

# المدخل إلى تقنيات الاتصال

## د. جورج لطيف سيدهم

جامعة الجميع الذكية

### DGM 113

### Lecture 6:

النظام التماثلي والنظام الرقمي  
Analog & Digital Systems



جامعة الجميع الذكية  
EVERYONE'S SMART UNIVERSITY

- النظام التماثلي
- النظام الرقمي
- مقارنة بين النظام التماثلي والرقمي

كلنا نسمع ونرى التغير المستمر في أمور حياتنا، نشاهد التطور اليومي في الأجهزة والأدوات التي نستعملها، ويصاحب هذا التطور دائماً بعض التعبيرات التقنية، والتي من كثرة تردادها شبه اليومي، أصبحت تكاد أن تكون على لسان كل فرد، حتى وإن كان هذا الفرد ممن لم يتلقون الحد الأدنى من المعلومات عن هذه التعبيرات. إن من أهم تلك التعبيرات التي دخلت حياتنا كلمة "رقمي". كما أن البعض يفضل الإبقاء على اسمها الأجنبي وهو ديجيتال. نحاول هنا مناقشة هذا الموضوع، والذي هو في الواقع مفتاح وركيزة التقدم العلمي خلال القرن القادم، والذي فتح آفاقاً كان من الصعب على الإنسان التعرف عليها أو القيام بها.





جامعة الجميع الذكية  
EVERYONE'S SMART UNIVERSITY



النظام التماثلي

الواقع أنه سواء لاحظت أو لم تلاحظ، فإن حياتنا تكاد تتحول إلى حياة رقمية، كل ما نستعمله الآن تتحكم به الأرقام. التلفون الرقمي والراديو الرقمي والستلايت الرقمي، أقسام التحكم بالطائرات والمصانع والاتصالات وغيرها وغيرها. وحتى الأجهزة المنزلية كالميكروويف والغسالة وفرن الغاز والتلفزيون وغيرها، كلها ذهبت لهذا الطريق. حتى البشر هنا في الغرب "وقريبا في الشرق"، أخذ كل منهم رقما. ضع هذا الرقم في كمبيوتر معين لتعرف كل شيء. لن يوجد شيء تقريبا كان مستعملا في السابق إلا وسيكون له بديل رقمي في المستقبل. إذن ماذا كانت التقنية التي كنا نستعملها سابقا؟ الجواب هو أنها كانت تقنية التماثلية أو الأنالوج.



تشير الى الطريقة التي يتم فيها تقديم كمية من بيانات أو معلومات أو اشارات يمكن أن تتفاوت على أي مدى من القيم باستمرار، وذلك على خلاف التقنية الرقمية التي إذا قدمت فيها تلك الكمية على أي مدى، فإنها تكون متساوية دائماً ولا تتفاوت. يمكن إعتبار معلومات الأنالوج بأنها تلك المعلومات ذات الشكل الطبيعي الذي لم يتم معالجته. ولهذا يمكن عند التفكير بالطبيعة أن نعتبرها أنالوج، حيث تكون فيها المعلومات عبارة عن كميات مادية متماثلة ومتتالية ومستمرة ويمكن لقيمتها أن تتغير، مثل الحرارة أو التيار أو الفولت أو السرعة أو الصوت.



## Lecture 5

## النظام التماثلي Analog



خذ مثلا الصوت، أنت إذا تكلمت بصوت ولنفترض أنه مرتفعا، فإن الشخص القريب منك سيسمعه بشكل عال، أما الشخص الأبعد قليلا فسيسمعه أقل علوا، ولكن الشخص البعيد نسبيا، فسيسمعه بشكل ضعيف. إن الطريقة التي تعامل فيها الصوت هنا نطلق عليها "أنالوج" أو تماثلية، حيث أن ارتفاع الصوت يتماثل في المراحل المتجاورة، ولكنه لا يتطابق تماما فيها بسبب أنه يقل تدريجيا. إن مثال الصوت يمكن أن يشبه أمثلة أخرى كالحرارة أو السرعة أو غيرها.



## Lecture 5

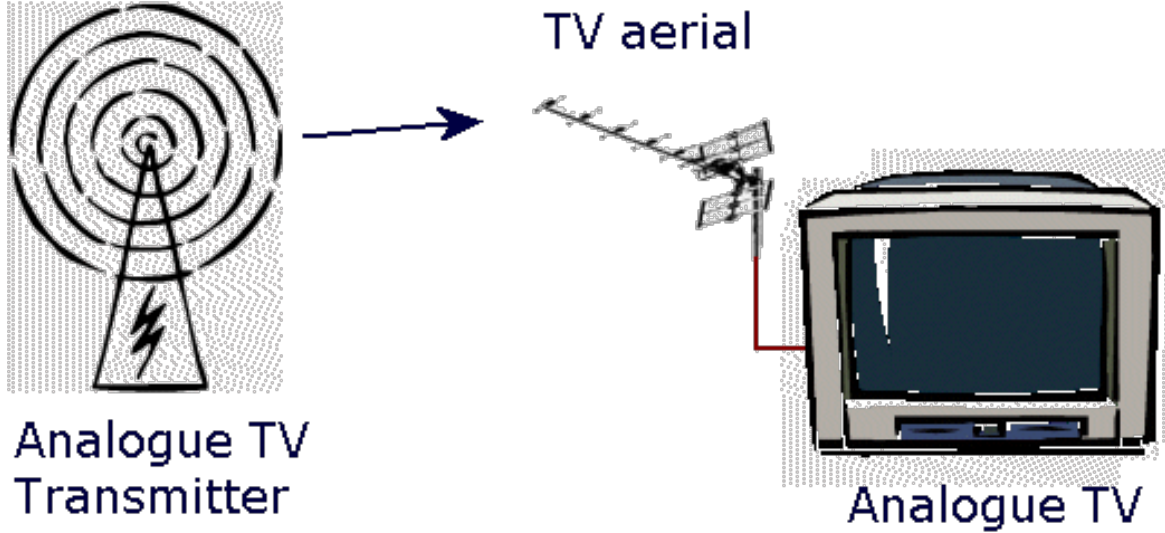
## النظام التماثلي Analog



من الأمثلة المشهورة التي كثيرا ما يتساءل البعض عن تفسير لها، هو ما يحدث عندما نقوم بعمل نسخة بجهاز الفيديو، إن النسخة تكون دوما ذات جودة أقل من الأصل، ويسوء الأمر أكثر عندما تقوم بعمل نسخة جديدة عن الشريط المنسوخ وهكذا. السبب هو أن التقنية المستخدمة في هذا العمل هي تقنية الأنالوج التي تتأثر بالعوامل المختلفة. ففي المثال الأول الخاص بالصوت نجد أن العوائق في طريق الصوت وهو الهواء هنا، كان سببا في التدهور التدريجي لشدة الصوت. كما أن مقاومة التوصيلات المختلفة داخل الفيديو ونوعية الشريط وشدة أو انخفاض التيار الكهربائي وغيره كان سبب تدهور جودة التسجيل في مثال الفيديو، وهكذا.

## Lecture 5

## النظام التماثلي Analog

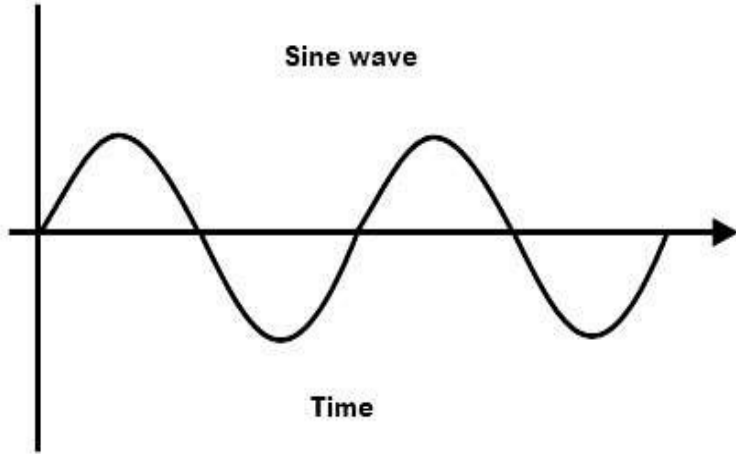


تستخدم تقنية الأنالوج في الإرسال الإلكتروني الذي يتم فيه إنتاج ترددات متغيرة من أجل إنتاج تغير في التيار الإلكتروني ومغناطيسي. يحدث هذا في الإرسال الإذاعي والتلفزيوني منذ أن بدأ وحتى الآن، حيث بدأت تقنية الديجيتال محلها بالتدريج. إن أي تقنية تتضمن تغيراً أو عدم الثبات أو التباين أو التغير المستمر هي تقنية أنالوج

## Lecture 5

## الإشارة التماثلية Analog Signal

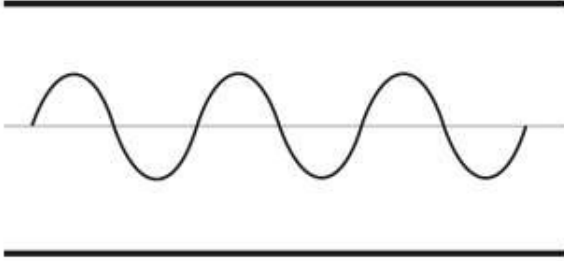
- الإشارة التماثلية هي موجة مستمرة تتغير بسلاسة مع مرور الوقت.
- يمكن أن يكون للإشارة التناظرية عدد لا حصر له من القيم وتختلف بشكل مستمر مع مرور الوقت.
- عادة ما يتم تمثيل إشارة تمثيلية بواسطة موجة جيبية.
- تتكون كل دورة من قوس واحد فوق محور الزمن متبوعاً بقوس واحد أسفل محور الزمن.
- مثال على الإشارة التماثلية هو الصوت البشري. عندما نتحدث، نستخدم الهواء طاقة في شكل إشارة تناظرية. ويمكن أن تكون الإشارة الكهربائية من شريط الصوت أيضاً في شكل تماثلي



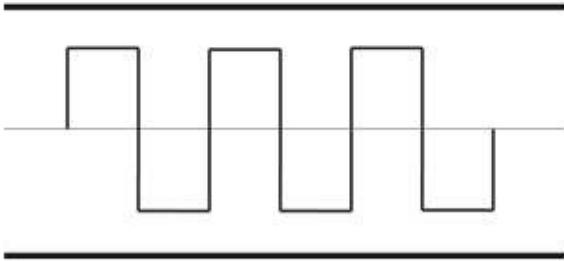
تنتقل البيانات كإشارة كهربائية.

- يتم تمثيل الإشارة الكهربائية في شكل فرق الجهد مع مرور الوقت.
- يحدث التغيير عندما يبدأ الجهد عند الصفر ويزداد حتى يصل إلى ذروته، ثم تراجع الإشارة إلى أدنى مستوى لها.
- في الكمبيوتر، نرسل معلومات على الكمبيوتر، قد تكون هذه المعلومات في شكل بيانات أو صوت أو صور أو غير ذلك.
- من أجل نقل هذه المعلومات عبر الشبكة، يجب أن تكون في شكل الإشارات الكهربائية ومغناطيسية.
- لذلك في الكمبيوتر، تتدفق المعلومات داخل الجهاز في شكل إشارة عبر وسائط النقل.

SINE WAVE



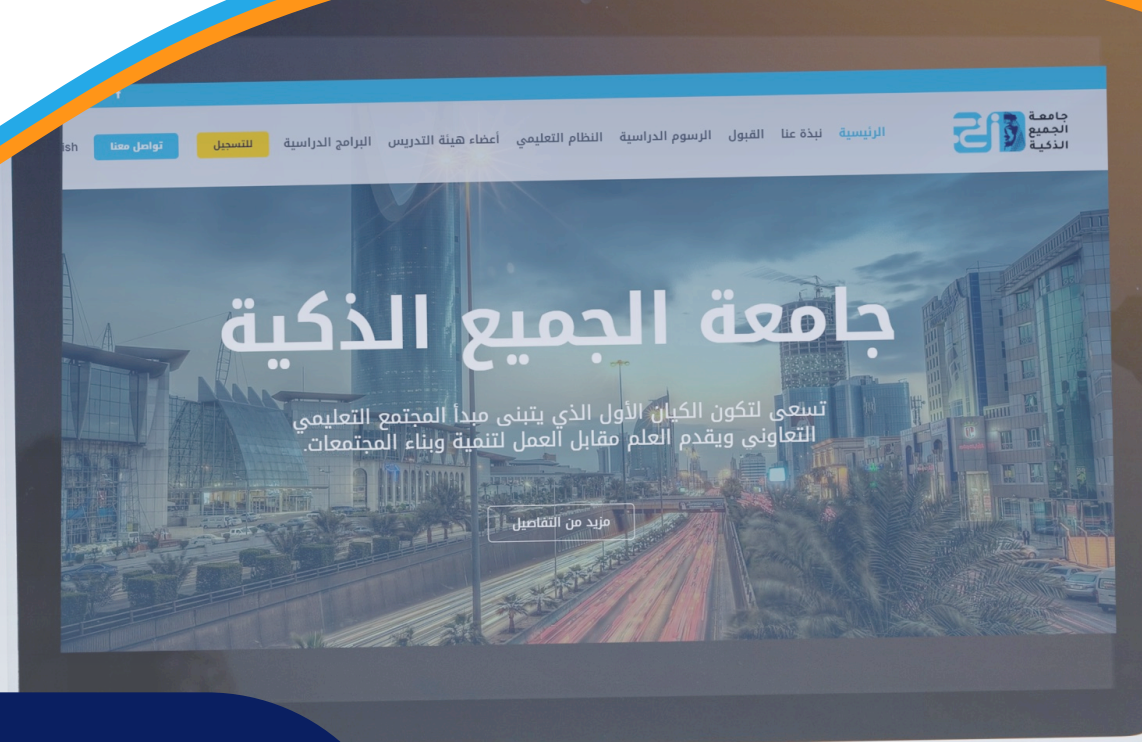
SQUARE WAVE



- يمكن أن تكون هذه الإشارة في شكل تماثلي أو رقمي.
- عندما يتم إرسال البيانات من المدخلات input devices إلى داخل الكمبيوتر، فإنها ترسل إشارة متغيرة الجهد.
- يسمى النمط الذي تصنعه الإشارة شكل موجة.
- نوعان من الأشكال الموجية هما موجات جيبية وموجات مربعة.



جامعة الجميع الذكية  
EVERYONE'S SMART UNIVERSITY



النظام الرقمي

## Lecture 5

## النظام الرقمي Digital System

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

- التكنولوجيا الرقمية سهلة الفهم، فهي عبارة عن اختزال المعلومات الخاصة بشيء ما كالنصوص أو الصور أو الصوت أو الضوء أو أي معلومات أخرى إلى رموز ثنائية. هذه الرموز الثنائية تتكون من سلسلة من رقم "الصفر" ورقم "واحد" . ولأن معلومات الديجيتال (المعلومات الرقمية) تتكون من رقمي 1 و 0، لذا من السهل المحافظة على المعلومات نظيفة كما في حالتها الأصلية.

- تكنولوجيا الديجيتال تجعل المعلومات أكثر سهولة وأكثر دقة عند معالجتها. ولو عدنا لمثال شريط الفيديو الذي ترغب في نسخة، ولكن نفترض الآن أن النسخ يتم بجهاز تسجيل فيديو يستخدم طريقة الديجيتال. في البداية يقوم جهاز التسجيل بنقل المعلومات الضوئية الناجمة عن مكونات كل كادر يتكون منها التسجيل إلى شريط التسجيل كمعلومات رقمية. أي تتكون من سلاسل من رقمي (0 و1). الآن لو أخذت هذا الشريط، وعملت منه نسخة (لنطلق عليها كلمة جيل) ومن كل نسخة (جيل) عملت منها جيل تالي وهكذا. إن الجيل رقم مئة أو أكثر سيتكون من نفس سلاسل الأرقام، أي المعلومات الرقمية، وبالتالي نستطيع المحافظة على الجودة.



- الديجيتال في الواقع تتضمن قيمة يتم تمثيلها بواسطة مجموعة من الخطوات المنفصلة والمحددة. لتوضيح ذلك نضرب مثالا: عندما تقوم برسم محيط دائرة، فأنت عادة ترسمه بالطريقة المعروفة والمعتادة. إن هذه الطريقة يمكن أن تطلق عليها أنالوج. بينما لو قمت بتجزئة المحيط إلى خطوط مستقيمة متناهية الصغر ومتساوية، وبجانب بعضها البعض، فإنك في الحقيقة ترسم المحيط أيضا. يمكنك أن تطلق على الطريقة الثانية "ديجيتال" أو الطريقة الرقمية. وإذا طبقنا نفس ذلك على أشياء أخرى كالصوت، نصل لنفس المفهوم

- لنأخذ صوت سيارة تقترب. ففي البداية نسمع صوت السيارة الخافت عندما كانت بعيدة، ثم يزداد ارتفاع الصوت تدريجيا حتى يصل لأقصاه عند وصول السيارة لأقرب نقطة منا، ويبدأ الصوت بعدها بالانخفاض التدريجي حتى ينتهي. لو قمنا باستخدام مسجلين لتسجيل هذا الصوت أحدها مسجل يعمل بتكنولوجيا الأنالوج والآخر بتكنولوجيا الديجيتال فكيف تتم العملية. في الواقع أن المبدأ الذي طبق على مثالنا وهو محيط الدائرة ينطبق أيضا على أي شيء آخر. وفي حالة الصوت فإن التسجيل التماثلي "الأنالوج" أو المعتاد الذي يتعامل به معظمنا الآن، ينتج بسبب أن الذبذبات الصوتية الناجمة عن صوت السيارة تقوم داخل الميكروفون بتوليد إشارات الكترونية تختلف في قوتها حسب شدة تلك الذبذبات،



- وهذه الإشارات تصل في النهاية إلى رأس المسجل الذي يمر عليه شريط التسجيل ويؤثر على المواد القابلة للمغنطة والموزعة على شريط التسجيل. وبالتالي تتوزع المواد القابلة للمغنطة على الشريط بشكل يتناسب مع مع شدة الصوت. وعند لعب هذا الشريط على الجهاز، فإنه ينتج صوتا كان توزيع المواد الممغنطة قد حددته. أما بالنسبة للتسجيل بالطريقة الرقمية، فإن الصوت يتم تقسيمه إلى مراحل متناهية الصغر، ثم تتحول كل من تلك المراحل إلى معلومات بشكل أرقام هي سلاسل من رقمي الصفر والواحد، وهذه الأرقام تترجم ثانية إلى صوت عند لعبها على الجهاز.

- البعض يعتبر أن التمثيل الرقمي للصوت والصورة وغيرها، يمكن أن يكون أكثر دقة، والبعض يعتبر أن ترجمها من الأنالوج إلى الديجيتال يسبب بعض الفقد في حقيقتها الأصلية. ولكن الجميع متفقين على أنه إذا تمت هذه العملية بشكل جيد فإن الديجيتال أفضل، وخاصة على المدى البعيد. أنت تستطيع لعب اسطوانة السي دي مليون مرة، وفي كل مرة تحصل على نفس الجودة الخالية من التشويش، بينما إذا لعبت الشريط العادي كالكاسيت أو لعبت الأسطوانة المعتادة فستقل الجودة بعد فترة من الزمن. كما أنه وكما ذكرنا سابقا فإنه يمكنك أن تحصل باستخدام النظام الرقمي على أجيال من التسجيلات الصوتية أو المرئية بدون فقدان في الجودة، بينما تقل الجودة تدريجيا في كل جيل من التسجيلات باستخدام النظام التماثلي



- وهذا ما كان يعانيه الذين يقومون بعمليات المونتاج لتسجيلات الفيديو من أجل عمل مسلسلات التلفزيون وبرامج الفيديو أو عمل النسخ المتعددة. إن تكنولوجيا الديجيتال تجعل المعلومات أكثر سهولة عند معالجتها بالكمبيوتر، مما يسمح لك بالقيام بإنتاج أعمال ومهمات ومؤثرات صوتية أو ضوئية كان من المستحيل الوصول إليها خلال السنوات القليلة الماضية.

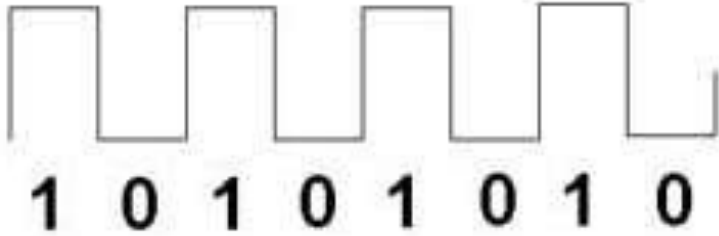


- بدأت استخدامات التقنية الرقمية في أعمال الاتصالات الحديثة والمتقدمة مثل الستلايت وعمليات الإرسال باستخدام الألياف الزجاجية، وتطورت لتشمل نواحي عديدة. ونظرا للحاجة لاستخدام هذه التقنية مع كثير أجهزة الأنالوج التي لا تزال سائدة إلى الآن، فإن هناك أدوات تقوم بتحويلها للتقنية التماثلية. في الكمبيوتر يقوم المودم بهذا العمل حيث يحول المعلومات الرقمية الموجودة بالكمبيوتر إلى معلومات تماثلية حتى تصلح للعمل مع الخطوط التلفونية، كما تحول المعلومات التماثلية الآتية من خطوط التلفون إلى معلومات رقمية تصلح للتعامل مع الكمبيوتر



## الإشارة الرقمية:

digital



- الإشارة الرقمية هي شكل منفصل.
- يمكن أن يكون لها فقط عدد محدود من القيم المحددة مثل 1 و 0.
- يتم إرسال إشارة رقمية من قيمة إلى قيمة أخرى بشكل فوري.
- يتم تمثيل الإشارات الرقمية بموجة مربعة.
- في الإشارات الرقمية ، يتم تمثيل 1 من خلال وجود جهد موجب ويتم تمثيل 0 بعدم وجود جهد أو جهد صفري.
- جميع الإشارات الناتجة عن أجهزة الكمبيوتر والأجهزة الرقمية الأخرى رقمية بطبيعتها.



- التحكم الأنالوجي أو التماثلي يعني تغيير القيم بخطوات غير مميزة أو منفصلة تماما. أما في التحكم الرقمي فإنه يمكنك أن تضبط المستوى الى قيم مميزة. في بعض الحالات مثل ضبط إرتفاع الصوت في التلفزيون فان الضبط الأنالوجي افضل بل لا تصلح هنا طريقة الضبط الرقمية، حيث يكون الضبط عال جدا مرة في إحداها ومرة أخرى منخفض جدا، ولا يكون هناك ضبط بينهما. ولكن من ناحية أخرى فعند ضبط القنوات تكون الطريقة الرقمية أفضل للحاجة إلى قيم محددة وثابتة، فأنت لا تحتاج إلى شيء يكون بين القنوات 5 و 6 مثلا.



التحكم الرقمي في الأجهزة لا يسبب أي تغير فيزيائي مباشر فيها، ولكن يقوم فقط بإرسال إشارة يمكن للمعالج أن يفهمها ثم يقوم بالتغيير. ومثال رفع الصوت أو تغيير القنوات أو غيرها بالتلفزيون باستخدام كل من التحكم الأناطوجي والتحكم الرقمي يؤكد ذلك.

الجهاز الذي يحسب الكميات الأناطوج يمكن أن يوصف بأنه كمبيوتر أو حاسب انالوج. مثال ذلك الثيرموميتتر وهو جهاز قياس الحرارة أو الفولتميتتر جهاز قياس فرق الجهد او الفولتية في التيار الكهربائي.



كيف يتم تمثيل الإشارات الرقمية كحجم على الكمبيوتر؟

- يتم تقديم البيانات في شكل أصفار وآحاد
- Bit واحد = 0 أو 1
- 1 Byte = 8 Bit على سبيل المثال: إذا أردنا كتابة الحرف A
- يتم تمثيله كرمز مكون من 8 أرقام 0,1,1,1,0,1,0,1
- لذلك يتم تحويل هذا الرمز إلى داخل الكمبيوتر وتتم معالجته وإعادة تنسيقه لعرض الحرف A على الشاشة.
- كلما زادت وحدات Bit و Byte داخل الكمبيوتر، زاد حجم الملف.



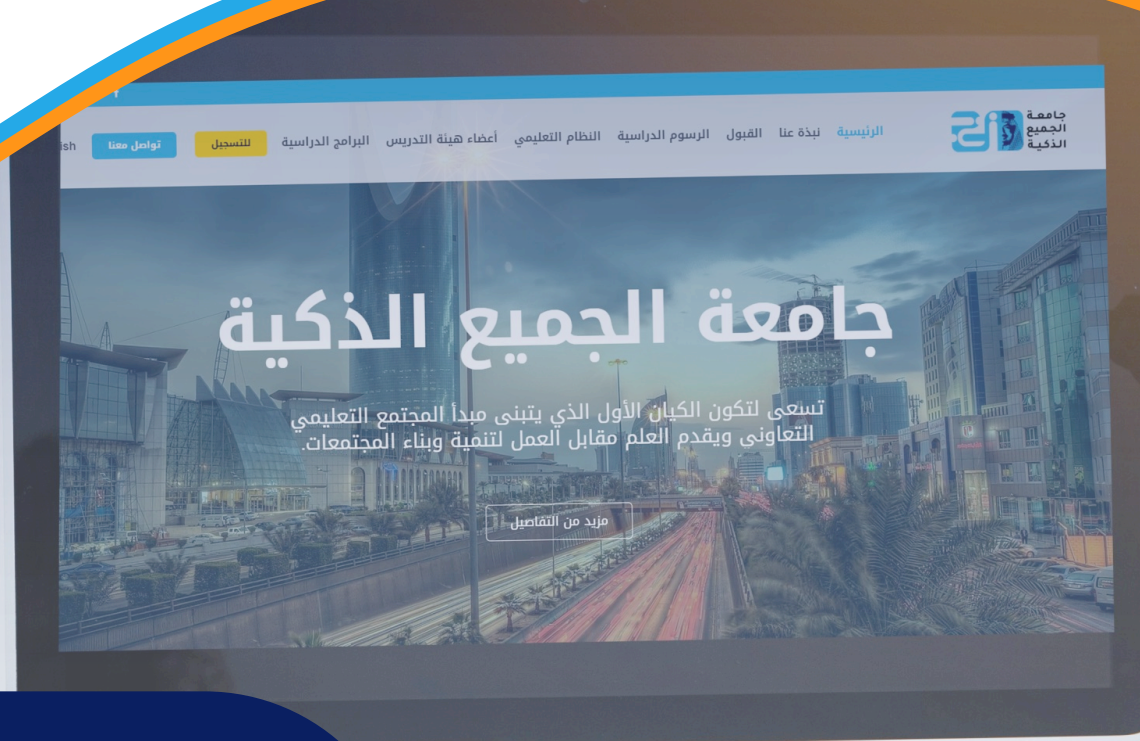
كيف يتم تمثيل الإشارات الرقمية بحجم على القرص الصلب للكمبيوتر؟

- Bit = 0 or 1
- 1 byte = 8 bits
- 1024 Byte = 1 Kilobyte (KB)
- 1024 Kb = 1 Megabyte (MB)
- 1024 Mb = 1 GigaByte (GB)
- 1024 GB = 1 TeraByte (TB)





جامعة الجميع الذكية  
EVERYONE'S SMART UNIVERSITY



الفروق بين النظام التماثلي والرقمي

من حيث التكلفة:

تكلفة الأجهزة والمنتجات التماثلية عالية جدا  
تكلفة المنتجات الرقمية منخفضة التكلفة.

من حيث الخامات:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: تحتاج لخامات كثيرة على تحصل  
على منتج نهائي واحد  
الأجهزة والمنتجات الرقمية: تحتاج أقل خامات ممكنة وتحصل  
منها على كل النتائج التي تريدها.



من حيث التخزين:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: تحتاج لمكان كبير للتخزين  
الأجهزة والمنتجات الرقمية: يمكنك وضع كثير من البيانات  
والمعلومات على شرائح صغيرة جدا في حجم كف اليد .



من حيث مدة الصلاحية:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: لا يمكن أن تبقىها معرضة للهواء مدة طويلة لأنها سريعة التلف

الأجهزة والمنتجات الرقمية: يمكن للبيانات أن تبقى عليها دائماً بدون أن تتلف، كما يمكن حالياً الاستغناء عن الأجهزة تماماً ورفع كل ما تريد على التخزين السحابي



من حيث القابلية للتعديل:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: صعوبة جدا في التعديل

الأجهزة والمنتجات الرقمية: يمكن التعديل بكل سهولة



من حيث تاريخها:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: تكنولوجيا قديمة قبل ظهور الكمبيوتر  
الأجهزة والمنتجات الرقمية: تكنولوجيا حديثة بعد ظهور الكمبيوتر



من حيث الصيانة:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: مكلفة جداً  
الأجهزة والمنتجات الرقمية: قليلة التكلفة



من حيث الصيانة:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: مكلفة جداً  
الأجهزة والمنتجات الرقمية: قليلة التكلفة



من حيث الكفاءة والدقة:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: لا تعمل بكفاءة عالية

الأجهزة والمنتجات الرقمية: دقيقة وتعمل بكفاءة عالية جداً



من حيث القدرة على النقل:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: يصعب نقلها أو تتبعها

الأجهزة والمنتجات الرقمية: يسهل نقلها وتتبعها في أي مكان



من حيث القدرة على التجدد Updates:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: لا يمكن ترقية الجهاز نفسه

الأجهزة والمنتجات الرقمية: يمكن ترقية نفس الجهاز وتزويده بإمكانات أعلى.



من حيث القدرة على الدمج integration:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: يصعب دمج الصوت والصورة والفيديو معاً  
الأجهزة والمنتجات الرقمية: دمج عناصر الوسائط المتعددة في منتهى  
السهولة.



من حيث التشويش:

الأجهزة والمنتجات التماثلية: معرضة بشدة للتشويش  
الأجهزة والمنتجات الرقمية: التشويش يكاد يكون منعدم



تعرفنا في هذه المحاضرة على النظام التماثلي وأمثله المختلفة وتعرفنا أيضاً على النظام الرقمي الذي يعد الطفرة الكبيرة التي حدثت في العالم وغيّرت من وجه العالم ومن كل أجهزته الكهربائية، وأيضاً عرفنا الفروق الأساسية بين النظام التماثلي والنظام الرقمي.



# المدخل إلى تقنيات الاتصال

## د. جورج لطيف سيدهم

جامعة الجميع الذكية

DGM 113  
Lecture 6:

النظام التناظري والنظام الرقمي  
Analog & Digital Systems



جامعة الجميع الذكية  
EVERYONE'S SMART UNIVERSITY