسوبي) تُقيم داخل الجهاز المطلوب إدارته، وتقوم بما يلي:
  - مراقبة الجهاز.
  - إرسال المعلومات حول عمل الجهاز إلى مركز التحكم الذي تتبعه.
  - تلقي الأوامر من مركز التحكم لإجراء تعديلات في عمل الجهاز استجابة للمتطلبات.
- **وكيل العميل** Proxy Agent، هو عميل أيضاً لكنه خارجي، لا يُقيم داخل الجهاز المطلوب إدارته.
- **مركز تحكم** Control Centre، ويُطلق عليه أيضاً اسم "محطة إدارة"، قد تكون أولية للتحكم بإحدى مناطق الشبكة، أو نهائية للتحكم بكامل الشبكة.

بُنية الأنظمة

تتضمن بُنى الأنظمة الفنية لإدارة الشبكات ما يلي:

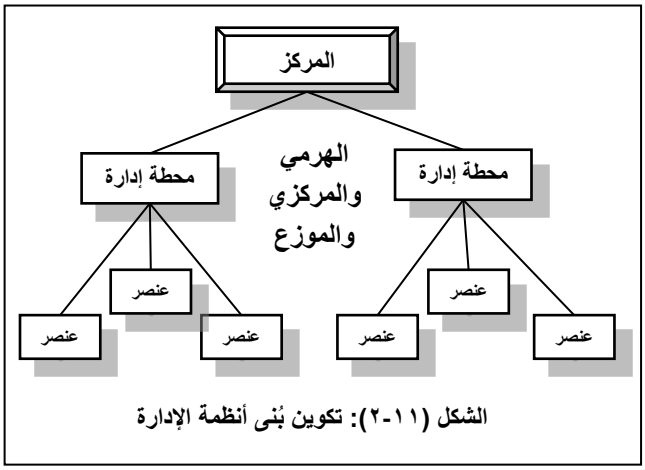
- **البُنية المركزية** Centralized، وفيها مركز تحكم واحد (محطة واحدة) لكامل الشبكة.
- **البُنية الموزعة** Distributed، لديها عدد من مراكز التحكم موزعة طبقاً لما يلي:
  - توزع جغرافي على مناطق الشبكة.
  - توزع حسب الوظيفة الإدارية (التحكم) المطلوب تنفيذها.
- **البُنية الهرمية** Hierarchical، وتتكون من مجموعة من الأنظمة المركزية المتناظرة (والمتدرجة)، والموزعة على امتداد الشبكة. ويُمكن للمراكز الرئيسية الموزعة فيها أن تتخاطب، وربما تنتهي بمركز رئيسي واحد تلتقي عنده توصيلات المراكز الرئيسة الموزعة.

ويُوضح الشكل (١١-٢) هذه البُنى وإمكان تكاملها ضمن بُنية واحدة.

فوائد الأنظمة

تُحقق الأنظمة الفنية لإدارة الشبكات الفوائد التالية:

- أداء أفضل لوظائف إدارة الشبكة وخدماتها.
- كفاءة أعلى لعمل الشبكة.



الشكل (١١-٢): تكوين بُنى أنظمة الإدارة

- فهم أعمق للعلاقة بين الطلب على الشبكة و إمكاناتها يُساعد في التخطيط والتطوير.

١١-٢ الأنظمة الفنية المتوفرة

Available Systems

سوف نُقدم فيما يلي ثلاثة أنظمة رئيسة لإدارة الشبكات:

- أولها "نظام إدارة الشبكة المُتكامل INMS" المرتبط بنظام "المنظمة الدولية للمواصفات المعيارية: ISO" الخاص "بالنظام المفتوح للتوصيل: OSI".
- وثانيها "بروتوكول إدارة الشبكة البسيط: SNMP" المرتبط ببرتوكولات الإنترنت.

- وثالثها "شبكة إدارة الاتصالات: TMN" الذي يسعى إلى بناء شبكة إدارة خاصة لإدارة الشبكة التي تُقدم خدمات الاتصالات.

١١-٢-١- نظام إدارة الشبكة المُتكامل
ISMN: Integrated Network Management System

سنُقدم فيما يلي نظام إدارة الشبكة المتكامل عبر ثلاث مراحل نبدؤها بالتعريف بالنظام، ثم بطرح مكوناته وبنيته، وأخيراً بإلقاء الضوء على تنفيذه لوظائفه.

التعريف بالنظام

نظام إدارة الشبكة المُتكامل نظام هرمي يتكون من ثلاثة مستويات. ويتوزع النظام، بمستوياته الثلاثة، على امتداد الشبكة التي تستخدمه. ويرتبط، في أدائه لوظائفه، ببروتوكولات نظام ISO-OSI المكونة من سبع طبقات، والتي تحدثنا عنها في فصل سابق.

مكونات النظام وبنيته

نُقدم فيما يلي مكونات النظام وبنيته من خلال ما يلي:

- **العملاء**، ويتشكلون في هذا النظام من وحدات وظيفية على ثلاثة مستويات:
  - مستوى "**أجهزة**" الشبكة: عنصر الشبكة Element.

- مستوى "**مجموعة**" من الأجهزة EMS: Element Management Systems
- مستوى "**نظام**" إدارة الشبكة المتكامل INMS: Integrated Network Management System، وهو المستوى العام لإدارة الشبكة.

- **لغة التخاطب**، وهي لغة معيارية لتبادل المعلومات والأوامر من أجل تنفيذ بروتوكولات التخاطب المطلوبة لتنفيذ وظائف المراقبة والتحكم، وتُعرف "بلغة الإدارة المُشتركة CML: Common Management Language.
- **قواعد المعلومات**، وتتضمن معلومات حول حالة أجهزة الشبكة، تُستخدم لإدارتها والتحكم بها، وتعرف "بقاعدة معلومات الإدارة MIB: Management Information Base

تنفيذ الوظائف

يجري تنفيذ وظائف المُراقبة والتحكم المطلوبة على المستويات التالية، المرتبطة بطبقات بروتوكولات النظام المفتوح المعيارية ISO / OSI.

- **مستوى البروتوكول**، ويتضمن وظائف المُراقبة والتحكم ضمن طبقة من طبقات برتوكولات الشبكة.
- **مستوى الطبقة**، ويشمل وظائف المُراقبة والتحكم بين الطبقات ذات المستوى الواحد.

- **مستوى النظام**، ويتضمن وظائف المُراقبة والتحكم ذات العلاقة بجميع الطبقات.

١١-٢-٢ بروتوكول إدارة الشبكة البسيط
SNMP: Simple Network Management Protocol

سنُقدم فيما يلي نظام إدارة الشبكة المعروف ببروتوكول إدارة الشبكة البسيط SNMP. وعلى غرار الطرح السابق، سنقوم بالتعريف بهذا النظام، ثم نستعرض مكوناته وبنيته، لنلقي الضوء أخيراً على تنفيذه لوظائفه.

التعريف بالنظام

نظام برتوكول إدارة الشبكة البسيط هو نظام موزع، مرتبط في أدائه لوظائفه ببروتوكولات الإنترنت TCP-IP التي طرحناها في فصل سابق.

المكونات والبنية

تتضمن مكونات النظام وهيكلية تكوينه ما يلي:

- **العملاء**، هناك عميل (وحدة وظيفية) لكل جهاز يجري التحكم به، بما يشمل: "حواسيب الخدمة Servers، والطابعات Printer، موجه حركة Router، وغيرها.

- **مركز** (محطة Station) **إدارة**، للتحكم في قطاع من الشبكة (أو شبكة محلية).
- **لغة النظام**، لدى النظام لغة معيارية لوصف الأجهزة وتنفيذ الوظائف.
- **قواعد المعلومات**، لدى النظام قاعدة معلومات حول حالة أجهزة الشبكة، تُستخدم لإدارتها والتحكم بها، وتُعرف بقاعدة معلومات الإدارة MIB: Management Information Base.

تنفيذ الوظائف

يتم تنفيذ وظائف إدارة الشبكة من خلال التواصل بين العميل ومركز (محطة) الإدارة والتحكم التابع لها، طبقة لقواعد برتوكولية مُحددة.

١١-٢-٣ نظام شبكة إدارة الاتصالات

TMN: Telecommunications Management Network

سنُقدم فيما يلي نظام "شبكة إدارة الاتصالات TMN" المرتبط "بالاتحاد الدولي للاتصالات ITU". ويشمل ذلك التعريف بهذا النظام، وطرح مكوناته، مع التركيز على شبكة الاتصال والتوصيلات البينية فيه. كما يتضمن أيضاً طرح أسلوب التعامل والتخاطب بين المكونات، إضافة إلى مستويات الوظائف التي يؤديها.

التعريف بالنظام

نظام شبكة إدارة الاتصالات هو نظام هرمي موزع، لديه نظام إداري خاص (شبكة إدارة منفصلة) لإدارة شبكة الاتصالات (الشبكة الهدف) والتحكم بعملها. ولديه أيضاً توصيلات بينية معيارية لمكونات "شبكة الإدارة" لإتاحة فرصة استخدام أنوع متعددة من هذه المكونات من شركات صانعة مُختلفة، بما يُحقق عدم الاحتكار في صناعة مكونات الشبكات.

مكونات النظام

تتضمن مكونات النظام ما يلي:

- **عناصر الشبكة** NE: Network Elements، **وهي، كالعملاء** في النظامين السابقين، وتتكون من وحدات وظيفية توضع في أجهزة الشبكة الهدف.
- **أجهزة التوسط** MD: Mediation Devices، وتقوم بالتعامل مع عدد من عناصر الشبكة وإدارتها.
- **نظام التشغيل** OS: Operation System:
  - يتمركز في محطات التحكم الرئيسة المُرتبطة بشبكة الإدارة.
  - يدير قطاع الشبكة، المُرتبط بمحطته الرئيسة، ويتحكم به.
  - يتصل بمكونات قطاعه عبر شبكة الاتصال (الإدارية: المُراقبة والتحكم) DCN التابعة له، والتي تشكل جزءً من شبكة الإدارة

- يتصل بمراكز أخرى مناظرة له، تُدير قطاعات أخرى من الشبكة وتتحكم بها.

- **قواعد المعلومات**، وتتركز في أنظمة التشغيل، لكن بعض عناصر الشبكة وأجهزة التوسط الذكية، تُخزن المعلومات وتتعامل معها.

شبكة النظام والتخاطب

تشمل شبكة اتصالات النظام (الإداري) ما يلي:

- **شبكة اتصالات البيانات** (الإدارية: المُراقبة والتحكم) DCN: Data Communications Network، وتقوم بتوصيل معلومات المُراقبة والتحكم بين عناصر الشبكة وأجهزة التوسط من جهة، وبين نظام التشغيل الذي ترتبط به من جهة أُخرى. وتُستخدم في إدارة مختلف شبكات الاتصالات بما في ذلك شبكات الألياف البصرية.
- **التوصيلات البينية المعيارية** SI: Standard Interfaces، وتقوم بتوصيل ما يلي:
  - عناصر الشبكة إلى أجهزة التوسط.
  - التوصيل بين مراكز أنظمة التشغيل.
  - المكونات الرئيسة المختلفة إلى شبكة اتصالات البيانات DCN.

ويتم **التخاطب** بين مكونات النظام وفق أسلوب ولغة معتمدة عبر التوصيلات البينية المعيارية.

تنفيذ المهمات

يتم تنفيذ مهمات المُراقبة والتحكم من خلال المستويات التالية:

- مستوى **عنصر** الشبكة.
- مستوى **الشبكة**.
- مستوى **الخدمة** المطلوبة.
- مستوى **التطبيقات** المُعطاة.

١١-٣ الوظائف الإدارية للمقاسم

Management Functions of the Switching Systems

سوف نطرح فيما يلي الوظائف الإدارية للمقاسم من خلال ما يلي:

- بيان وظائف الشبكة، ووظائف المقاسم.
- إظهار "دور التشوير Signalling" الذي تقوم به المقاسم في إدارة الشبكة.
- تقديم مثال هو أحد المقاسم المعروفة: مقسم "نظام التشوير SS 7: Switching Systems No. 7".

١١-٣-١ وظائف الشبكة والمقاسم
Network Functions and Switching Systems

سنبدأ أولاً بوظائف الشبكة، ثم نطرح دور المقاسم.

وظائف الشبكة

تتضمن وظائف الشبكة ما يلي:

- **تقديم الخدمة** Services إلى المُشترك بما يُحقق متطلباته.
- **تحديد الأجور المطلوبة لقاء الخدمة المُعطاة** Service Charges، ويتضمن ذلك مراقبة الحركة وتحديد الأجور المطلوبة من المشتركين (إدارة المُحاسبة).
- **التشوير** Signalling، ويتضمن تشغيل الشبكة تبعاً لمتطلبات المستخدم من خلال إشارات لتشغيل المكونات المختلفة للشبكة.
- **التبديل** Switching، ويشمل تأمين المشاركة في استخدام قنوات الشبكة، كما رأينا في "تبديل الدوائر" وفي أسلوب "التخزين والإرسال".
- **الإرسال** Transmission، ويتضمن إرسال المعلومات التي يُريدها المستخدم (والإشارات اللازمة لتشغيل الشبكة) عبر قنوات الشبكة.

دور المقسم

يعمل المقسم على تشغيل الشبكة تبعاً لمتطلبات المستخدم. ويتم هذا التشغيل من خلال "**التشوير**" الذي يُوجه عمل الشبكة. من أبرز المقاسم المتوفرة عملياً مقسم نظام التشوير السابع SS7: Signaling System 7.

١١-٣-٢ التشوير

Signalling

سنتحدث، في هذا البند، عن التشوير من خلال طرح ما يلي:

- **تطور التشوير** عبر الزمن.
- **أنواع الإشارات** المُستخدمة في التشوير.
- **التشوير ومبدأ التحكم** باستخدام البرنامج المُخزن SPC: Stored Program Control.
- **مبدأ القناة المُشتركة للتشوير** CCS: Common Channel Signalling.

تطور التشوير

تطور التشوير عبر الزمن من خلال المراحل التالية:

- **البداية: التيار الكهربائي**، حيث كان يتم تشغيل دائرة كهربائية (التيار الكهربائي) لدفع أداء وظيفة معينة من وظائف الشبكة.

- **الإشارات التماثلية**، حيث كان يتم دفع أداء الوظائف المطلوبة من خلال إرسال إشارات تماثلية للأجهزة المختلفة عبر شبكة الاتصال الأساسية. وكانت هذه الإشارات تختلف باختلاف الوظائف المطلوبة.
- **الإشارات الرقمية**، بدأ استبدال الإشارات التماثلية بإشارات رقمية في ستينيات القرن الماضي. وتُرسل هذه الإشارات عادة طبقاً لمبدأ "تبديل الرزم" عبر شبكة منفصلة تقوم باستخدام الإشارات للتحكم بالشبكة الأساسية.

أنواع الإشارات

تشمل أنواع الإشارات ما يلي:

- إشارات **الإشراف** Supervisory، وتهدف إلى مراقبة الحالة وكشف الطلب: مثل كشف رفع السماعة لإجراء مكالمة، أو إغلاقها لإنهائها.
- إشارات **النفاذ** Access، وهي إشارات تحديد العنوان المطلوب من خلال المُراقمة Dialing.
- إشارات **التحكم** Control، وتتضمن الإشارات المُرسلة من جهاز إلى آخر بشأن تنفيذ مهمة مطلوبة، مثل مهمة تحديد مسر مُكالمة من مصدرها إلى مقصدها.
- إشارات **التنبيه** Alert، و تتضمن إشارات التنبيه مثل قرع الجرس.

- إشارات **الاستمرار** Progress، مثل التعبير عن حالة المكالمة: الخط مشغول، أو طلب إعادة المكالمة Ring Back، أو "كل المآمير مشغولون".

مبدأ "التحكم باستخدام البرنامج المُخزن" SPC: Stored Program Control

يتضمن هذه المبدأ ما يلي:

- معلومات مخزنة في المقسم، وإجراءات معالجة يمكن تنفيذها باستخدام هذه المعلومات، أي إمكان تنفيذ عمليات "**ذكية**".
- تدخل إنساني أقل ودقة أكبر.
- إمكانات جديدة لم تكن متوفرة سابقاً.

مبدأ "القناة المشتركة للتشوير" Common Channel Signaling

يتضمن هذه المبدأ ما يلي:

- استخدام قناة مشتركة، تتمتع بسعة كافية، لإرسال كافة أنواع إشارات التشوير عبرها.
- تكون الإشارات في هذه القناة المشتركة عبارة عن رسائل رقمية إلى مختلف الأجهزة في الشبكة.
- ترتبط القناة المشتركة بمبدأ "التحكم باستخدام البرنامج المُخزن" وتستفيد من مزاياه.

١١-٣-٣ نظام التشوير رقم ٧.
SS7: Switching System No. 7

سنقوم فيما يلي بالتعريف بنظام التشوير رقم ٧، وعرض فوائده الرئيسة.

التعريف بالنظام

سوف نُعرف النظام من خلال النقاط التالية:

- من حيث **المبدأ**: يعتمد النظام في تكوينه وعمله على كل من "مبدأ التحكم باستخدام البرنامج المُخزن" وعلى "مبدأ القناة المشتركة للتشوير".
- للنظام **شبكة خاصة** منفصلة عن شبكة الاتصالات التي يجري تشغيلها. وتعمل هذه الشبكة على نقل إشارات تشغيل "الشبكة الهدف" (شبكة الاتصالات الرئيسة) والتحكم بعمل أنظمتها، مثل التحكم بأنظمة التبديل. وتأخذ هذه الإشارات شكل الرسائل الرقمية.
- **يُستخدم** النظام على نطاق واسع في شبكات الهاتف، وفي شبكات أنظمة الاتصالات الخلوية.

فوائد النظام

هناك فوائد "قائمة فعلاً" للنظام، وهناك أيضاً فوائد "من المتوقع الاستفادة منها" في المستقبل، وسوف نطرح هذه الفوائد فيما يلي:

- **الفوائد القائمة**، وتشمل:
  - إمكان "المحافظة على الرقم الهاتفي" عند الانتقال إلى موقع جغرافي جديد.
  - "تحويل المكالمات" بين المواقع.
  - السماح "بالتعامل مع الأرقام الخاصة": ٨٠٠ و ٩٠٠.
  - "تجنب الاختناقات" من خلال تغيير طريق المكلمات بين المصدر والمقصد
  - الاختبار والصيانة "عن بُعد".
- وتتضمن **الفوائد المُتوقعة مستقبلاً** ما يلي:
  - تمكين المستخدم من إدارة تكوين متطلباته مباشرة، مثل: زيادة عدد خطوطه في الرقم ٨٠٠ في أيام الذروة؛ ومثل تفعيل بعض الخدمات ثم توقيفها؛ وغير ذلك، مما يُحسّن الاستجابة، ويُعطي كفاءة أفضل.
  - القيام بالمزيد من العمليات الذكية التي تؤدي إلى: تطوير الخدمات القائمة؛ وتقديم خدمات جديدة.

١١-٤ الخُلاصة

Remarks

قدم هذا الفصل تعريفاً "**بالأنظمة الفنية**" الرئيسة التي تُسهم في إدارة الشبكات والتحكم بعملها، بما يُحسّن أداءها، ويزيد كفاءة خدماتها. وتضمن ذلك نوعين من الأنظمة هي: الأنظمة المعروفة "**بأنظمة إدارة الشبكات**" والتي تُسهم في تنفيذ الوظائف الرئيسة لإدارة الشبكات، و"**أنظمة التشوير**" التي تعمل على دعم مهمات تنفيذ الاتصالات عبر شبكة الرئيسة وجعلها أكثر ذكاء. وبين الفصل كيف تقوم أنظمة إدارة الشبكات "بمراقبة" عمل مُكونات الشبكة، و"كشف" المشاكل الطارئة، وحفظ المعلومات اللازمة وتبادلها، والقيام "بالتحكم" بالشبكة، أو أجزاء منها، بهدف تطوير كفاءتها. وأوضح الفصل أيضاً كيف تعمل أنظمة التشوير على "تفعيل" مهمات الشبكة "ومُتابعتها"، وتطوير أدائها، وإضافة خدمات جديدة تجعل من الشبكة أكثر مُرونة وفاعلية في تنفيذ مُتطلبات المُستخدم.

وتجدر الإشارة إلى أن العامل "**المشترك**" بين "أنظمة الإدارة" و"أنظمة التشوير" ليس فقط "**الهدف**" في تطوير كفاءة الشبكة وتحسين أدائها، وفتح آفاق جديدة لتنفيذ مُتطلبات المُستخدم سواء التي يعرفها ويجدها بحاجة إلى تطوير، أو ما التي يطمح إليها ويرغب في وجودها، بل إن هناك عاملاً مُشتركاً آخر يرتبط "**بأسلوب**" تنفيذ الوظائف المُختلفة. فأسلوب "أنظمة الإدارة" وأسلوب "أنظمة التشوير" يعتمدان على تلقي "المعلومات" وتخزينها وتبادلها، و"مُعالجتها حاسوبياً"، واتخاذ القرار بما يجب تنفيذه على أساس ذلك. أي أنهما يرتبطان بمبدأ "**ذكاء**" (تخزين المعلومات ومُعالجتها،

واتخاذ القرارات ومتابعة تنفيذها) الآلة الذي يستمد تفكيره من البرامج الحاسوبية التي يضعها "**الإنسان**" في هذه الأنظمة، هذا المخلوق الذي ميزه الله بالعقل والتفكر والتدبر.

الفصل الثاني عشر

وثائق إدارة الشبكات

Network Management Documents

يطرح هذا الفصل موضوع وثائق إدارة الشبكات. ويبدأ "بسجلات الشبكات" بما يشمل سجلات المسؤولين عنها وسجلات مستخدميها، إضافة إلى سجلات الأجهزة المُستخدمة، وعمليات الشبكة والأعطال. وترتبط هذه السجلات بمتطلبات توصيف الشبكات المُعطاة في فصل سابق. ويتطرق الفصل، بعد ذلك، إلى "تقارير الشبكات" ويُعطي نبذة عن الهيكل العام لهذه التقارير، ويُقدم أيضاً بعض التفاصيل حول الأقسام الرئيسة لتقارير التدقيق الدورية حول الشبكة. ثم يتوجه الفصل نحو وثائق "اتفاقيات الخدمة"، فيقدم تعريفاً بهذه الاتفاقيات، ويُناقش مسائلها الأساسية، التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار، في إعداد الوثائق المرتبطة بها. ويميز الفصل بين اتفاقيات الخدمة "الداخلية" واتفاقيات الخدمة "الخارجية"، ويعتبر أن الاتفاقيات الداخلية لا تقل أهمية عن الاتفاقيات الخارجية.

١٢-١ سجلات الشبكة

Network Records

تُعتبر سجلات الشبكة ضرورة معرفية هامة تُعبر عن حالة الشبكة من جميع النواحي، وتُستخدم في إعداد التقارير الدورية والوثائق حول الشبكة، حيث تُساعد هذه التقارير

والوثائق على اتخاذ القرارات الصائبة بشأن توجيه تطور الشبكة بالاتجاه المناسب، وبشأن إدارة شؤونها بالأسلوب المناسب. وتتضمن هذه السجلات ما يلي:

- سجلات "**مكونات الشبكة**"، بما في ذلك قوائم مخازن قطع الغيار.
- سجلات "**العناصر الإنسانية**" المُرتبطة بالشبكة، بما في ذلك المسؤولين عن الشبكة ومستخدميها.
- سجلات "**حالة الشبكة**"، وتتضمن وصف الحالة العامة للشبكة، وعملها، وأدائها، وتغيراتها.

وترتبط محتويات هذه السجلات بمُتطلبات توصيف الشبكات التي تطرقنا إليها بالتفصيل في فصل سابق. ويبين الجدول (١٢-١) نظرة شاملة ومختصرة إلى هذه السجلات تُلخص محتوياتها. ويُمكن للقارئ الكريم، الراغب في الإطلاع على المزيد من التفاصيل، العودة إلى الفصل الخاص بمتطلبات التوصيف.

١٢-٢ تقارير الشبكة

Network Reports

تنقسم تقارير الشبكة عادة إلى قسمين: تقارير "دورية" مُتكررة على فترات مُحددة تطرح موضوعات ذات طبيعة مُستمرة، وتقارير "غير دورية" تطرح موضوعات يجري تحديدها حسب الحاجة أو الطلب. وللتقارير الدورية وغير الدورية، فيما عدا ذلك، خصائص مشتركة. وسوف نطرح فيما يلي الهيكل العام لهذه التقارير، ونطرح مثالاً حول موضوعات "تقارير التدقيق Audit Reports" الدورية.

سجلات المكونات التقنية	**وصف المكونات التقنية**	مصدر المكونات؛ طبيعتها: أجهزة حاسوبية، أنظمة اتصالات، برامج تشغيل أو تطبيقات؛ وصف المكونات؛ وصف استخدام المكونات أو وجودها في المخازن.
	حالة المكونات التقنية	الموقع الجغرافي، البيئة المحيطة، الوظيفة، التوصيل أو الارتباط مع الأجهزة الأخرى، المسؤولية.
	دعم المكونات التقنية	مُعدات الاختبار، برامج الصيانة، نتائج التقييم المستمر.
سجلات العناصر الإنسانية	**المسؤولون عن الشبكة**	الهوية، المؤهلات، الوظيفة والواجبات، الأداء، الحضور، التدريب السابق والمطلوب.
	مُستخدمو الشبكة	الهوية؛ الاستخدام: العنوان، وكلمة السر، ومستوى الاستخدام (إنترانت، إكسترانت، إنترنت)؛ متطلبات الاستخدام (الأمن والوثوقية وغير ذلك) والدعم المتوفر.
سجلات حالة الشبكة	**الحالة العامة للشبكة**	الحالة التقنية، والإدارية، والتشغيلية، والأداء العام، والتقييم المستمر.
	أداء الشبكة	توصيف الحمل المُطبق على الشبكة؛ توصيف مقاييس الأداء.
	أعطال الشبكة	الوحدات المصابة، تفاصيل الأعطال، الجهات المسؤولة عن الصيانة، إحصائيات ودراسات الأعطال.
	تغيرات الشبكة	تغير الحمل، التوسع والنمو، متطلبات جديدة، مقاييس جديدة أو مُطورة، عوامل أُخرى.

الجدول (١٢-١): سجلات الشبكة: نظرة شاملة ومُختصرة

الهيكل العام للتقارير

يتضمن الهيكل العام للتقارير والوثائق ما يلي:

- **الغلاف**، ويتضمن الآتي:
  - عنوان التقرير أو الوثيقة.
  - طبيعة التقرير: دوري أو وثيقة خاصة.

- تاريخ الصدور.
- مصدر التقرير: مَن أعد التقرير.
- مقصد التقرير: إلى من أو توزيع التقرير.

- **محتويات** التقرير أو الوثيقة، وتشمل:
  - **مُلخص** شامل للتقرير بسطور قليلة.
  - **مُقدمة**، وتشمل التعريف بالموضوع المطروح، وأهداف التقرير.
  - **أقسام التقرير**، وترتبط بطبيعة التقرير ومتطلباته.
  - **الخُلاصة**، وتشمل إنجازات التقرير وفوائدها، والمتطلبات المُستقبلية لموضوع التقرير.
  - **المراجع**، وتتضمن المصادر المعرفية التي اعتمد عليها التقرير أو الوثيقة.
  - **الملاحق**، وفيها معلومات التفصيلية حول بعض قضايا التقرير (أو الوثيقة).

تقارير التدقيق

ترتبط تقارير التدقيق بالنقاط الرئيسة التالية:

- **موضوعات تقارير التدقيق**، وتشمل:
  - مستويات "الأداء" و "الاستخدام".
  - أمن الشبكة والمعلومات المرتبطة بها.
  - المكونات التقنية وقوائم التخزين.
  - التكاليف والمسائل المالية.
  - معلومات أُخرى تبعاً للحاجة والطلب.
- **المتغيرات الهامة** في تقارير التدقيق:
  - نمو الشبكة وتوسعها.
  - تحديث تقنيات الشبكة وخدماتها.
  - متغيرات أُخرى تبعاً للحاجة والطلب.
- **التكرار الدوري** لتقارير التدقيق:
  - تقارير ربع سنوية (إلى سنوية أحياناً): في الإطار المحلي أو الداخلي.
  - تقارير سنوية (إلى كل سنتين) في الإطار الخارجي (عند الحاجة).

١٢-٣ وثائق اتفاقيات الخدمة
SLA (Service-Level Agreements) Documents

في طرح وثائق اتفاقيات الخدمة سنبدأ أولاً بالتعريف بهذه الاتفاقيات، ثم نُقدم الأقسام الرئيسة التي يجب أن تشملها هذه الوثائق. وترتبط هذه المسائل بشئون "تنظيم" الاتفاق، و "الخدمة" المُقدمة، و "مُستوى" هذه الخدمة.

١٢-٣-١ اتفاقيات (مستوى) الخدمة
SLA: Service Level Agreements

ترتبط اتفاقية الخدمة "بقضايا" الشبكة، ولها "أطراف"، قد تكون "داخلية" أو "خارجية". وسوف نتحدث فيما يلي عن هذه القضايا والأطراف، إضافة إلى طبيعة الخدمة المطلوبة، ومراحل الاتفاق، والمسائل الرئيسة المُرتبطة بوثيقة الاتفاق.

قضايا الشبكة

ترتبط قضايا الشبكة **بالمتطلبات** التي تحتاجها من ناحية، **والخدمات** التي تُقدمها من ناحية ثانية. وتُمثل المتطلبات احتياجات الشبكة التي يجب تأمينها من قبل صاحب الشبكة، أو **مُقدم** الخدمة. وتسعى هذا المتطلبات إلى الاستجابة للخدمات المطلوبة من قبل **المُتلقي**، والسعي إلى توفيرها له.

أطراف اتفاقية مستوى الخدمة

أطراف الاتفاقية هم:

- القائمون على **تقديم المطلوب**، أي مُقدمو الخدمة أو موردو مكونات الشبكة.
- **مصدر الطلب**، أي متلقو الخدمة أو متلقو مكونات الشبكة.

طبيعة الخدمة المطلوبة

تنقسم الخدمة المطلوبة إلى القسمين التاليين:

- خدمة **داخلية**، حيث يكون كل من مُقدم الخدمة ومُتلقيها ضمن مؤسسة واحدة.
- خدمة **خارجية**، حيث يتبع مُقدم الخدمة ومُتلقيها مؤسستين مُختلفتين.

مراحل الاتفاق

تتضمن مراحل الاتفاق ما يلي:

- **البداية**، وتشمل:
  - حاجة المُتلقي إلى الخدمة.
  - استعداد مُقدم الخدمة، أو مُقدمي الخدمة المُتنافسين، للاستجابة وتقديم الخدمة المطلوبة.
- وضع **المواصفات**، ويتضمن ذلك:

- قيام المُتلقي بإعداد طلب عروض RFP: Request For Proposals.
- قيام مُقدم الخدمة بتقديم "العرض المطلوب Proposal. ويجب أن يشمل العرض جميع متطلبات طلب العروض، ربما مع إضافات ذات قيمة جذابة تميز مُقدم الخدمة عن غيره من المتنافسين.

- إعداد **وثيقة الاتفاق**، وتأتي بعد القبول المبدئي للعرض من قبل مُتلقي الخدمة، ولا بُد لهذه الوثيقة من أن تستند إلى: "طلب العروض"، و "العرض المُقدم" وتحتوي على "مسائل الاتفاق الأساسية".
- **الاتفاق**، ويتضمن ما يلي:
  - يقوم "مُقدم الخدمة" بإعداد "وثيقة الاتفاق".
  - يقوم "المُتلقي" بالمراجعة والتعديل الأولي.
  - يُراجع الطرفان "الوثيقة الناتجة".
  - يجري توقيع الوثيقة النهائية من الطرفين.

المسائل الأساسية في وثيقة الاتفاق

تتضمن هذه المسائل ما يلي:

- **التنظيم**، أي عناصر الاتفاق، والمسائل القانونية، وسنتحدث عن ذلك في البند التالي.
- **الخدمة**، أي الخدمات الفنية المطروحة.

- **مستوى الخدمة**، ويرتبط بمقاييس الأداء.

١٢-٣-٢ مسألة تنظيم الاتفاق
Agreement Organization Issues

تتضمن مسألة تنظيم الاتفاق التعريف "بعناصر" الاتفاق والنواحي "الفنية" والأسس "الإجرائية" المرتبطة به.

عناصر الاتفاق

تتضمن هذه المسائل ما يلي:

- **أطراف الاتفاق**، أي مُقدم الخدمة ومُتلقيها.
- **مدة الاتفاق** التي يتم خلالها تقديم الخدمة المُتفق عليها.
- **التكاليف**، بمعنى تكاليف الخدمة التي يدفعها مُتلقي الخدمة لمُقدمها.
- **لغة التعامل**، أي لغة التعامل بين الأطراف التي قد تكون الإنجليزية أو العربية، أو ربما الاثنتان معاً في بعض الأحيان.

النواحي الفنية

تشمل النواحي الفنية ما يلي:

- **تكوين** الشبكة، و**خدماتها**.
- **عمل** الشبكة، ومستوى **الأداء**.
- تقديم **المشورة**، و**التدريب**.
- مكتب **الشكاوى**، إضافة إلى **قضايا فنية أخرى**.

يشمل الاتفاق النواحي الفنية، سابقة الذكر، كلياً أو جزئياً، ويجب العمل على تحديدها بالتفصيل في وثائق الاتفاق.

الأسس الإجرائية

تتضمن الأسس الإجرائية ما يلي:

- الاختيار بين **شراء** الأجهزة والوسائل أو **استئجارها**.
- أساليب **التعامل المالي**.
- كيفية وبرنامج تقديم **التقارير** الدورية حول العمل.
- طرق حل **الاختلافات**، ووضع شروط **جزائية** لها.

١٢-٣-٣ مسألة الخدمة

Services Issues

تتضمن مسألة الخدمة التعريف "بالخدمات الفنية" التي يقوم مُقدم الخدمة بتوفيرها للمتلقي بشكل مفصل وواضح. وفيما يلي عرض لبعض الخدمات الفنية الرئيسة.

توريد المتطلبات

يشمل توريد المتطلبات ما يلي:

- **الأنظمة التجريبية**.
- **تركيب** الأنظمة المطلوبة و**اختبارها** و**تشغيلها**.
- **الدعم الفني** وقطع الغيار.
- **الجدول الزمني** للتنفيذ.

الصيانة

يتضمن تحديد الصيانة أخذ ما يلي في الاعتبار:

- تحديد **طبيعة الصيانة** المُقدمة، أي فيما إذا كانت مُنتظمة، بمعنى دورية، أو عند الحاجة، أو ربما في فترات التحديث.
- تحديد **الصيانة** المطلوبة، بما يشمل: تحديد **المكونات** المطلوب صيانتها، و**مواقعها**، و**المهارات** المطلوبة لذلك.

الإصلاح

تشمل الاتفاق على الإصلاح ما يلي:

- تحديد فترة **الاستجابة** لطلب الإصلاح.
- تحديد **زمن** الإصلاح.
- تحديد **المهارات** المطلوبة للإصلاح.

١٢-٣-٤ مسألة الأداء

Performance Issues

تتضمن مسألة الأداء التعريف "بمستوى الأداء" الذي يجب تقديمه، بما يشمل ما يلي:

مستوى توفير الخدمة Service Availability

يشمل مستوى توفير الخدمة عوامل القياس التالية:

- **تكرار الأعطال**، أي متوسط الزمن بين عطل والعطل الذي يليه: MTBF: Mean Time Between Failures
- **إصلاح الأعطال**، أي متوسط زمن إصلاح العطل الواحد: MTTR: Mean Time To Repair
- مقياس **مُستوى توفير الخدمة**، ويُعطى على النحو التالي:

$$Availability = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

مستوى اختناق الخدمة Congestion Level

يتضمن مستوى اختناق الخدمة عوامل القياس التالية:

- **الحمل المخدوم**، أي عدد محاولات طلب الخدمة التي تمت بنجاح: NOS: Number of Successful Attempts

- **الحمـل المرفـوض**، أي عـدد محـاولات طلـب الخدمـة التـي تـم رفضـها، أو اختنقت: NOF: Number of Failed Attempts
- مقياس **مُستوى اختناق الخدمة**، ويُعطى على النحو التالي:

$$Congestion = \frac{NOF}{NOS + NOF}$$

الاستجابة مُقدم الخدمة للمشورة

تُحدد استجابة مُقدم الخدمة للمشورة بالعناصر التالية:

- **الزمن** اللازم للحصول على إجابة.
- الاستجابة في حالة **الاستخدام التفاعلي** Interactive
- الاستجابة في حالة **الاستخدام غير التفاعلي** Non-Interactive

١٢-٤ الخُلاصة Remarks

لا شك أن موضوع "**الوثائق**" من الموضوعات الهامة، ليس فقط في "**إدارة الشبكات**"، بل في "**الإدارة بشكل عام**". وبالطبع ليست الوثائق بالضرورة ورقية، بل لعلها باتت في مرحلة مُتقدمة من التحول نحو أن تصبح إلكترونية في المُستقبل القريب؛ أي أننا نجدها، أو نجد بعضها، في كثير من الأحيان في الوقت الحاضر، تأخذ الشكلين الورقي والإلكتروني. وقد بين الفصل أن هناك ثلاثة أنواع من الوثائق تشمل: "**سجلات**" الشبكة، وهي التي ترتبط بمتطلبات توصيف الشبكة، بما في ذلك مكوناتها التقنية، والعناصر الإنسانية المرتبطة بها، وحالتها التشغيلية؛ و"**تقارير**" الشبكة الدورية منها، مثل تقارير "التدقيق" في حالة الشبكة، وغير الدورية التي تطرح موضوعات

خاصة "كمشاريع" التطوير المُحددة؛ ثُم وثائق "**الاتفاقيات**" كاتفاقيات مستوى الخدمة. وبين الفصل التكوين المطلوب لهذه الوثائق، وطبيعة المعلومات التي يجب أن تحتويها. ولا شك أن "**تكامل المعلومات**" في الوثائق ضرورة لنجاح لإدارة الشبكات في فهم حالة الشبكة، واحتياجاتها، وتنظيم شؤون عملها.

في طرح موضوع "**اتفاقيات الخدمة**"، بيّن الفصل أن هناك اتفاقيات خدمة "**داخلية**"، بمعنى أنها اتفاقيات داخل المؤسسة بين إدارة الشبكة أو إدارة تقنيات المعلومات داخل المؤسسة، وبين إدارات وأقسام المؤسسة الأخرى التي تتلقى خدمة الشبكة وخدمة تقنيات المعلومات؛ إضافة إلى اتفاقيات "**خارجية**" بين المؤسسة من ناحية، وبين جهة خارجية تُقدم الخدمة للمؤسسة من ناحية ثانية. ومن المُعتاد في المؤسسات وجود اتفاقيات خدمة "خارجية" لخدمات مُختلفة في الاتصالات وتقنية المعلومات، لأن الطرفين فيها مُنفصلان ويتبعان لإدارتين مُختلفتين. وليس من المُعتاد كثيراً أن نجد اتفاقيات خدمة "داخلية" لأن هذه الاتفاقيات، وإن تمت، هي بين طرفين، غير مُنفصلين، ويتبعان جهة واحدة. وتجدر الإشارة هنا إلى أن **اتفاقيات الخدمة "الداخلية" لا تقل أهمية** عن الاتفاقيات "الخارجية"، لأن فيها تنظيماً للعمل بين الجهات المُختلفة للمؤسسة ومركز المعلومات والشبكات فيها. فوجود هذه الاتفاقيات داخلياً، يُعطي "**مرجعية**" لتنظيم العمل ولأي خلاف يُمكن أن يقع داخل المؤسسة. فتنظيم الأعمال، وحل الخلافات المُحتملة، بين الأطراف داخل المؤسسة، لا يقل أهمية بالنسبة لنجاح المؤسسة، عن تنظيم الأعمال وحل الخلافات بينها وبين أطراف خارجية.

الفصل الثالث عشر

إدارة أمن المعلومات وشبكاتها:

التوصيات المعيارية

Information and Network Security Management Standards

يهدف هذا الفصل إلى طرح مسألة إدارة أمن المعلومات والشبكات، من خلال بيان ما تُقدمه المنظمات الدولية للمواصفات المعيارية من توصيات في هذا المجال. وتُعطي هذه التوصيات للمؤسسات التي تستخدم تقنيات المعلومات، بما في ذلك الشبكات، "الحد الأساسي Base Line" المطلوب لأمن المعلومات، حيث يسمح لها ذلك بالتعامل مع شبكات ومعلومات المؤسسات الأخرى، في إطار التوجه نحو "العمل إلكترونياً e-Business". يبدأ الفصل بالتعريف بالمنظمات الدولية التي تعمل على تقديم توصيات تختص بأمن المعلومات وتقنياتها. ثُم يطرح الفصل بعد ذلك متطلبات أمن الشبكات والمعلومات التي حددتها توصيتان رئيسيتان من توصيات المُنظمات الدولية. التوصية الأولى هي توصية "الاتحاد الدولي للاتصالات ITU" التي تُقدم متطلبات الأمن بين "أطراف نظام شبكة اتصالات"، وتُعرف "بالرمز X.805". والتوصية الثانية هي التوصية المُشتركة "للمنظمة الدولية للمواصفات المعيارية ISO"، و"الهيئة الدولية للتقنيات الكهربائية IEC"، التي تهتم بتقديم الممارسات الصحيحة لإدارة أمن المعلومات، وتُعرف "بالرمز ISO/IEC JTC 1 27001". ويُقدم الفصل أخيراً بعض الآراء والتعليقات حول هذا الموضوع الحيوي.

١٣-١ المنظمات الدولية
International Organizations

تقوم تقنيات المعلومات بثلاث وظائف رئيسية هي: "تخزين المعلومات" و"حفظها"، و"معالجتها" طبقاً لمتطلبات يصوغها المبرمجون في برامج حاسوبية تُنفذها مُعالجات الحاسوب، إضافة إلى "نقلها" عبر قنوات اتصال مُختلفة تبعاً لبروتوكولات تنظيم وتحكم، تحدثنا عنها فصل سابق. ويأتي دور الشبكات في إطار وظيفة النقل هذه، لكنه لا يُمكن فصل هذه الوظيفة عن الوظائف الأخرى، فتقنيات المعلومات ووظائفها، خصوصاً بعد ظهور الإنترنت وانتشار استخدامها، باتت وحدة مُتكاملة يجب الاهتمام بها وإدارتها بشكل مُتكامل أيضاً، ليس على النطاق المحلي فقط، بل على النطاق الدولي أيضاً.

وتقنيات المعلومات هي تقنيات تهدف إلى خدمة قضايا التعامل مع المعلومات، بمعنى أن أهميتها وأمنها هي جزء من أهمية وأمن المعلومات نفسها. فأمن تقنيات المعلومات، بما في ذلك أمن الشبكات، هو مُتطلب رئيسي لأمن المعلومات ذاتها. وعلى ذلك فإن الحديث عن أمن المعلومات هو أيضاً حديث عن أمن الشبكات وعن أمن تقنيات المعلومات الأخرى أيضاً. وتهتم المُنظمات الدولية، ذات العلاقة، بأمن المعلومات كُلياً أو جزئياً. أي أن لديها توصيات تختص بأمن المعلومات عموماً، وتوصيات تختص بأمن بعض مكونات تقنيات المعلومات، أو بعض تطبيقات التعامل مع المعلومات.

هُناك ثلاث مُنظمات دولية رئيسة تهتم بأمن المعلومات هي:

- **الاتحاد الدولي للاتصالات:** International Telecommunications Union: ITU
- **المنظمة الدولية للمواصفات المعيارية:** International Standards Organization: ISO
- **الهيئة الدولية للتقنيات الكهربائية:** International Electro-technical Commission: IEC

وسوف نتحدث عن كل من هذه المنظمات فيما يلي، وكذلك عن "**اللجنة الفنية المشتركة الأولى** بين المنظمة الدولية للمواصفات المعيارية وبين الهيئة الدولية للتقنيات الكهربائية: **JTC-1** :ISO-IEC Joint Technical Committee No. 1"، وهي لجنة مُتخصصة في مجال تقنيات المعلومات.

١٣-١-١ الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU)

"الاتحاد الدولي للاتصالات ITU" مُنظمة دولية مُتخصصة في قضايا الاتصالات، مقرها الرئيسي مدينة جنيف السويسرية، وتتكون من القطاعات الثلاثة التالية، التي يُشير اسم كل قطاع منها إلى الوظيفة التي يؤديها:

- **قطاع التقييس والتوصيات المعيارية:** ITU Standardization Sector: ITU-T
- **قطاع الاتصالات اللاسلكية:** ITU Radio-communication Sector: ITU-R

- **قطاع تطوير الاتصالات:** ITU Development Sector: ITU-D

وبالطبع فإن قطاع "التقييس والتوصيات المعيارية ITU-T" هو القطاع المسؤول عن التوصيات المعيارية في مجال الاتصالات، بما في ذلك تلك المرتبطة "بأمن الاتصالات والشبكات"، وبالتالي بأمن المعلومات. ولدى هذا القطاع عدد من المجموعات التخصصية المسؤولة عن وضع المواصفات والتوصيات في شتى حقول الاتصالات. ومن هذه المجموعات "**المجموعة 17 SG**" المُتخصصة في "**أمن ولغات وبرمجيات الاتصالات**Security, languages and telecommunication software" .

وقد أقرت "المجموعة ١٧ SG" "**التوصية X.805** ITU-T Recommendation" الخاصة بتقديم "**بنية أمنية للأنظمة التي تُوفر الاتصال بين نقطتين نهائيتين** Security architecture for systems providing end-to-end communications"، **أي** "بنية أمنية للاتصال بين أطراف الشبكات". وسوف نتحدث عن هذه التوصية لاحقاً في هذا الفصل. وتدخل هذه التوصية ضمن سلسلة التوصيات التي يُطلق عليها "**السلسلة X**" التي تُغطي القضايا المُرتبطة "**بشبكات البيانات واتصالات النظام المفتوح** Data networks and open system communications"

١٣-١-٢ المُنظمة الدولية للمواصفات المعيارية، والهيئة الدولية للتقنيات الكهربائية، واللجنة الفنية المُشتركة الأولى (ISO/IEC JTC-1)

"المُنظمة الدولية للمواصفات المعيارية ISO" و "الهيئة الدولية للتقنيات الكهربائية IEC" مُنظمتان دوليتان مُتخصصتان مقرهما الرئيسي مدينة جنيف السويسرية، كما هو الحال بالنسبة "للاتحاد الدولي للاتصالات ITU". وتهتم "المُنظمة الدولية للمواصفات المعيارية ISO" بالمواصفات عموماً في شتى المجالات، بينما تختص "الهيئة الدولية للتقنيات الكهربائية IEC" بشؤون التقنيات الكهربائية. وقد قامت المُنظمتان، في إطار "تقنيات المعلومات"، بإنشاء لجنة مُشتركة بينهما، أُطلق عليها اسم "اللجنة الفنية المُشتركة الأولى JTC-1"، كي تكون مسؤولة عن مواصفات هذه التقنيات وما يرتبط بها. وتفرعت هذه اللجنة إلى لجان فرعية مُتعددة تُغطي مُختلف مجالات تقنيات المعلومات وتطبيقاتها. ومن هذه اللجان الفرعية "**اللجنة الفرعية SC 27**" المسؤولة عن "**أساليب أمن تقنيات المعلومات** IT Security Techniques"، وما يرتبط بها.

تعمل "اللجنة الفرعية SC 27" من خلال ثلاث مجموعات عمل هي:

- مجموعة العمل الخاصة "**بتوصيات إدارة الأمن** Security Management Standards".
- مجموعة العمل الخاصة "**بتوصيات وسائل الأمن** Security Techniques".

- مجموعة العمل الخاصة "**بتوصيات تقييم الأمن** Security Evaluation".

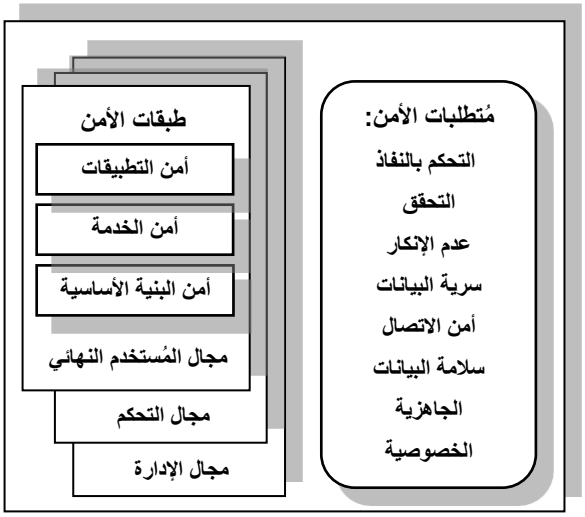
ومن التوصيات التي أصدرتها مجموعة العمل الخاصة "بإدارة الأمن" "**التوصية ISO/IEC/JTC-1 27001**" التي تبين "**متطلبات أنظمة إدارة أمن المعلومات** Requirements of information security management systems" التي سنتحدث عنها في هذا الفصل. وتجدر الإشارة إلى أن من أوائل الشركات العربية التي حصلت على شهادة تطبيق هذه المواصفة "شركة الاتصالات السعودية" و "شركة موبايلي" المنافسة لها في تقديم خدمات الهاتف الجوال في المملكة العربية السعودية.

١٣-٢ التوصية الدولية ITU-T X.805

تهتم "التوصية الدولية ITU-T X.805" بتقديم "**بنية أمنية للأنظمة التي تُوفر الاتصال بين نقطتين نهائيتين** Security architecture for systems providing end-to-end communications"، أي بين أطراف شبكة اتصال. وتنظر التوصية إلى هذه البُنية من خلال منظار ثلاثي المحاور:

- محور "**طبقات الأمن** Security layers" الذي يرتبط بطبقات تكوين الشبكة وأنظمتها وخدماتها وتطبيقاتها.
- ومحور "**مجالات الأمن** Security plane" الذي يتعلق بطبيعة النشاطات التي تقوم الشبكة بتنفيذها.

- ثم محور "**متطلبات الأمن** Security dimensions" الذي يهتم بما يجب عمله لتأمين الحماية اللازمة لطبقات الأمن ومجالاته، بما يتضمن تكوين الشبكة ومجالاتها.



الشكل (١٣-١): هيكل البنية الأمنية X.805.

ويبين الشكل (١٣-١) بنية المحاور الثلاثة سابقة الذكر. وسوف نتحدث عن كل من هذه المحاور فيما يلي، ثُم نتطرق إلى توضيح ترابطها وفاعليتها في تحقيق الأمن المنشود.

١٣-٢-١ طبقات الأمن Security Layers

تهدف طبقات الأمن إلى تطبيق معايير تُحقق "مُتطلبات الأمن" في إطار "التكوين الطبقي" للشبكة من أجل الوصول إلى "اتصال آمن" بين أي نقطتي نهاية أو طرفين من أطراف الشبكة. وتشمل طبقات الأمن ما يلي:

- "**طبقة أمن البنية الأساسية** Infrastructure security layer"
- "**طبقة أمن الخدمات** Services security layer"
- "**طبقة أمن التطبيقات** Applications security layer"

وتعمل هذه الطبقات بشكل مُتكامل، وتقوم كل طبقة بأخذ "عوامل الضعف vulnerabilities" في أمن العناصر والمهمات المرتبطة بها في الاعتبار، وتسعى إلى مواجهة "التهديدات threats" المُحتملة، وتقديم الحماية اللازمة.

تشمل مسؤولية "طبقة أمن البنية الأساسية" الأجهزة الرئيسة للشبكة، مثل "قنوات الاتصال communication links"، "وأجهزة التبديل switches"، "وأجهزة التوجيه routers"، "وأجهزة الخدمة servers". وتتضمن مسؤولية "طبقة أمن الخدمات" الخدمات الرئيسية التي تُقدمها الشبكة لعملائها، مثل خدمات التوصيل، وخدمات النفاذ إلى الإنترنت، و"خدمات الشبكة الافتراضية virtual private network"، وغير ذلك من خدمات. أما مسؤولية "طبقة أمن التطبيقات" فتتركز على التطبيقات المُختلفة مثل تطبيقات البريد الإلكتروني، وتطبيقات ضيافة مواقع الإنترنت، والبحث في هذه المواقع، وعلاقات العملاء، وغير ذلك.

١٣-٢-٢ مجالات الأمن

Security Planes

تُحدد مجالات الأمن تبعاً لطبيعة الوظيفة التي يجري تنفيذها داخل شبكة الاتصال، والتي تحتاج إلى حماية أمنية. وفي هذا الإطار تم تقسيم حماية أمن وظائف الشبكة إلى ثلاثة مجالات رئيسة:

- "**مجال أمن الإدارة** Management security plane"
- "**مجال أمن التحكم** Control security plane"
- "**مجال أمن المُستخدم النهائي** End-user security plane"

يرتبط "مجال أمن الإدارة" بالعمل على حماية وظائف الشبكة الخاصة "بالتشغيل والإدارة والصيانة وتقديم الخدمات: Operations, Administration, Maintenance & Provisioning: OAM&P" . ويهتم "مجال أمن التحكم" بحماية وظائف الشبكة المسؤولة عن توفير الخدمة بفاعلية. ومن ذلك مثلاً وظائف "التبديل والتوجيه وتحديد مسار الرسائل، وغير ذلك. أما "مجال أمن المُستخدم النهائي" فيُركز على أمن نفاذ المشترك إلى الشبكة واستخدامه لها.

١٣-٢-٣ متطلبات الأمن

Security Dimensions

تتضمن متطلبات أمن الشبكة ثمانية عناصر ينبغي أخذها في الاعتبار على جميع "طبقات الأمن"، وبما يُغطي جميع "مجالاته". وسوف نستعرض هذه المُتطلبات فيما يلي:

- "**التحكم بالنفاذ** Access control" إلى الشبكة وخدماتها وتطبيقاتها.
- "**التحقق** Authentication"، مثل التحقق من الهوية والتوقيع الإلكتروني، وغير ذلك.
- "**عدم الإنكار** Non-repudiation" ويتضمن ذلك إيجاد دليل على تنفيذ الأعمال عبر الشبكة، بما لا يترك مجالاً لإنكار هذه الأعمال.
- "**سرية البيانات** Data confidentiality"، ويتم ذلك عادة باستخدام "التعمية أو التشفير Encryption".
- "**أمن الاتصال** Communication security" والتأكيد على أن المعلومات تخرج من مصدرها، وتسير عبر الشبكة إلى مقصدها فقط.
- ""**سلامة البيانات** Data integrity"، بمعنى حمايتها من أي تعديل أو تشويه أو تغيير.
- "**الجاهزية** Availability" أي جاهزية عناصر الشبكة وخدماتها وتطبيقاتها للعمل المطلوب.

- "**الخصوصية** Privacy"، بمعنى خصوصية كل مُستخدم في استخدامه للشبكة.

طبقات الأمن ومجالاته	طبقة أمن البنية الأساس	طبقة أمن الخدمات	طبقة أمن التطبيقات
مجال الإدارة	المجموعة (١)	المجموعة (٤)	المجموعة (٧)
مجال التحكم	المجموعة (٢)	المجموعة (٥)	المجموعة (٨)
مجال المُستخدم النهائي	المجموعة (٣)	المجموعة (٦)	المجموعة (٩)

الجدول (١٣-١): مجموعات التوصية X.805

١٣-٢-٤ ترابط محاور الأمن
Integration of Security Architecture

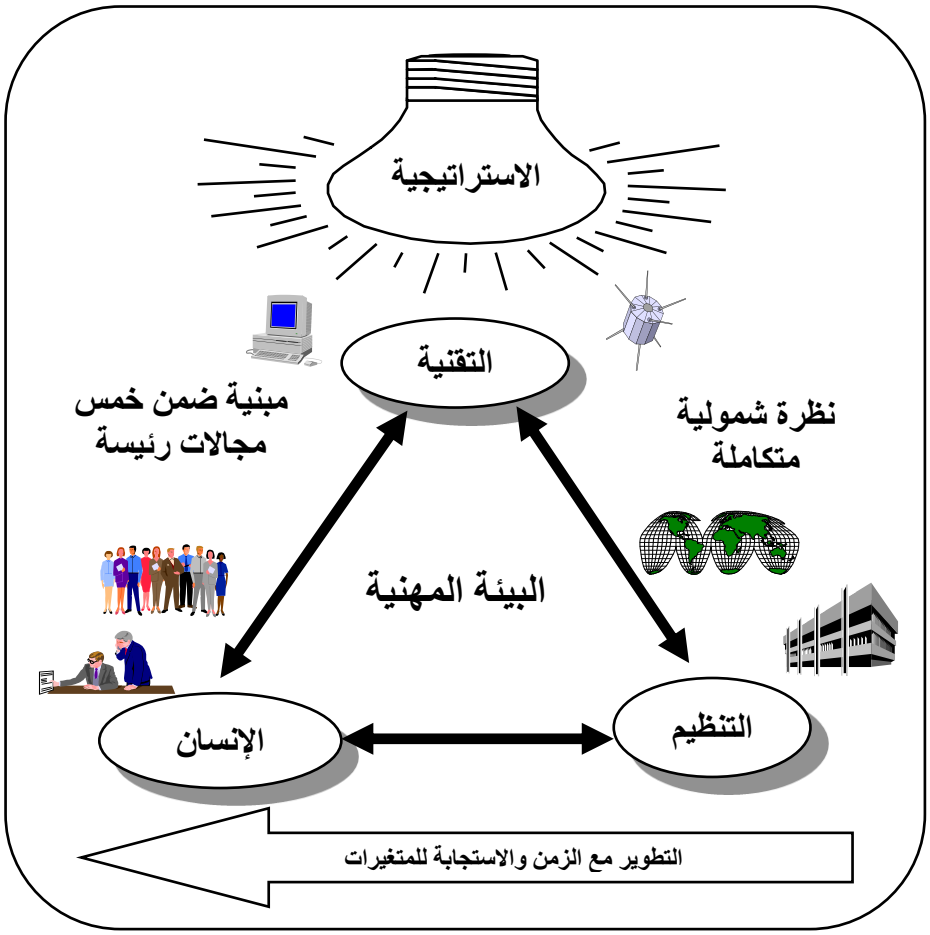
تُقدم التوصية معاييرها من خلال "طبقات الأمن" و "مجالاته" و "متطلباته"، حيث تنقسم هذه المعايير إلى "تسع مجموعات" تبعاً للجدول (١٣-١). وبناء على هذا الجدول، فإن كل مجموعة تختص "بطبقة واحدة" في "مجال" مُحدد. وفي إطار طبقتها ومجالها، تهتم كل مجموعة "بمتطلبات الأمن" الثمانية، سابقة الذكر، أي: "التحكم بالنفاذ، والتحقق، وعدم الإنكار، وسرية البيانات، وأمن الاتصالات، وسلامة البيانات، والجاهزية والخصوصية". وهكذا، فإذا كان لكل مجموعة "ثمانية" معايير"، فإن عدد معايير التوصية يصبح "٧٢ معياراً".

ويُمكن اختبار مدى التزام شبكة بالتوصية X.805 من خلال استمارة تتضمن تساؤلات تحتاج إلى إجابات حول معايير جميع المجموعات التسع،. ويُؤدي مثل هذا الاختبار إلى معرفة مكامن القوة وموطن الضعف في الالتزام بهذه المعايير، ويُساعد على تحديد ما يجب عمله لتأمين بنية آمنة للاتصال بين أطراف الشبكات.

١٣-٣ التوصية الدولية ISO/IEC JTC-1 27001

تهتم "التوصية الدولية ISO/IEC JTC 1 27001" بتقديم معايير حماية تستجيب "**لمتطلبات أنظمة إدارة أمن المعلومات** :Information security management systems requirements". وتنقسم هذه المعايير هرمياً إلى "أحد عشر قسماً"، ويتفرع كل قسم إلى "أجزاء"، وينبثق عن كل جزء عدد من "الفروع" حيث يرتبط كل فرع "بمعيار أمني" مُحدد. ويبلغ عدد الأجزاء "٣٩ جزءاً" ، كما يبلغ عدد الفروع، وكذلك المعايير المرتبطة بها "١٣١ معياراً".

وقد قامت دراسة حديثة بوضع الأقسام الأحد عشر ضمن "الهيكل الخماسي **STOPE**" الذي يضع المتغيرات الرئيسة "الاستراتيجية **strategy**، والتقنية **technology**، والتنظيم **organization**، والإنسان **people**، والبيئة **environment**" في إطار مُتكامل يفيد في هيكلة دراسات التقنية وتنظيم العوامل المرتبطة بها. ويُقدم الشكل (١٣-٢) نظرة توضيحية إلى هذا الإطار المُتكامل.



الشكل (١٣-٢): الإطار الخماسي الأبعاد: الاستراتيجية، التقنية، التنظيم، الإنسان، البيئة STOPE الذي يفيد في دراسات التعامل مع التقنية

وسوف نستعرض، فيما يلي، أقسام التوصية الدولية وما يرتبط بها على أساس هذا الإطار.

١٣-٣-١ الاستراتيجية Strategy

تحتوي التوصية الدولية ISO/IEC JTC 1 27001 بين أقسامها الأحد عشر على قسم يختص "بسياسة أمن المعلومات Information security policy"، بمعنى "استراتيجية أمن المعلومات" للمؤسسة صاحبة العلاقة، التي تستخدم تقنيات المعلومات في أعمالها. ويتضمن هذا القسم جزءاً واحداً يحتوي على المعيارين التاليين:

- يرتبط المعيار الأول "بوثيقة السياسة Policy document"، ويقضي بضرورة أن يتم إقرار هذه الوثيقة من قبل أعلى سلطة في المؤسسة صاحبة العلاقة، وأن يجري تعميم هذه الوثيقة على جميع العاملين في المؤسسة، وعلى المتعاملين معها من الخارج.
- أما المعيار الثاني فيتعلق بصلاحية السياسة المطروحة، ويقضي بمراجعتها بشكل دوري، وكذلك عند حدوث تغيرات مؤثرة، وذلك كي تبقى مُناسبة وفعّالة.

وتتضمن سياسة أمن المعلومات عادة توجهات هذا الأمن، وترتبط هذه التوجهات بعوامل الأمن الواردة في أقسام التوصية الأخرى التي سنتحدث عنها فيما يلي من خلال الأبعاد الأربعة الباقية: التقنية، والتنظيم، والإنسان، والبيئة.

الجزء		المعايير
إجراءات التشغيل وتوزيع المسؤوليات	Operational procedures and responsibilities	٤
إدارة الخدمات المُقدمة من طرف ثالث	Third party (TP) service delivery management	٣
التخطيط للنظام وقبول استلامه	System planning and acceptance	٢
الحماية من الرموز الخبيثة والجوالة	Protection against malicious and mobile code:	٢
النظام الاحتياطي للمعلومات والبرمجيات	Back-up: software & information	١
إدارة أمن الشبكة	Network security management	٢
مُناولة أجهزة تخزين المعلومات	Media handling	٤
تبادل المعلومات والبرمجيات	Exchange of information & software	٥
خدمات التجارة الإلكترونية	Electronic commerce services	٣
المُراقبة والكشف عن نشاطات المُعالجة غير المُصرح بها.	Monitoring: detecting unauthorized processing activities	٦

الجدول (١٣-٢-أ): الأجزاء المُرتبطة بقسم "إدارة الاتصالات والتشغيل

"Communications and operations management

١٣-٣-٢ التقنية Technology

تحتوي التوصية على ثلاثة أقسام ترتبط بشؤون "التقنية". وهذه الأقسام هي:

- "**إدارة الاتصالات والتشغيل** Communications and operations management"
- "**التحكم بالنفاذ** Access control"
- "**الحصول على أنظمة المعلومات وتطويرها وصيانتها** Information systems acquisition, development and maintenance"

الجزء		المعايير
النفاذ إلى مصادر تنفيذ الأعمال	Access to business resources	١
إدارة نفاذ المستخدمين	User access management	٤
مسؤولية المستخدم	User access responsibility	٣
التحكم بالنفاذ إلى الشبكة	Network access control	٧
التحكم بالنفاذ إلى نظام التشغيل	Operating system access control	٦
التحكم بالنفاذ إلى المعلومات والتطبيقات	Application and information access control	٢
الحوسبة الجوالة والعمل عن بُعد	Mobile computing and tele-working	٢

الجدول (١٣-٢-ب): الأجزاء المُرتبطة بقسم "التحكم بالنفاذ Access control"

وتُعطي الجداول التالية الأجزاء التي تتفرع عن كل من الأقسام الثلاثة سابقة الذكر، كما تبين أيضاً عدد معايير الأمن التابعة كل من هذه الأجزاء. يختص الجدول (١٣-٢-أ) بقسم "إدارة الاتصالات والتشغيل". ويهتم الجدول (١٣-٢-ب) بقسم "التحكم بالنفاذ". ويرتبط الجدول (١٣-٢-ج) بقسم "الحصول على أنظمة المعلومات وتطويرها وصيانتها".

الجزء		المعايير
مُتطلبات أمن أنظمة المعلومات	Information systems security requirements	١
المعالجة الصحيحة في التطبيقات	Correct processing in applications	٤
التحكم بعمل التعمية أو التشفير	Cryptographic controls	٢
الأمن في ملفات الأنظمة	Security of system files	٣
الأمن في إجراءات التطوير والدعم	Security in development and support processes	٥
إدارة مواطن الضعف الفني	Technical vulnerability management	١

الجدول (١٣-٢-ج): الأجزاء المُرتبطة بقسم "الحصول على أنظمة المعلومات وتطويرها وصيانتها Information "systems acquisition, development and maintenance

١٣-٣-٣ التنظيم Organization

تحتوي التوصية على أربعة أقسام ترتبط بشؤون "التنظيم". وهذه الأقسام هي:

- "**تنظيم أمن المعلومات** "Organization of information security

- "**إدارة المُمتلكات** Asset management"
- "**إدارة حوادث أمن المعلومات**Information security incident management"
- "**إدارة استمرارية العمل** Business continuity management"

ويُعطي الجدول (١٣-٣) الأجزاء التي تتفرع عن كل من الأقسام الأربعة سابقة الذكر. كما تبين أيضاً عدد معايير الأمن التابعة كل من هذه الأجزاء.

القسم	الجزء		المعايير
تنظيم أمن المعلومات Organization of Security systems	التنظيم الداخلي	Internal organization	٨
	الأطراف الخارجية	External parties	٣
إدارة المُمتلكات Asset management	المسؤولية عن المُمتلكات	Responsibility for assets	٢
	تصنيف المعلومات	Information classification	٢
إدارة حوادث أمن المعلومات Incident management	تقارير حول حوادث الأمن ومواضع الضعف	Reporting information security events and weakness	٢
	إدارة حوادث الأمن	Management of information security incidents	٣
إدارة استمرارية العمل Continuity management	أمن المعلومات في إدارة استمرارية العمل	Information security aspects of business continuity management	٥

الجدول (١٣-٣): الأقسام والأجزاء والمعايير المرتبطة "بالتنظيم Organization"

١٣-٣-٤ الإنسان People

تحتوي التوصية على قسم واحد يرتبط بشؤون "الإنسان"، هو قسم "**أمن الموارد الإنسانية** **Human** resources security". ولهذا القسم ثلاثة أجزاء.

- يهتم الجزء الأول منها بأمن الموارد البشرية "**قبل توظيف هذه الموارد** Prior to employment". ولهذا الجزء "ثلاثة معايير أمنية".
- ويختص الجزء الثاني بأمن هذه الموارد "**خلال فترة توظيفها** During employment". ولهذا الجزء "ثلاثة معايير أمنية" أيضاً.
- أما الجزء الثالث فيتعلق بأمن الموارد البشرية "**عند إنهاء أو تغيير عملها** Termination or change of employment". وكما هو الحال في الأجزاء السابقة، لهذا الجزء "ثلاثة معايير أمنية" تُضاف إلى ما سبق.

وهكذا نجد أن التوصية قد وضعت "تسع معايير أمنية" للتعامل مع أمن الموارد البشرية.

١٣-٣-٥ البيئة Environment

تحتوي التوصية على قسمين يرتبطان بشؤون "البيئة"، وهذين القسمين هما:

- "**أمن البيئة المادية** Physical and environmental security"
- "**التوافق** Compliance"، والمقصود هنا التوافق مع المُتطلبات.

ويُبين الجدول (١٣-٤) الأجزاء التي تتفرع عن كل من هذين القسمين، إضافة إلى عدد المعايير الأمنية المُرتبطة بكل جزء.

القسم	الجزء		المعايير
أمن البيئة المادية Physical & environmental security	المناطق الآمنة	Secure areas	٦
	أمن الأجهزة	Equipment security	٧
التوافق: مع المُتطلبات Compliance	المُتطلبات القانونية	Legal requirements	٦
	متطلبات سياسة الأمن و التوصيات	Security policies and standards	٢
	اعتبارات فحص وتدقيق أنظمة المعلومات	Information systems audit considerations	٢

الجدول (١٣-٤): الأقسام والأجزاء والمعايير المرتبطة "بالبيئة Environment"

وهكذا نجد أن "للاستراتيجية" العامة لإدارة أمن المعلومات "معياران" أمنيان يرتبطان بإقرارها ونشرها من جهة، والحفاظ على استجابتها للمتطلبات المُتجددة. و"للتقنية" "٧٣ معياراً" تتوزع على إدارة الاتصالات والتشغيل، والتحكم بالنفاذ، والحصول على أنظمة المعلومات وتطويرها وصيانتها. و"للتنظيم "٢٦ معياراً" تتوزع على تنظيم أمن المعلومات، وإدارة المُمتلكات، وإدارة الأحداث الأمنية، وإدارة استمرارية العمل. وللإنسان "تسعة معايير" ترتبط بإدارة أمن الموارد البشرية، قبل توظيفها، وخلال توظيفها، ثم عند إنهاء عملها أو تغييره. أما "البيئة" فلها "٢٣ معياراً" تتوزع على البيئة المادية والتوافق مع المتطلبات أو الالتزام بها. ويُمكن دراسة هذه المعايير في المؤسسات لكشف مستوى أمن المعلومات فيه وتحديد متطلبات التطوير المستقبلي.

١٣-٤ الخُلاصة Remarks

قدم هذا الفصل نظرة عامة إلى أمن المعلومات والشبكات عبر منظار التوصيات الدولية. ولهذا المنظار أهمية كبيرة نظراً لضرورة الالتزام به من أجل المحافظة على مستوى أساسي للأمن لدى الجميع، بحيث يسمح هذا المستوى بالعمل المعلوماتي المشترك عبر الشبكات الحاسوبية، ويُعزز انتشار شتى تطبيقات العمل إلكترونياً. وتجدر الإشارة إلى أن توصيات المُنظمات الدولية لا تُقدم الحد الأقصى للأمن، بل تُعطي الحد الأساسي منه. وعلى المؤسسات التي تحتاج إلى مستويات أعلى من الأمن أن تُضيف معايير جديدة إلى المعايير الأساسية للتوصيات الدولية. وتجدر الإشارة هنا إلى أن معايير المواصفات والتوصيات الدولية تخضع لتحديث دوري مُستمر يستجيب للمعطيات المُتجددة والخبرات السابقة.

ويُمكن دراسة أوضاع أمن المعلومات في المؤسسات المختلفة على ضوء معايير التوصيات الدولية. وبمعرفة نتائج ذلك، يُمكن تحديد متطلبات التطوير المُستقبلية. وقد قدمنا في هذا الفصل استعراضاً عاماً لتوصيتين رئيستين كأساس معرفي يُمكن الانطلاق منه إلى الإطلاع على تفاصيل هاتين التوصيتين، وربما تفاصيل توصيات هامة أخرى، ومن ثم السعي إلى تعميم تطبيق هذه التوصيات كحد أولي لحماية أمن المعلومات في مؤسساتنا العربية، الحكومية منها والخاصة.

الفصل الرابع عشر

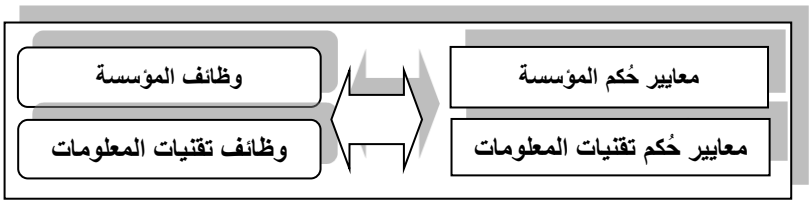
معايير حُكم تقنيات المعلومات
Information Technology (IT) Governance

مع تزايد اعتماد المؤسسات على تقنيات المعلومات والاتساع المطرد لعملها إلكترونياً باستخدام هذه التقنيات، ينتشر استخدام تعبير "حُكم تقنيات المعلومات"، كما انتشر قبله تعبير "حُكم المؤسسات"، وقبل ذلك "حُكم الدول". و"الحُكم" في هذه التعبيرات هو إشارة إلى دائرة واسعة من "الإدارة" تأخذ كُل ما يرتبط بشؤون "المحكوم" في الاعتبار. وقد تم وضع معايير للحكم الرشيد لتقنيات المعلومات. ومن أبرز هذه المعايير "أهداف التحكم بالمعلومات والتقنيات المُتعلقة بها"، وتُعرف بالاختصار "كوبيت COBIT"؛ وقد صدرت عن "معهد حُكم تقنيات المعلومات ITGI" التابع "لهيئة التحكم بنظم المعلومات وتدقيقها ISACA"، وهي هيئة مهنية أمريكية ذات طابع دولي. ومن أهم هذه المعايير أيضاً "مكتبة البنية الأساسية لتقنيات المعلومات"، التي تُعرف بالاختصار "أيتل ITIL"، والصادرة عن "مكتب التجارة الحكومية OGC" البريطاني. وغاية هذا الفصل هي التعريف بهذه المعايير وبيان عناصرها الرئيسية، وفي سبيل التمهيد لذلك يبدأ الفصل أولاً بالتعريف "بحُكم تقنيات المعلومات". وبعد عرض عناصر كل من "كوبيت COBIT" و"أيتل ITIL"، يُقدم الفصل بعض المُلاحظات والتعليقات حول آفاق المستقبل بشأن هذا الموضوع الحيوي.

١٤-١ حُكم تقنيات المعلومات
Information Technology (IT) Governance

تختلط كلمة "حُكم Governance" مع كلمة "حكومة Government"، ولا تُفرق المعاجم اللغوية (الإنجليزية) عادة بين هاتين الكلمتين، والمُتفق عليه أن الأصل فيهما يعود إلى اللغة الإغريقية (اليونانية) القديمة ويعني "التوجيه" أو "سلطة التوجيه". وفي إطار المعنى المُتداول عملياً، يُطلق على "الجهة التي تُمارس السُلطة" اسم "الحكومة"، بينما يُطلق وصف "الحكم" على "الأنظمة والمعايير التي تقوم الحكومة على أساسها بممارسة السلطة". وهكذا نجد أن "الحكم" هو مرجعية الحكومة في مُمارسة السلطة والقيام بالتوجيه، وذلك في إطار دولة أو مؤسسة أو إدارة تعمل في أي مجال من المجالات.

ويُعرّف "حُكم المُؤسسات" على أنه "المعايير أو الإجراءات التي يتم من خلالها توجيه المؤسسات والتحكم بها". ومن هذا المُنطلق يُعرّف "حُكم تقنيات المعلومات" في مؤسسة على أنه "المعايير أو الإجراءات التي تضمن قيام تقنيات المعلومات في المؤسسة بالمحافظة على استراتيجية المؤسسة وأهدافها، بل ودعم هذه الاستراتيجية والأهداف وفتح آفاق جديدة لها". ويُوضح هذان التعريفان الترابط الحيوي بين "حُكم المؤسسات" و"حُكم تقنيات المعلومات"، وكذلك أهمية "تقنيات المعلومات" في إنجاح عمل المؤسسات ودعم تطلعاتها المستقبلية. ويُوضح الشكل (١٤-١) ترابط "معايير الحُكم" في توجيه "وظائف المؤسسات" و"وظائف تقنيات المعلومات" المُرتبطة بها.



الشكل (١٤-١): الترابط بين معايير الحكم والوظائف المطلوبة: مُستوى المؤسسة ومُستوى تقنيات المعلومات

وقد حازت معايير حُكم تقنيات المعلومات على اهتمام أطراف مُتعددة. فعلى الصعيد "المهني"، على سبيل المثال، أنشأت "هيئة التحكم بنظم المعلومات وتدقيقها Information Systems Audit and Control Association: ISACA"، عام ١٩٩٨، "معهداً لحُكم تقنيات المعلومات Information Technology Governance Institute: ITGI". والهيئة هذه هي هيئة أمريكية مهنية ذات طابع دولي، حيث تضم في تكوينها "١٧٠ فرعاً" يتوزعون على "٧٠ دولة". وقد قام "معهد حُكم تقنيات المعلومات ITGI"، الذي أنشأته، بإصدار معايير لحُكم تقنيات المعلومات تُعرف "بأهداف التحكم بالمعلومات والتقنيات المرتبطة بها Control Objectives for Information and related Technologies: COBIT". وسوف نتحدث عن هذه المعايير فيما سيأتي من هذا الفصل.

وعلى الصعيد "الحكومي"، على سبيل المثال لا الحصر أيضاً، أصدر "مكتب التجارة الحكومية Office of Government Commerce: OGC" البريطاني معايير أُخرى لحُكم تقنيات المعلومات. وتُعرف هذه المعايير "بمكتبة البنية الأساسية لتقنيات المعلومات Information Technology Infrastructure Library: ITIL". وتُستخدم هذه المعايير على الصعيد المهني على نطاق يتسع باطراد. وسوف نتحدث أيضاً عن هذه المعايير فيما سيأتي من هذا الفصل.

وشمل الاهتمام بحُكم تقنيات المعلومات المجال "الأكاديمي" أيضاً. ومن أمثلة ذلك الاهتمام الذي لقيه هذا الحُكم من قبل "مركز بحوث أنظمة المعلومات Center for Information Systems Research: CISR" في "مدرسة سلون للإدارة Sloan School of Management" التابعة "لمعهد ماساشوستس التقني Massachusetts Institute of Technology: MIT"، وهو من أهم جامعات العالم. فقد قام هذا المركز بدراسات تطبيقية لوضع "حُكم تقنيات المعلومات" في "٣٠٠ مؤسسة"، وذلك خلال الفترة ١٩٩٩-٢٠٠٣. وقد ساهمت هذه الدراسات في بيان الوضع الراهن لممارسات حُكم تقنيات المعلومات، وقدمت توصيات حول آفاق التطوير المستقبلية. وقد صدر كتاب عن هذه الدراسات عام ٢٠٠٤. ولن نتطرق إلى هذه الدراسات في هذا الفصل، لأنها خارج إطار أهدافه في الاقتصار على تقديم المعايير المطلوب اتباعها، كما هو الحال في "كوبيت COBIT"، و"أيتل ITIL".

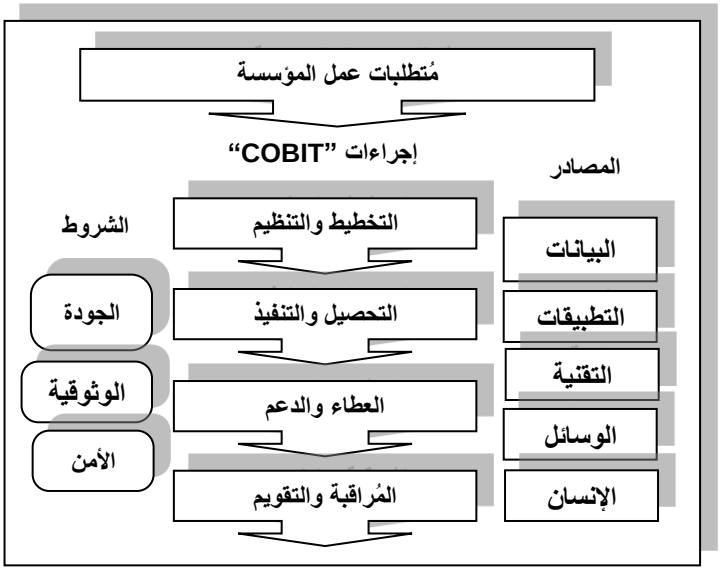
١٤-٢ أهداف التحكم بالمعلومات والتقنيات المرتبطة بها: "كوبيت"
Control Objectives of Information and Related Technologies: COBIT

يُبين الشكل (١٤-٢) الإطار العام "لكوبيت COBIT". ويُلاحظ في هذا الإطار أن معايير "كوبيت تنطلق من "مُتطلبات المؤسسة" عملاً بالمبدأ الموضح بالشكل (١٤-١) الذي يعتبر "حكم تقنيات المعلومات" جزءاً مُكملاً "لحُكم المؤسسة" يعمل على تحقيق أهدافها ويُعطيها دعماً وآفاقاً جديدة لذلك. وتأتي معايير "كوبيت" على هيئة منهجية تشمل "إجراءات Processes" مُتسلسلة، تنقسم إلى "أربع مراحل" يجري تنفيذها بشكل مُستمر. وتعمل هذه الإجراءات على أخذ "المصادر Resources" المتوفرة في الاعتبار، وعلى تحقيق الأداء المطلوب طبقاً "لشروط Criteria" مُحددة.

تبعاً للإطار العام "لكوبيت"، تتضمن "المصادر" التي ينبغي على الإجراءات أخذها في الاعتبار ما يلي:

- "البيانات Data" التي تُعطي المعلومات؛
- و"التطبيقات Applications" التي يجري تنفيذها؛
- و"التقنية Technology" المُستخدمة؛
- و"الوسائل Facilities" الداعمة؛
- إضافة إلى "العنصر الإنساني People" المسؤول عن المهمات المُختلفة.

وتشمل "الشروط" التي ينبغي تحقيقها من قبل الإجراءات في تعاملها مع المصادر لتحقيق مُتطلبات المؤسسة: "الجودة Quality"، و"الوثوقية Fiduciary"، و"الأمن Security".



الشكل (١٤-٢): الإطار العام لمعايير حُكم "كوبيت COBIT"

وتعتمد منهجية "كوبيت" وإجراءاتها على منهجية الدورة الشهيرة لتطوير "الجودة" المرتبطة باسمي عالمي الجودة الشهيران "شوارت Shewhart" و "ديمنغ Deming". ويُبين الجدول (١٤-١) "مراحل إجراءات كوبيت" إلى جانب "مراحل الدورة الشهيرة"، كما يُعطي عدد "الإجراءات"، وعدد "المعايير" المُرتبطة بكل

مرحلـة. وسـوف نسـتعرض فيمـا يلـي الإجـراءات المُرتبطـة بكـل مرحلـة مـن المراحـل الأربع.

دورة "ديمنغ Deming" و"شوارت Shewhart"		مراحل إجراءات "كوبيت COBIT"			الإجراءات	المعايير
التخطيط	Plan	التخطيط والتنظيم	PO	Plan & Organize	١١	١٠٠
التنفيذ	Do	التحصيل والتنفيذ	AI	Acquire & Implement	٦	٦٨
الاختبار	Check	العطاء والدعم	DS	Deliver & Support	١٣	١٢٦
التقويم	Act: Correct	المُراقبة والتقويم	ME	Monitor & Evaluate	٤	٢٤

الجدول (١٤-١): إجراءات "كوبيت COBIT"

مرحلة التخطيط والتنظيم Plan and Organize: PO

يبين الجدول (١٤-٢) الإجراءات الخاصة بمرحلة "التخطيط والتنظيم" وعدد المعايير المرتبطة بكل منها. ويبلغ عدد هذه الإجراءات "١١ إجراءً" تتضمن "١٠٠ معيار"، بمعدل "٩ معايير" للإجراء الواحد على وجه التقريب. وبالنظر إلى هذه الإجراءات يُمكن مُلاحظة ارتباطها بما يلي.

- التوافق مع "عمل المؤسسة" وأهدافها ومُتطلباتها.
- شؤون تنظيم "المصادر" سابقة الذكر والتخطيط لها.
- "الشروط" التي ينبغي الالتزام بها، بما في ذلك الجودة ومواجهة المخاطر.

وهكذا يظهر تكامل الإجراءات مع العناصر المُبينة في الإطار العام "لكوبيت" كما هو موضح بالشكل (١٤-٢).

إجراءات "كوبيت COBIT": التخطيط والتنظيم			المعايير
تعريف الخطة الاستراتيجية لتقنية المعلومات	PO1	Define a Strategic IT Plan	٨
تعريف بنية المعلومات	PO٢	Define the Information Architecture	٤
تحديد التوجهات التقنية	PO3	Determine Technological Direction	٥
تعريف تنظيم تقنيات المعلومات والعلاقات المُرتبطة بها	PO4	Define the IT organization and Relationships	١٥
إدارة الاستثمار في تقنيات المعلومات	PO5	Manage the IT Investment	٣
تعميم أهداف الإدارة وتوجهاتها	PO6	Communicate Management Aims and Direction	١١
إدارة المصادر البشرية	PO7	Manage Human Resources	٨
التأكيد على التوافق مع المُتطلبات الخارجية	PO8	Ensure Compliance with External Requirements	٦
تقييم المخاطر	PO9	Assess Risk	٨
إدارة المشاريع	PO10	Manage Projects	١٣
إدارة الجودة	PO11	Manage Quality	١٩

الجدول (١٤-٢): إجراءات "كوبيت COBIT" في مجال "التنظيم والإدارة"

مرحلة التحصيل والتنفيذ Acquire and Implement: AI

يبين الجدول (١٤-3) إجراءات مرحلة "التحصيل والتنفيذ" وعدد المعايير المُرتبطة بكل منها. ويبلغ عدد هذه الإجراءات "٦ إجراءات" تحتوي على "٦٨ معياراً"، أي بمعدل تقريبي قدره "٧ معايير" للإجراء الواحد. ونُلاحظ أن هذه الإجراءات تهتم بما يلي:

- الحصول على "المصادر"، بما يشمل البنية التقنية والبرامج والأنظمة.

- "التطوير"، مثل تقديم الحلول، وتطوير الأنظمة والبرمجيات، وإدارة التغيير المطلوب.

إجراءات "كوبيت COBIT": التحصيل والتنفيذ			المعايير
تعريف بالحلول الدينامية	AI1	Identify Automated Solutions	١٨
الحصول على برمجيات التطبيقات وصيانتها	AI2	Acquire and Maintain Application Software	17
الحصول على تقنيات البنية الأساسية وصيانتها	AI3	Acquire and Maintain Technology Infrastructure	٧
تطوير أساليب العمل وصيانتها	AI4	Develop and Maintain Procedures	٤
تطوير الأنظمة الموثقة	AI5	Develop and Accredit Systems	١٤
إدارة التغيير	AI6	Manage Changes	٨

الجدول (١٤-٣): إجراءات "كوبيت COBIT" في مجال "التحصيل والتنفيذ"

مرحلة العطاء والدعم Deliver and Support: DS

يبين الجدول (١٤-4) إجراءات مرحلة "العطاء والدعم" وعدد المعايير المُرتبطة بكل منها. ويبلغ عدد هذه الإجراءات "١٣ إجراء" تحتوي على "١٢٦ معياراً"، أي بمعدل تقريبي قدره "١٠ معايير" للإجراء الواحد. ونُلاحظ أن هذه الإجراءات تُركز على ما يلي.

- تقديم "الخدمة" وإدارتها.
- توفير "الدعم" اللازم للحصول على الخدمة المطلوبة.

ويُلاحظ أيضاً، كما هو مُتوقع، ارتباط تقديم الخدمة والدعم "بالمصادر" المتوفرة طبقاً للإطار العام "لكوبيت"، إضافة إلى أخذ "الشروط" المطلوبة في الاعتبار.

المعايير	إجراءات "كوبيت COBIT": العطاء والدعم		
7	Define and Manage Service Levels	DS1	تعريف مستويات الخدمة وإدارتها
٨	Manage Third Party Services	DS2	إدارة خدمات الطرف الثالث
9	Manage Performance and Capacity	DS3	إدارة الأداء والسعة
13	Ensure Continuous Service	DS4	توثيق استمرار الخدمة
21	Ensure Systems Security	DS5	توثيق أمن الأنظمة
3	Identify and Attribute Costs	DS6	تحديد عناصر التكاليف
3	Educate and Train Users	DS7	تعليم المستخدمين وتدريبهم
5	Assist and Advise Customers	DS8	مساعدة الزبائن وتقديم المشورة لهم.
٨	Manage the Configuration	DS9	إدارة التكوين
5	Manage Problems and Incidents	DS10	إدارة المشاكل والحوادث
30	Manage Data	DS11	إدارة البيانات
٦	Manage Facilities	DS12	إدارة الوسائل
٨	Manage Operations	DS13	إدارة العمليات

الجدول (١٤-٤): إجراءات "كوبيت COBIT" في مجال "العطاء والدعم"

مرحلة المُراقبة والتقويم Monitor and Evaluate: ME

يبين الجدول (١٤-٥) إجراءات مرحلة "العطاء والدعم" وعدد المعايير المُرتبطة بكل منها. ويبلغ عدد هذه الإجراءات "٤ إجراءات" تحتوي على "٢٤ معياراً"، أي بمعدل تقريبي قدره "٦ معايير" للإجراء الواحد. ونُلاحظ أن مدى عمل هذه الإجراءات يمتد ليشمل جميع الإجراءات الأخرى، ويهتم بمراقبتها وتقويمها. ولا

تكتفِ هذه الإجراءات بالمراقبة المحلية، بل تتضمن مراقبة خارجية، وتدقيق مُستقل أيضاً.

إجراءات "كوبيت COBIT": المُراقبة والتقويم			المعايير
مُراقبة الإجراءات	ME1	Monitor the Processes	4
مُراقبة مدى تلبية التحكم الداخلية للحاجة	ME2	Asses Internal Control Adequacy	4
الحصول على توثيق مُستقل	ME3	Obtain Independent Assurance	8
توفير التدقيق المُستقل	ME4	Provide for Independent Audit	8

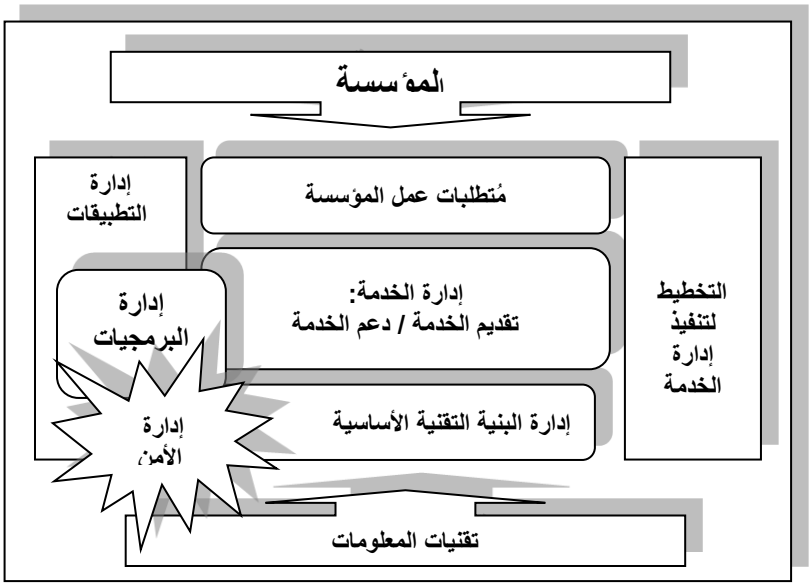
الجدول (١٤-٥): إجراءات "كوبيت COBIT" في مجال "المُراقبة والتقويم"

وهكذا نجد أن "معايير كوبيت" تستند إلى إطار عمل مُتكامل يضم في حدوده العناصر المُختلفة ذات العلاقة. كما نجد أيضاً أن هذه المعايير تنطلق من "مراحل تطوير الجودة" ومن إجراءات تسعى إلى تنفيذ هذه المراحل آخذة عناصر إطار العمل بعين الاعتبار. ويبلغ عدد إجراءات "كوبيت"، ضمن مراحلها الأربع "٣٤ إجراءً"، كما يبلغ عدد المعايير ضمن هذه الإجراءات "٣١٨ معياراً".

١٤-٣ مكتبة البنية الأساسية لتقنيات المعلومات: "أيتل" Information Technology Infrastructure Library: ITIL

لا تستند معايير "أيتل ITIL" بشكل مُباشر إلى مراحل "دورة تطوير الجودة" الشهيرة التي تنطلق منها معايير "كوبيت COBIT"، بل تستند إلى تقديم تصور تُقسم فيه المعايير إلى وحدات، تختص كل وحدة منها بموضوعات ترتبط بمهمة رئيسية مُحددة.

ويُبين الشكل (١٤-٣) الإطار العام لهذا التصور الذي يعتبر "حُكم تقنيات المعلومات" جزءاً مُكملاً "لحُكم المؤسسة"، كما هو الحال في الإطار الأولي المبين بالشكل (١٤-١)، وكما هو الحال أيضاً في الإطار العام "لكوبيت" المُعطى بالشكل (١٤-٢).



الشكل (١٤-٣): الإطار العام لمحتويات "أيتل ITIL"

وطبقاً لتصور "أيتل"، المُبين في الشكل (١٤-٣)، هناك "٨ وحدات" وظيفية رئيسية بين "المؤسسة" المطلوب خدمتها معلوماتياً من جهة، وبين "تقنيات المعلومات" كوسائل خدمة من جهة أُخرى. وتُقدم "أيتل" كتاباً خاصاً لكل من هذه الوحدات.

ويقوم كل كتاب بتقسيم الوحدة التي يطرحها إلى "موضوعات" تتفرع عن الموضوع الرئيسي للوحدة. ويُبين الجدول (١٤-٦) أعداد الموضوعات المُتفرعة عن كل وحدة، حيث يصل عدد هذه الموضوعات، المرتبطة بجميع الوحدات، إلى "٤٣ موضوعاً".

ITIL Units	موضوعات المعايير	وحدات "أيتل"
Business perspective	٦	مُتطلبات عمل المؤسسة
Application management	٥	إدارة التطبيقات
Planning to implement service management	٦	التخطيط لتنفيذ إدارة الخدمة
Service delivery	٥	تقديم الخدمة
Service support	٦	دعم الخدمة
Software Asset Management: SAM	٨	إدارة (رصيد) البرمجيات
ICT infrastructure management	٤	إدارة البنية التقنية
Security management	٣	إدارة الأمن

الجدول (١٤-٦): موضوعات "أيتل ITIL" في مجال "مُتطلبات عمل المؤسسة"

ولا تقوم كتب "أيتل" بعرض "المعايير" المُرتبطة بكل وحدة بشكل مُباشر، بل تُعطي معلومات أساسية حول كل وحدة في الكتاب المُخصص لها، قبل أن تقوم بتقديم "الموضوعات المُتفرعة" عن كل وحدة، وتقدم شرحاً تفصيلياً لما يجب أخذه في الاعتبار بشأنها. وتبرز من خلال ذلك "المعايير" المُرتبطة بكل موضوع. وسوف نستعرض فيما يلي وحدات "أيتل" والأجزاء المُرتبطة بكل منها.

وحدة مُتطلبات عمل المؤسسة Business Perspective

يبين الجدول (١٤-٧) الموضوعات المُرتبطة بوحدة "متطلبات عمل المؤسسة" التي تُركز على متطلبات "خدمات المعلومات Information Services: IS" التي يحتاجها هذا العمل. وتهتم هذه الوحدة بتقنيات المعلومات وقيمتها، وكذلك بالتوافق بين خدمات هذه التقنيات واحتياجات المؤسسة. وتطرح الوحدة أيضاً إدارة القضايا ذات العلاقة بذلك بما يشمل العلاقة مع الموردين، وتحديد الأدوار والمسؤوليات والتعامل بين الأطراف. وهكذا فإن هذه الوحدة هي رابط هام بين "مُتطلبات المؤسسة وحُكمها" وبين "خدمات المعلومات المطلوبة وتقنياتها".

"مُتطلبات عمل المؤسسة Business Perspective"	
The value of IT	**القيمة التي تُقدمها تقنيات المعلومات**
The approach to business-information services alignment	**أسلوب التوفيق بين مُتطلبات عمل المؤسسة وخدمات المعلومات**
Understanding the business viewpoint	**فهم مُتطلبات عمل المؤسسة**
Managing the provision of service	**إدارة تقديم خدمات المعلومات**
Supplier relationship management	**إدارة العلاقة مع الموردين**
Roles, responsibilities and interfaces	**الأدوار والمهمات والعلاقة بين الأطراف**

الجدول (١٤-٧): موضوعات "أيتل ITIL" في مجال "مُتطلبات عمل المؤسسة"

وحدة إدارة التطبيقات Application Management

تهتم وحدة إدارة التطبيقات بموضوع تطبيقات تقنيات المعلومات وخدماتها على مستوى دورة حياة هذه التطبيقات، وذلك من حيث قيمة هذه التطبيقات وترابطها مع مُتطلبات عمل المؤسسة. وتُغطي وظائف هذه الوحدة المستوى الإداري الأعلى لدور تقنيات

المعلومات والخدمات التي تُقدمها، ولا تتطرق إلى "تفاصيل هذه الدور. فهذه التفاصيل هي من نصيب مسألة "إدارة الخدمة"، بشقيها "تقديم الخدمة ودعمها"، حيث هناك وحدة خاصة لكل منهما. فهذه الوحدة الجسر الذي يصل وحدة "مُتطلبات عمل المؤسسة" بوحدات "إدارة الخدمة" وما يتعلق بها.

ويبين الجدول (١٤-٨) الموضوعات المُرتبطة بوحدة "إدارة التطبيقات". وتُركز هذه الموضوعات أولاً على تحديد دور إدارة التطبيقات؛ ثم تتضمن بعد ذلك قضايا تتعلق بأعمال المؤسسة واستراتيجية خدمتها من جهة، ودورة حياة إدارة التطبيقات والطرق والأساليب التي تستخدمها من ناحية ثانية.

"إدارة التطبيقات Application Management"	
Positioning of application management	**تحديد دور إدارة التطبيقات**
Managing the business value	**إدارة قيمة العمل**
Aligning the delivery strategy with key business drivers and organizational capabilities	**التوفيق بين استراتيجية الخدمة من جهة وبين العناصر الأساسية لعمل المؤسسة وقدراتها**
The application management lifecycle	**دورة حياة إدارة التطبيقات**
Control methods and techniques	**طرق التحكم وأساليبه.**

الجدول (١٤-٨): موضوعات "أيتل ITIL" في مجال "إدارة التطبيقات"

وحدة التخطيط لتنفيذ إدارة الخدمة
Planning to Implement Service Management

المقصود بإدارة الخدمة هنا مهمتان رئيسيتان هما: "تقديم الخدمة" و"دعم الخدمة"، ولكل من هاتين المهمتين وحدة خاصة بها. ويشمل التخطيط لتنفيذ هاتين المهمتين الإجابة عن "٦ تساؤلات" يُقدمها الجدول (١٤-٩). تبدأ هذه التساؤلات بمسألة تحديد "الرؤية" الخاصة بإدارة الخدمة. وتنتقل بعد ذلك إلى موضوعات الوضع الراهن والوضع المأمول، وكيفية الوصول إليه والسعي إلى التطوير المستمر والمحافظة عليه. ويطرح كتاب "أيتل" الخاص بهذه الوحدة توصيات ومعايير حول الإجابة عن هذه التساؤلات وتنفيذ التخطيط المنشود لتنفيذ إدارة الخدمة.

"التخطيط لتنفيذ إدارة الخدمة Planning to Implement Service Management"	
What is the vision	ما هي "الرؤية" بشأن إدارة الخدمة
Where are we now	أين نحن الآن: الوضع الراهن
Where do we want to be	أين نريد أن نكون: الوضع المُستقبلي المأمول
How do we get where do we want to be	كيف نصل إلى الوضع المستقبلي المأمول
How do we check that our milestones have been reached	كيف نختبر التطور باتجاه، والوصول إلى، الوضع المأمول
How do we keep the momentum going	كيف نُحافظ على التطور

الجدول (١٤-٩): موضوعات "أيتل ITIL" في مجال "التخطيط لتنفيذ إدارة الخدمة"

وحدة تقديم الخدمة Service Delivery

يُقدم الجدول (١٤-١٠) موضوعات "أيتل" في المُتفرعة عن وحدة "تقديم الخدمة". وتشمل هذه الموضوعات "٥ قضايا" رئيسية هي: إدارة مستوى الخدمة، والإدارة المالية، وإدارة السعة، وإدارة استمرار الخدمة، إلى جانب إدارة الجاهزية. ويُلاحظ أن

هذه القضايا لا تقتصر فقط على الشؤون الفنية لإدارة تقديم الخدمة، بل تتضمن أيضاً شؤوناً غير فنية يجب الاهتمام بها. ويُقدم كتاب "أيتل" الخاص بهذه الوحدة معاييره وتوصياته بشأن كل من هذه الموضوعات.

"تقديم الخدمات Service Delivery"	
Service level management	**إدارة مُستوى الخدمة**
Financial management	**الإدارة المالية**
Capacity management	**إدارة السعة**
Service continuity management	**إدارة استمرار الخدمة**
Availability management	**إدارة الجاهزية**

الجدول (١٤-١٠): موضوعات "أيتل ITIL" في مجال "تقديم الخدمات"

وحدة دعم الخدمة Service Support

يُعطي الجدول (١٤-١١) موضوعات "أيتل" في الخاصة بوحدة "دعم الخدمة". ويأتي هذا الدعم من التوصية بوجود "٦ عناصر" لهذا الدعم تشمل ما يلي:

- "مكتب الخدمة" الذي يستجيب لطلبات الدعم، عند الحاجة.
- "إدارة الأحداث" التي قد تؤدي إلى توقف العمل أو خفض مستوى الأداء.
- "إدارة المشاكل" التي يُمكن أن تنشأ عن حدث واحد أو مجموعة من الأحداث.
- "إدارة التكوين" التي تهتم بحالة مكونات تقنيات المعلومات.

- "إدارة التغيير" المطلوب ومعالجة مشاكل هذا التغيير دون مشاكل.
- "إدارة الإصدار"، فيما يخص المُستجدات المرتبطة بتقنيات المعلومات وتحديثها.

وتؤكد توصيات "أيتل" على تكامل وظائف الدعم التي تُقدمها العناصر سابقة الذكر.

"دعم الخدمات Service Support"	
Service desk	**مكتب الخدمة**
Incident management	**إدارة الأحداث**
Problem management	**إدارة المشاكل**
Configuration management	**إدارة التكوين**
Change management	**إدارة التغيير**
Release management	**إدارة الإصدار**

الجدول (١٤-١١): موضوعات "أيتل ITIL" في مجال "دعم الخدمات"

وحدة إدارة البرمجيات Software Asset Management: SAM

تُمثل البرمجيات العنصر الذي يدير الخدمات ويُوجهها ويعمل على تنفيذها. ونتيجة لذلك تُشكل هذه البرمجيات رصيداً هاماً ينبغي إدارته بكفاءة، وهذا ما تسعى "أيتل" إلى تنفيذه. و يُبين الجدول (١٤-١٢) موضوعات "أيتل" الخاصة بإدارة البرمجيات، ويبلغ عددها "٨ موضوعات". وتهتم هذه الموضوعات الثمانية بثلاثة أمور رئيسية.

- التعريف بالبرمجيات المطلوب إدارتها.
- تنظيم البرمجيات وتحديد أسلوب إدارتها.
- تنفيذ الإدارة مع أخذ الوسائل المُتاحة والعلاقة مع الشركاء في الاعتبار.

"إدارة البرمجيات Software Asset Management: SAM"	
البرمجيات ضمن إطار "أيتل"	SAM in ITIL framework
البرمجيات كرصيد والصفات التي تتمتع بها	Characteristics of software assets
البرمجيات ودورها العمل	Making the business case
تنظيم البرمجيات والأدوار والمسؤوليات	Organization, roles and responsibilities
أسلوب الإدارة	Management process
التنفيذ	Implementation
الوسائل وتقنيات الإدارة	Tools and technology
الشركاء	Partners

الجدول (١٤-١٢): موضوعات "أيتل ITIL" في مجال "إدارة البرمجيات"

وحدة إدارة البنية التقنية

Information and Communication Technology (ICT) Infrastructure Management

تُعطي البنية الأساسية لتقنيات المعلومات والاتصالات القاعدة التي لا يُمكن بدونها تنفيذ أي عمل معلوماتي. وانطلاقاً من أهمية هذه البنية كان لابُد "لأيتل" من بيان كيفية إدارتها على أفضل وجه مُمكن. وتشمل شؤون إدارتها "٥ موضوعات رئيسية"، كما هو مُبين بالجدول (١٤-١٣). تبدأ هذه الموضوعات بتحديد التصميمات اللازمة للإدارة المنشودة والتخطيط لتنفيذها. ويلي ذلك التنفيذ الفعلي لهذه الإدارة والدعم الفني لمتطلباتها.

"إدارة البنية التقنية ICT Infrastructure Management"	
التصميم والتخطيط	Design and planning
الاستخدام	Deployment
التشغيل	Operation
الدعم الفني	Technical support

الجدول (١٤-١٣): موضوعات "أيتل ITIL" في مجال "إدارة البنية التقنية"

وحدة إدارة الأمن Security Management

تُعتبر إدارة الأمن مُتطلب رئيسي من مُتطلبات "حُكم تقنيات المعلومات". وتُركز "أيتل" في هذا المجال على "٣ عوامل" رئيسية كما هو موضح بالجدول (١٤-١٤). وتتضمن هذه العوامل: التعريف بمجال الحاجة إلى إدارة الأمن ضمن إطار "أيتل"، وتحديد مقاييس هذا الأمن، ثم تقديم أدلة إرشادية لتنفيذ إدارة الأمن المطلوبة.

"إدارة الأمن Security Management"	
التعريف بإدارة الأمن في إطار "أيتل"	Security management in ITIL context
مقاييس إدارة الأمن	Security management measures
أدلة إرشادية لتنفيذ إدارة الأمن	Guidelines for implementing security management

الجدول (١٤-١٤): موضوعات "أيتل ITIL" في مجال "إدارة الأمن"

على أساس ما سبق نجد أن معايير "أيتل" "لحُكم تقنيات المعلومات" ترتبط، كما هو مُتوقع، بمتطلبات المؤسسة صاحبة العلاقة وتتوزع على "٤٣ موضوعاً" في إطار "٨ وحدات" مُتخصصة المهام. ونُلاحظ في هذه الوحدات ما يلي:

- هُناك ثلاث وحدات تهتم "**بالتوافق**" بين "مُتطلبات المؤسسة" من جهة، والخدمة التي تُقدمها "تقنيات المعلومات" من جهة أخرى هي: وحدة مُتطلبات المؤسسة، ووحدة إدارة التطبيقات، إضافة إلى وحدة التخطيط لتنفيذ إدارة الخدمة.
- وهناك وحدتان تختصان بشؤون إدارة "**الخدمة**" ذاتها هما وحدة "تقديم الخدمة"، ووحدة "دعم الخدمة".
- وهُناك وحدتان أيضاً، في مجال إدارة "**المصادر التقنية**" هما: وحدة إدارة البرمجيات، ووحدة إدارة البنية التقنية الأساسية.
- وهُناك وحدة "**للحماية**" من المخاطر هي وحدة إدارة الأمن.

١٤-٤ الخُلاصة Remarks

قدم هذا الفصل تعريفاً "**بحُكم تقنيات المعلومات**" مُدعّماً بنظرة عامة إلى مثالين من أمثلة ما يجب اتباعه لجعل هذا "الحُكم" "**حُكماً رشيداً**" يُحقق أهدافه. وفي طرحه لهذين المثالين بين الفصل "**الجوانب المُتعددة**" التي ترتبط بهذا الحُكم، والأساليب المُتبعة في التعامل مع هذه الجوانب. لكن الفصل لم يتطرق إلى "**التفاصيل**"، وترك الأمر عند حدود التقديم والتعريف التي يضع الكتاب نفسه في إطارها. وربما يكون لنا موعد في المستقبل مع كتاب مُتخصص في "حُكم تقنيات المعلومات" بإذن الله.

المراجع

كتب Books

١	سعد علي الحاج بكري، التحول إلى مُجتمع المعرفة، مكتبة الملك عبد العزيز العامة: سلسلة الأعمال المُحكمة، الرياض، ٢٠٠٦.
٢	A. Leon-Garcia and I. Wijaja, *Communications Networks: Fundamental Concepts and Key Architectures*, Mc-Graw-Hill: Computer Science Series, USA, 2004.
٣	P. Weill and J. W. Ross, *IT Governance: How Top Performers Manage IT Decision Rights for Superior Results*, Harvard Business School Press, Boston, 2004.
٤	B. A. Forouzan and S. C. Fegan, *Data Communications and Networks*, AcGraw-Hill, USA, 2003.
٥	A. S. Tanenbaum, Computer Networks, Prentice Hall and Pearson Education International, 2003.
٦	سعد علي الحاج بكري، المعلوماتية والمستقبل، مؤسسة اليمامة، كتاب الرياض ١١٣، الرياض، أيار (مايو)، ٢٠٠٣.
٧	A. Mikalsen and P. Borgesen, *Local Area Network Management, Design and Security: A Practical Approac*h, Wiley, UK, 2002.
٨	J. Walrand, *Communication Networks: A First Course*, Mc-Graw-Hill, USA, 1998.
٩	T. Russel, *Telecommunications Protocols: SS7, ATM, Cellular Networks, SONET, BISDN*, McGraw-Hill Series on Telecommunications, USA, 1997.
١٠	J. E. Flood, *Telecommunications Switching, Traffic and*

Networks, Prentice-Hall, Europe, 1994.	
D. Etheridge and E. Simon, *Information Networks: Planning and Design*, Prentice-Hall, UK, 1992.	١١
F. J. Kauffels, *Network Management: Problems, Standards and Strategies*, Addison-Wesley Publishing Company, England, 1992.	١٢
J. A. Pecar, R. J. O'Connor and D. A. Garbin, *Telecommunications Fact-book: A Readable Guide to Planning and Acquiring products and Services*, Mc-Graw-Hill, USA, 1992.	١٣
NCC: The National Centre for Information Technology, *Telecommunications Management: Network Design*, UK, 1992.	١٤
NCC: The National Centre for Information Technology, *Telecommunications Management: Network Security*, UK, 1992.	١٥
NCC: The National Centre for Information Technology, *Telecommunications Management: Operation and Management of Networks*, UK, 1992.	١٦
D. Minoli, Telecommunications Technology Handbook, Artech House, USA, 1991.	١٧
B. R. Elbert, *Private Telecommunication Networks*, Artech House, USA, 1989.	١٨
J. A. White, M. H. Agee and K. E. Case, Principles of Engineering Economic Analysis, Wiley, USA, 1989.	١٩
سعد علي الحاج بكري ومحمد عبد الرحمن الحيدر، مُقدمة في الاتصالات، مطابع جامعة الملك سعود، الرياض، ١٩٨٨.	٢٠
G. Hebuterne, *Traffic Flow in Switching Systems*, Artech House, USA, 1987.	٢١
S. C. Littlechild, *Elements of Telecommunications Economics*, Peter Peregrinus for the IEE, UK, 1979.	٢٢

D. Bear, *Principles of Telecommunications-Traffic Engineering*, Peter Peregrinus for the IEE, UK, 1978.	٢٣
P. Beckmann, Introduction to Queuing Theory and Telephone Traffic, The Golem Press, UK, 1967.	٢٤

البحوث والمقالات Papers

S. H. Bakry and A. Alfantookh, "IT governance practices: COBIT", Saudi Computer Journal: Applied Computing and Informatics, Vol. 5, No. 2, 2006, pp. 53-61.	١
H. Al-Harbi, S. H. Bakry, and I. Al-Fraih, "Analysis of traffic flow through Internet routes with applications to Saudi Arabia", Saudi Computer Journal: Applied Computing and Informatics, Vol. 4, No. 1, 2005, pp. 32-46.	٢
S. H. Bakry, B. Al-Bassam, A. Alheraish, "An integrated simple approach for the analysis of Internet backbone networks", NETWORK MANAGEMENT - An International Journal (Wiley), Vol. 14, No. 6, November-December, 2004, pp. 391-404.	٣
S. H. Bakry, and F. H. Bakry, "Identifying information networks profiles for planning management", NETWORK MANAGEMENT - An International Journal (Wiley), Vol.10, No. 6, November-December, 2000, pp 315-322.	٤
R. Jamal Al-Deen, S. H. Bakry, and A. Nouh, "A methodology for the evaluations of the replacement of information network technology with applications", NETWORK MANAGEMENT - An International Journal (Wiley), Vol.10, No. 6, November-December, 2000, pp	٥

349-360.	
R. Jamal Al-Deen, S. H. Bakry, and A. Nouh, “Analysis of the cost-effectiveness of information networks with applications”, NETWORK MANAGEMENT - An International Journal (Wiley), Vol.10, No. 3, May-June, 2000, pp. 145-156.	٦
R. Jamal Al-Deen, S. H. Bakry, and A. Nouh, “Performance based evaluations of tangible benefits of information networks with applications”, NETWORK MANAGEMENT - An International Journal (Wiley), Vol.10, No. 2, March-April, 2000, pp. 91-101.	٧
S. H. Bakry, M. Samarkandy and A. Al-Wakeel, "A methodology for the investigation of telephone demands in Saudi Arabia, Telecommunication Journal, International Telecommunication Union (ITU), Vol. 54, 1987, pp. 38-45.	٨

تقارير و توصيات

Reports and Recommendations

ISACA: Information Systems Audit and Control Association, *Security Audit and Control Features: SAP R/3 (A Technical and Risk Management Reference Guide)*, 2nd Edition, IL USA, 2006.	١
IT Governance Institute, *IT Control Objectives for Sarbanes-Oxley*, 2nd Edition, IL USA, September 2006.	٢
T Gouvernance Institue, *COBIT 4: Control Objectives for Information and Related Technologies (Control Objectives, Management Guidelines, Maturity Models),* IL	

USA, 2005.	
T Governance Institute, COBIT Audit Guidelines, 3rd Edition, IL USA, July 2000.	٣
OGC: Office of Government Commerce, *Best Practices for Service Support (ITIL: the Key to Managing IT Services)*, 13th Impression, The Stationary Office, UK, 2006.	٤
OGC: Office of Government Commerce, Best Practices: *Introduction to ITIL*, The Stationary Office, UK, December 2005.	٥
OGC: Office of Government Commerce, *Best Practices for Business Perspective: The IS View on Delivering Services to Business (ITIL: the Key to Managing IT Services)*, The Stationary Office, UK, 2003.	٦
OGC: Office of Government Commerce, *Best Practices for Software Asset Management (ITIL: the Key to Managing IT Services)*, The Stationary Office, UK, 2003.	٧
OGC: Office of Government Commerce, *Best Practices for ICT Infrastructure Management (ITIL: the Key to Managing IT Services)*, The Stationary Office, UK, 2002.	٨
OGC: Office of Government Commerce, *Best Practices for Planning to Implement Service Management (ITIL: the Key to Managing IT Services)*, The Stationary Office, UK, 2002.	٩
OGC: Office of Government Commerce, *Best Practices for Application Management (ITIL: the Key to Managing IT Services)*, The Stationary Office, UK, 2002.	١٠
OGC: Office of Government Commerce, *Best Practices for Service Delivery (ITIL: the Key to Managing IT Services)*, The Stationary Office, UK, 2001.	١١
OGC: Office of Government Commerce, *Best Practices*	١٢

for Security Management ITIL: the Key to Managing IT Services,) The Stationary Office, UK, 1998.	
International Telecommunication Union (ITU), *General Network Planning: GAS 3*, Geneva, Switzerland 1983.	١٣
ISO/IEC 27001-2005: *Information Technology- Security techniques-Information security management systems-Requirements*, Geneva, Switzerland, 2005.	١٤
ISO/IEC 17799-2005 (E): Information Technology- Security Techniques-Code of Practice for Information Security Management; International Standards Organization, Geneva, Switzerland, 2005.	١٥

ثبت المصطلحات: إنجليزي–عربي

A

Access demands	الطلب على النفاذ
Access device	أجهزة النفاذ
Access management	إدارة النفاذ
Accounting management	إدارة المحاسبة
Accumulated cash flow	الجريان المالي التراكمي
Adaptation	طبقة المواءمة
Addressing	عنونة
ADSL	خطوط الاتصالات الرقمية (الخاصة بالمشترك)
Alert	تنبيه
Amplification	تضخيم الإشارة

Amplifiers	مضخمات
Amplitude Modulation: AM	تضمين المطال
Analog data	بيانات تماثلية
Analog signal	الإشارة التماثلية
Aperiodic signal	الإشارة اللادورية
Application management	إدارة التطبيقات
Asset management	إدارة المُمتلكات (إدارة الرصيد)
Asynchronous Transfer Mode: ATM	أسلوب النقل غير المُتزامن
Attenuation	التخميد
Audit reports	تقارير التدقيق
Authentication	التحقق
Availability	الجاهزية
Availability management	إدارة الجاهزية

B

Back-up: software & information	النظام الاحتياطي للمعلومات والبرمجيات
Backbone network	شبكة العامود الفقري
Bandwidth	عرض النطاق
Baseband	النطاق الأساس
Bit interval	فترة البتة
Bit rate	معدل البيانات
Bluetooth	الشبكات الشخصية
Bridge	جسر الربط
Broadband	النطاق العريض
Business continuity management	إدارة استمرارية العمل
Business perspective	مُتطلبات عمل المؤسسة
Busy Hour: BH	ساعة المشغولية

C

ثبت المصطلحات: إنجليزي-عربي

Capacity management	إدارة السعة
Carried (serviced) traffic	الحمل المخدوم
Carrier sense	مراقبة وجود أو عدم وجود إشارة على القناة
Cash flow	الجريان المالي
Common Channel Signaling: CCS	القناة المُشتركة للتشوير
Cell relay	ترحيل الخلايا
Cellular	خلوي
Center for Information Systems Research: CISR	مركز بحوث أنظمة المعلومات
CML: Common Management Language	لغة الإدارة المُشتركة
Coding	ترميز الإشارة
Collision	تصادم
Communication channel	قناة الاتصال
Communication networks	شبكات الاتصالات
Communication security	أمن الاتصال

ثبت المصطلحات: إنجليزي-عربي

Communications	الاتصالات
Communications engineering	هندسة الاتصالات
Communications node	نقطة اتصال
Communications sub-network	شبكة الاتصال الفرعية
Configuration management	إدارة التكوين
Congestion control	التحكم بالاختناق
Connection oriented	المرتبط بالوصلة
Connectionless	غير المرتبط بالوصلة
Control	تحكم
Control Objectives of Information and Related Technologies: COBIT	أهداف التحكم بالمعلومات والتقنيات المرتبطة بها: "كوبيت"
Crosstalk	التشويش التداخلي
Cryptographic controls	التحكم بالتعمية (أو التشفير)
CSMA-CD	تعدد النفاذ بمراقبة الإشارة مع كشف التصادم.

D

Data-Link layer	طبقة التوصيل
Data confidentiality	سرية البيانات
Data integrity	سلامة البيانات
DCN: Data Communications Network	شبكة اتصالات البيانات
Delay	التأخير
Demands placed on networks	الطلب على الشبكات
Develop and accredit systems	تطوير الأنظمة وتوثيقها
Develop and maintain procedures	تطوير أساليب العمل وصيانتها
Development plans	خطط تطوير
Dialing	المُراقمة
Digital data	بيانات رقمية
Digital techniques	الأساليب الرقمية

Distortion	تشويه
Dynamic division	التقسيم الديناميكي

E

e-Commerce	التجارة الإلكترونية
e-Government	الحكومة الإلكترونية
Economic efficiency	الكفاءة الاقتصادية
Efficiency	الكفاءة
EMS level: Element Management System level	مستوى إدارة عنصر من النظام
Encryption	التعمية (أو التشفير)
Enterprise Resource Planning: ERP	أنظمة تخطيط الموارد
Equalizing	التسوية
Error detection and correction	كشف وتصحيح الأخطاء
Ethernet	شبكة الإيثرنت

Even Life	الحياة المُتعادلة
Extranet	الإكسترانت

F

Fault management	إدارة الأعطال
Filtering	ترشيح الترددات (وتصفيتها)
Financial management	الإدارة المالية
Fixed division	التقسيم الثابت
Flat addressing	العنونة المحددة أو الثابتة
Flow control	التحكم بالتدفق
Frame Relay	ترحيل الأُطر
FDM: Frequency Division Multiplexing:	تقسيم التردد
FM: Frequency Modulation	تضمين التردد
FSK: Frequency Shift Keying	تعديل إزاحة التردد
Full duplex channel	قناة مزدوجة (تُرسل باتجاهين في وقت واحد)

G

Gateway	بوابة
Global Informatics	المعلوماتية المُعولمة
Governance	حوكمة

H

Half duplex channel	قناة نصف مزدوجة (تُرسل باتجاهين ولكن ليس في وقت واحد)
Hardware components	المكونات المادية
Header	رأس الرسالة
Help desk	مكتب الشكاوى
Hierarchical addressing	العنونة الهرمية
High-speed communications	الاتصالات عالية السرعة
Hops	القفزات
Hosts /Servers	مراكز خدمات الشبكة

I

Identify automated solutions	**تعريف** بالحلول الدينامية
Implementation planning	التخطيط التنفيذي
Implementation plans	الخطط التنفيذية
Impulse noise	الضجيج النبضي
Incident management	إدارة الأحداث
ICT: Information and Communication Technology	تقنية المعلومات والاتصالات
Information security	أمن المعلومات
Information security incident management	إدارة **حوادث** أمن المعلومات
Information security policy	**سياسة** أمن المعلومات
ISACA: Information Systems Audit and Control Association	هيئة التحكم بنظم المعلومات **وتدقيقها**
Information Technology (IT) Governance	معايير حُكم تقنيات المعلومات
ITGI: Information Technology Governance Institute	معهداً حُكم تقنيات المعلومات
ITIL: Information Technology Infrastructure Library	مكتبة البنية الأساسية لتقنيات المعلومات: "أيتل"

ثبت المصطلحات: إنجليزي-عربي

Infrared	الأشعة تحت الحمراء
INMS: Integrated Network Management System	نظام إدارة الشبكة المتكامل
Integration	تكامل
Interactive	تفاعلي
Interference	تداخل
IEC: International Electro-technical Commission	الهيئة الدولية للتقنيات الكهربائية
International exchanges	المقاسم الدولية
IP: Internet Protocol	برتوكول الإنترنت
ISO: International Standards Organization	المنظمة الدولية للمواصفات المعيارية
ITU: International Telecommunications Union	الاتحاد الدولي للاتصالات
ITU-D: ITU Development Sector	قطاع تطوير الاتصالات
ITU planning	تخطيط الاتحاد الدولي للاتصالات
ITU Radio-communication Sector	قطاع الاتصالات اللاسلكية

قطاع التقييس و التوصيات المعيارية	ITU Standardization Sector

L

الخطوط المؤجرة	Leased Lines
التحكم بالتوصيل المنطقي	LLC: Logical Link Control
شبكة محلية	LAN: Local Area Networks
المقاسم المحلية	Local exchanges

M

أعمال الصيانة	Maintenance
إدارة قيمة العمل	Managing the business value
الخطة التنفيذية الرئيسة	Master plan
التحكم بالنفاذ إلى قناة الإرسال	MAC: Medium Access Control
شبكات المدن	MAN: Metropolitan Area Network
قاعدة معلومات الإدارة	MIB: Management Information Base

Microwave	الموجات الميكروية (الميكرويف)
Mobile communication	اتصالات الجوال
Modularity	التجزئة
Modulation	التضمين
Monitor the processes	مُراقبة الإجراءات
Monitoring network performance	مُراقبة أداء الشبكة
MTBF: Mean Time Between Failures	متوسط الزمن بين عطل والعطل الذي يليه
MTTR: Mean Time To Repair	متوسط زمن إصلاح العطل الواحد
Multimedia	الوسائط المتعددة
Multiplexing	التعدد

N

Network inter-connectivity	الربط بين الشبكات
NIC: Network Interface Card	بطاقة الشبكة

ثبت المصطلحات: إنجليزي-عربي

Network life	حياة الشبكة
Network lifecycle	دورة حياة الشبكة
Network management	إدارة الشبكة
Network management documents	وثائق إدارة الشبكات
Network management system	نظم إدارة الشبكة
Network operating system	نظام تشغيل الشبكة
Network records	سجلات الشبكة
Network replacement	تحديث الشبكات
Network reports	تقارير الشبكة
Network staff	المسؤولون عن الشبكة
Network topology	توبولوجيا الشبكة (توصيلها)
Network users	مُستخدمو الشبكة
Networks engineering	هندسة الشبكات

New development opportunity	فرص التطوير الجديدة
Noiseless channel	قناة اتصال خالية من الضجيج
Noise	ضجيج ، ضوضاء
Non-interactive	غير تفاعلي
Non-repudiation	عدم الإنكار

O

OGC: Office of Government Commerce	مكتب التجارة الحكومية
Optical fiber	الألياف البصرية
Optimum life	العمر الأمثل
Organization	مُنظمة / تنظيم

P

Packet switching	تبديل الرزم
Packets	رزم

ثبت المصطلحات: إنجليزي-عربي

Performance management	إدارة الأداء
Periodic signal	إشارة الدورية
PM: Phase Modulation	تضمين الطور
PSK: Phase Shift Keying	تعديل إزاحة الطور
Physical layer	الطبقة المادية
Planning to implement service management	التخطيط لتنفيذ إدارة الخدمة
Policy document	وثيقة السياسة
Practical design	التصميم التطبيقي
Presentation	طبقة التقديم
Preventive maintenance	الصيانة الوقائية
Privacy	الخصوصية
Problem management	إدارة المشاكل
Processes	إجراءات

Processing	المُعالجة
Propagation	الانتشار
Protocols	البروتوكولات

R

Randomness	عشوائية
Rejected traffic load	حمل الحركة المرفوض
Release management	إدارة الإصدار
Reliability	وثوقية
Repeaters	مكررات
Resources	المصادر
RFP: Request For Proposals	طلب عروض
Router	موجه (جاز التوجيه)
Routing Table	جدول التوجيه

S

Satellite	الأقمار الصناعية / السواتل
SDH: Synchronous Digital Hierarchy	التقسيم الهرمي الرقمي المُتزامن
Security dimensions	محاور الأمن
Security evaluation	تقييم الأمن
Security in development and support processes	الأمن في إجراءات التطوير والدعم
Security layers	طبقات الأمن
Security management	إدارة الأمن
Security management standards	توصيات إدارة الأمن
Security of system files	أمن ملفات الأنظمة
Security plane	مجالات الأمن
Security techniques	وسائل الأمن
Service continuity management	إدارة استمرار الخدمة

ثبت المصطلحات: إنجليزي-عربي

Service desk	مكتب الخدمة
Service providers	مُقدمو الخدمة
Service support unit	وحدة دعم الخدمة
Session layer	طبقة الجلسة
SI: Standard Interfaces	التوصيلات البينية المعيارية
Signalling	التشوير
Signals	إشارات
Simplex channel	القناة البسطة (تُرسل باتجاه واحد فقط)
SLA: Service Level Agreement	اتفاقية مستوى الخدمة
SNMP: Simple Network Management Protocol	بروتوكول إدارة الشبكة البسيط
SAM: Software Asset Management: SAM	إدارة (رصيد) البرمجيات
Software components	المكونات البرمجية
SONET: Synchronous Optical Network	الشبكة البصرية المُتزامنة

التحكم باستخدام البرنامج المُخزن	SPC: Stored Program Control
الطيـف	Spectrum
نظام التشوير السابع	SS7: Signaling System 7
الهيكل الخماسي (الاستراتيجية، التقنية، التنظيم، الإنسان، البيئة)	STOPE
شبكات التخزين والإرسال	Store-and-Forward Networks
الاستراتيجية	Strategy
التوصيلات الهيكلية	Structured cabling
الإشراف	Supervisory
إدارة العلاقة مع الموردين	Supplier relationship management
التبديل	Switching

T

خطط فنية	Technical plans
إدارة مواطن الضعف الفني	Technical vulnerability management

ثبت المصطلحات: إنجليزي-عربي

Telephone networks	الشبكات الهاتفية
Terminal node	نقاط طرفية
Thermal noise	الضجيج الحراري
Threats	التهديدات
Throughput	الإنتاجية
TDM: Time Division Multiplexing	تعدد تقسيم الزمن
Time frame	الإطار الزمني
Time slot	جزء زمني
TMN: Telecommunications Management Network	نظام شبكة إدارة الاتصالات
Token	إذن الإرسال
Traffic	الحركة
Traffic load	حمل الحركة
Transmission media	وسائط النقل

Transmission protocol	معيار التراسل
Transmitter	المرسل
Transportation layer	طبقة النقل

U

Use demand	الطلب على الاستخدام

V

VPN: Virtual Private Network	شبكة افتراضية خاصة
Vulnerabilities	عوامل الضعف

W

WAN: Wide Area Network	شبكات واسعة
WLAN: Wireless LANs	الشبكات المحلية اللاسلكية

ثبت المصطلحات: عربي–إنجليزي

أ

الاتحاد الدولي للاتصالات	ITU: International Telecommunications Union
الاتصالات	Communications
اتصالات الجوال	Mobile communication
الاتصالات عالية السرعة	High-speed communications
اتفاقية مستوى الخدمة	SLA: Service Level Agreement
إجراءات	Processes
أجهزة النفاذ	Access device
إدارة (رصيد) البرمجيات	SAM: Software Asset Management: SAM
إدارة استمرار الخدمة	Service continuity management
إدارة استمرارية العمل	Business continuity management
إدارة الأحداث	Incident management

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

إدارة الأداء	Performance management
إدارة الإصدار	Release management
إدارة الأعطال	Fault management
إدارة الأمن	Security management
إدارة التطبيقات	Application management
إدارة التكوين	Configuration management
إدارة الجاهزية	Availability management
إدارة السعة	Capacity management
إدارة الشبكة	Network management
إدارة العلاقة مع الموردين	Supplier relationship management
الإدارة المالية	Financial management
إدارة المحاسبة	Accounting management
إدارة المشاكل	Problem management
إدارة المُمتلكات (إدارة الرصيد)	Asset management

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

إدارة النفاذ	Access management
إدارة حوادث أمن المعلومات	Information security incident management
إدارة قيمة العمل	Managing the business value
إدارة مواطن الضعف الفني	Technical vulnerability management
إذن الإرسال	Token
الأساليب الرقمية	Digital techniques
الاستراتيجية	Strategy
أسلوب النقل غير المُتزامن	Asynchronous Transfer Mode: ATM
إشارات	Signals
الإشارة التماثلية	Analog signal
إشارة الدورية	Periodic signal
الإشارة اللادورية	Aperiodic signal
الإشراف	Supervisory
الأشعة تحت الحمراء	Infrared

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

الإطار الزمني	Time frame
أعمال الصيانة	Maintenance
الأقمار الصناعية / السواتل	Satellite
الإكسترانت	Extranet
الألياف البصرية	Optical fiber
أمن الاتصال	Communication security
أمن المعلومات	Information security
الأمن في إجراءات التطوير والدعم	Security in development and support processes
أمن ملفات الأنظمة	Security of system files
الإنتاجية	Throughput
الانتشار	Propagation
أنظمة تخطيط الموارد	Enterprise Resource Planning: ERP
أهداف التحكم بالمعلومات والتقنيات المرتبطة بها: "كوبيت"	Control Objectives of Information and Related Technologies: COBIT

ب

برتوكول الإنترنت	IP: Internet Protocol
بروتوكول إدارة الشبكة البسيط	SNMP: Simple Network Management Protocol
البروتوكولات	Protocols
بطاقة الشبكة	NIC: Network Interface Card
بوابة	Gateway
بيانات تماثلية	Analog data
بيانات رقمية	Digital data

ت

التأخير	Delay
التبديل	Switching
تبديل الرزم	Packet switching
التجارة الإلكترونية	e-Commerce

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

التجزئة	Modularity
تحديث الشبكات	Network replacement
التحقق	Authentication
تحكم	Control
التحكم باستخدام البرنامج المُخزن	SPC: Stored Program Control
التحكم بالاختناق	Congestion control
التحكم بالتدفق	Flow control
التحكم بالتعمية (أو التشفير)	Cryptographic controls
التحكم بالتوصيل المنطقي	LLC: Logical Link Control
التحكم بالنفاذ إلى قناة الإرسال	MAC: Medium Access Control
تخطيط الاتحاد الدولي للاتصالات	ITU planning
التخطيط التنفيذي	Implementation planning
التخطيط لتنفيذ إدارة الخدمة	Planning to implement service management
التخميد	Attenuation

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

تداخل	Interference
ترحيل الأُطر	Frame Relay
ترحيل الخلايا	Cell relay
ترشيح الترددات (وتصفيتها)	Filtering
ترميز الإشارة	Coding
التسوية	Equalizing
التشوير	Signalling
التشويش التداخلي	Crosstalk
تشويه	Distortion
تصادم	Collision
التصميم التطبيقي	Practical design
تضخيم الإشارة	Amplification
التضمين	Modulation
تضمين التردد	FM: Frequency Modulation

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

تضمين الطور	PM: Phase Modulation
تضمين المطال	Amplitude Modulation: AM
تطوير أساليب العمل وصيانتها	Develop and maintain procedures
تطوير الأنظمة وتوثيقها	Develop and accredit systems
التعدد	Multiplexing
تعدد النفاذ بمراقبة الإشارة مع كشف التصادم.	CSMA-CD
تعدد تقسيم الزمن	TDM: Time Division Multiplexing
تعديل إزاحة التردد	FSK: Frequency Shift Keying
تعديل إزاحة الطور	PSK: Phase Shift Keying
تعريف بالحلول الدينامية	Identify automated solutions
التعمية (أو التشفير)	Encryption
تفاعلي	Interactive
تقارير التدقيق	Audit reports
تقارير الشبكة	Network reports

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

تقسيم التردد	FDM: Frequency Division Multiplexing:
التقسيم الثابت	Fixed division
التقسيم الديناميكي	Dynamic division
التقسيم الهرمي الرقمي المُتزامن	SDH: Synchronous Digital Hierarchy
تقنية المعلومات والاتصالات	ICT: Information and Communication Technology
تقييم الأمن	Security evaluation
تكامل	Integration
تنبيه	Alert
التهديدات	Threats
توبولوجيا الشبكة (توصيلها)	Network topology
توصيات إدارة الأمن	Security management standards
التوصيلات البينية المعيارية	SI: Standard Interfaces
التوصيلات الهيكلية	Structured cabling

ج

الجاهزية	Availability
جدول التوجيه	Routing Table
الجريان المالي	Cash flow
الجريان المالي التراكمي	Accumulated cash flow
جزء زمني	Time slot
جسر الربط	Bridge

ح

الحركة	Traffic
الحكومة الإلكترونية	e-Government
حمل الحركة	Traffic load
حمل الحركة المرفوض	Rejected traffic load
الحمل المخدوم	Carried (serviced) traffic

حوكمة	Governance
حياة الشبكة	Network life
الحياة المُتعادلة	Even Life

خ

الخصوصية	Privacy
الخطة التنفيذية الرئيسة	Master plan
الخطط التنفيذية	Implementation plans
خطط تطوير	Development plans
خطط فنية	Technical plans
خطوط الاتصالات الرقمية (الخاصة بالمشترك)	ADSL
الخطوط المؤجرة	Leased lines
خلوي	Cellular

د

دورة حياة الشبكة	Network lifecycle

ر

رأس الرسالة	Header
الربط بين الشبكات	Network inter-connectivity
رزم	Packets

س

ساعة المشغولية	Busy Hour: BH
سجلات الشبكة	Network records
سرية البيانات	Data confidentiality
سلامة البيانات	Data integrity
سياسة أمن المعلومات	Information security policy

ش

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

شبكات الاتصالات	Communication networks
شبكات التخزين والإرسال	Store-and-Forward Networks
الشبكات الشخصية	Bluetooth
الشبكات المحلية اللاسلكية	WLAN: Wireless LANs
شبكات المدن	MAN: Metropolitan Area Network
الشبكات الهاتفية	Telephone networks
شبكات واسعة	WAN: Wide Area Network
شبكة اتصالات البيانات	DCN: Data Communications Network
شبكة افتراضية خاصة	VPN: Virtual Private Network
شبكة الاتصال الفرعية	Communications sub-network
شبكة الإيثرنت	Ethernet
الشبكة البصرية المُتزامنة	SONET: Synchronous Optical Network
شبكة العامود الفقري	Backbone network

شبكة محلية	LAN: Local Area Networks

ص

الصيانة الوقائية	Preventive maintenance

ض

ضجيج ، ضوضاء	Noise
الضجيج الحراري	Thermal noise
الضجيج النبضي	Impulse noise

ط

طبقات الأمن	Security layers
طبقة التقديم	Presentation
طبقة التوصيل	Data-Link layer
طبقة الجلسة	Session layer
الطبقة المادية	Physical layer

طبقة المواءمة	Adaptation
طبقة النقل	Transportation layer
طلب عروض	RFP: Request For Proposals
الطلب على الاستخدام	Use demand
الطلب على الشبكات	Demands placed on networks
الطلب على النفاذ	Access demands
الطيـف	Spectrum

ع

عدم الإنكار	Non-repudiation
عرض النطاق	Bandwidth
عشوائية	Randomness
العمر الأمثل	Optimum life
عنونة	Addressing

العنونة المحددة أو الثابتة	Flat addressing
العنونة الهرمية	Hierarchical addressing
عوامل الضعف	Vulnerabilities

غ

غير المرتبط بالوصلة	Connectionless
غير تفاعلي	Non-interactive

ف

فترة البتة	Bit interval
فرص التطوير الجديدة	New development opportunity

ق

قاعدة معلومات الإدارة	MIB: Management Information Base
قطاع الاتصالات اللاسلكية	ITU Radio-communication Sector
قطاع التقييس و التوصيات المعيارية	ITU Standardization Sector

قطاع تطوير الاتصالات	ITU-D: ITU Development Sector
القفزات	Hops
قناة اتصال خالية من الضجيج	Noiseless channel
قناة الاتصال	Communication channel
القناة البسطة (تُرسل باتجاه واحد فقط)	Simplex channel
القناة المُشتركة للتشوير	Common Channel Signaling: CCS
قناة مزدوجة (تُرسل باتجاهين في وقت واحد)	Full duplex channel
قناة نصف مزدوجة (تُرسل باتجاهين ولكن ليس في وقت واحد)	Half duplex channel

ك

كشف وتصحيح الأخطاء	Error detection and correction
الكفاءة	Efficiency
الكفاءة الاقتصادية	Economic efficiency

ل

لغة الإدارة المُشتركة	CML: Common Management Language

م

مُتطلبات عمل المؤسسة	Business perspective
متوسط الزمن بين عطل والعطل الذي يليه	MTBF: Mean Time Between Failures
متوسط زمن إصلاح العطل الواحد	MTTR: Mean Time To Repair
مجالات الأمن	Security plane
محاور الأمن	Security dimensions
مُراقبة أداء الشبكة	Monitoring network performance
مُراقبة الإجراءات	Monitor the processes
مراقبة وجود أو عدم وجود إشارة على القناة	Carrier sense
المُراقمة	Dialing
مراكز خدمات الشبكة	Hosts /Servers

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

المرتبط بالوصلة	Connection oriented
المرسل	Transmitter
مركز بحوث أنظمة المعلومات	Center for Information Systems Research: CISR
مُستخدمو الشبكة	Network users
مستوى إدارة عنصر من النظام	EMS level: Element Management System level
المسؤولون عن الشبكة	Network staff
المصادر	Resources
مضخمات	Amplifiers
المُعالجة	Processing
معايير حُكم تقنيات المعلومات	Information Technology (IT) Governance
معدل البيانات	Bit rate
المعلوماتية المُعولمة	Global Informatics
معهداً حُكم تقنيات المعلومات	ITGI: Information Technology Governance Institute

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

معيار التراسل	Transmission protocol
المقاسم الدولية	International exchanges
المقاسم المحلية	Local exchanges
مُقدمو الخدمة	Service providers
مكتب التجارة الحكومية	OGC: Office of Government Commerce
مكتب الخدمة	Service desk
مكتب الشكاوى	Help desk
مكتبة البنية الأساسية لتقنيات المعلومات: "أيتل"	ITIL: Information Technology Infrastructure Library
مكررات	Repeaters
المكونات البرمجية	Software components
المكونات المادية	Hardware components
مُنظمة / تنظيم	Organization

المنظمة الدولية للمواصفات المعيارية	ISO: International Standards Organization
الموجات الميكروية (الميكرويف)	Microwave
موجه (جاز التوجيه)	Router

ن

النطاق الأساس	Baseband
النطاق العريض	Broadband
نظام إدارة الشبكة المتكامل	INMS: Integrated Network Management System
النظام الاحتياطي للمعلومات والبرمجيات	Back-up: software & information
نظام التشوير السابع	SS7: Signaling System 7
نظام تشغيل الشبكة	Network operating system
نظام شبكة إدارة الاتصالات	TMN: Telecommunications Management Network
نظم إدارة الشبكة	Network management system
نقاط طرفية	Terminal node

نقطة اتصال	Communications node

هـ

هندسة الاتصالات	Communications engineering
هندسة الشبكات	Networks engineering
الهيكل الخماسي (الاستراتيجية، التقنية، التنظيم، الإنسان، البيئة)	STOPE
هيئة التحكم بنظم المعلومات وتدقيقها	ISACA: Information Systems Audit and Control Association
الهيئة الدولية للتقنيات الكهربائية	IEC: International Electro-technical Commission

و

وثائق إدارة الشبكات	Network management documents
وثوقية	Reliability
وثيقة السياسة	Policy document
وحدة دعم الخدمة	Service support unit

ثبت المصطلحات: عربي-إنجليزي

الوسائط المتعددة	Multimedia
وسائط النقل	Transmission media
وسائل الأمن	Security techniques