University of Mosul
College of Science
Department of Physics
Second Stage
Lecture 1

Digital Electronics

Lecture 1 : Introduction to Digital electronics

أ.م. يسرى مال الله عبدالله

2024 - 2025

Introduction to Digital Electronics

Digital electronics is a field of electronics that deals with digital signals and the engineering of devices that use or produce them. Unlike analog electronics, which work with continuous signals, digital electronics operate on discrete values, typically represented as binary digits (bits): 0 and 1. These binary values correspond to two voltage levels in electronic circuits, such as 0V for "0" and 5V for "1."

إن الكلمة رقمي (digital) مستنتجة من الطريقة التي يؤدي بها جهاز الحاسب عملياته، عن طريق عد الأرقام (Counting Digits). لسنوات عديدة كانت تطبيقات الإلكترونيات الرقمية تستخدم في أنظمة الحاسب، أما اليوم فإن التقنية الرقمية مطبقة في مجال واسع من التطبيقات بالإضافة إلى الحاسب.

من هذه التطبيقات أجهزة التلفاز، الهواتف ونظم الإتصالات، الرادار، النظم العسكرية، نظم التوجيه، الأجهزة الطبية، التحكم بالعمليات الصناعية وغيرها. التقنية الرقمية تم تطويرها من الدوائر التي تستخدم الصممات المفرغة إلى الترانزستورات المنفصلة (Discrete Transistors) إلى الدوائر المتكاملة المعقدة، والتي يحتوي بعضها على ملايين من الترانزستور.

Digital and Analog Quantities

الدوائر الالكترونية يمكن تقسيمها إلى نوعين رئيسيين:

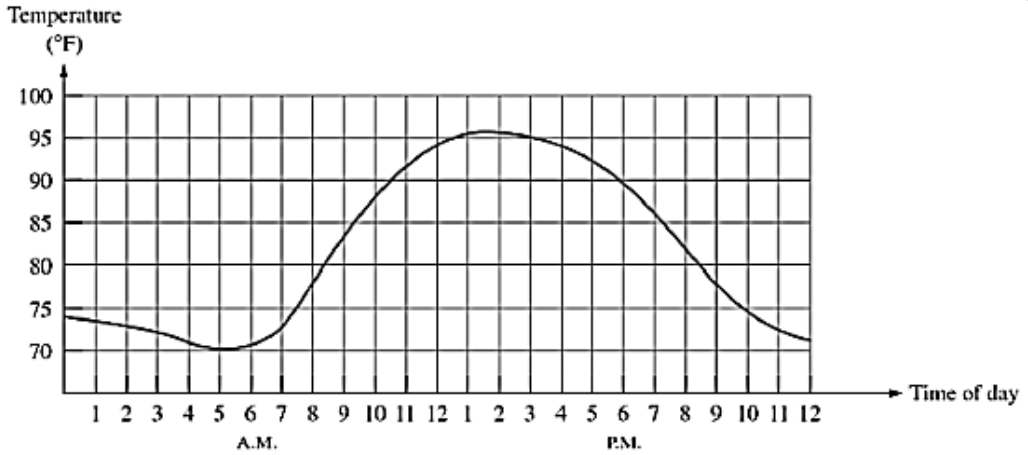
- الدوائر الإلكترونية التماثلية Analog Circuits .
- الدوائر الإلكترونية الرقمية Digital Circuits .

الإلكترونيات الرقمية تتضمن الكميات مع قيم متقطعة (Discrete Values)، والإلكترونيات التماثلية تتضمن الكميات مع قيم متصلة أو مستمرة (Continuous Values). وبرغم أننا سوف ندرس في هذا الكتاب الأساسيات الرقمية، ولكن أيضاً يجب معرفة بعض الشيء القليل عن القيم التماثلية لأن العديد من التطبيقات تتطلب النوعين معاً.

- الكمية التماثلية Analog Quantity هي التي لها قيم متصلة ومستمرة.
- الكمية الرقمية Digital Quantity هي التبي لها مجموعة من القيم المتقطعة.

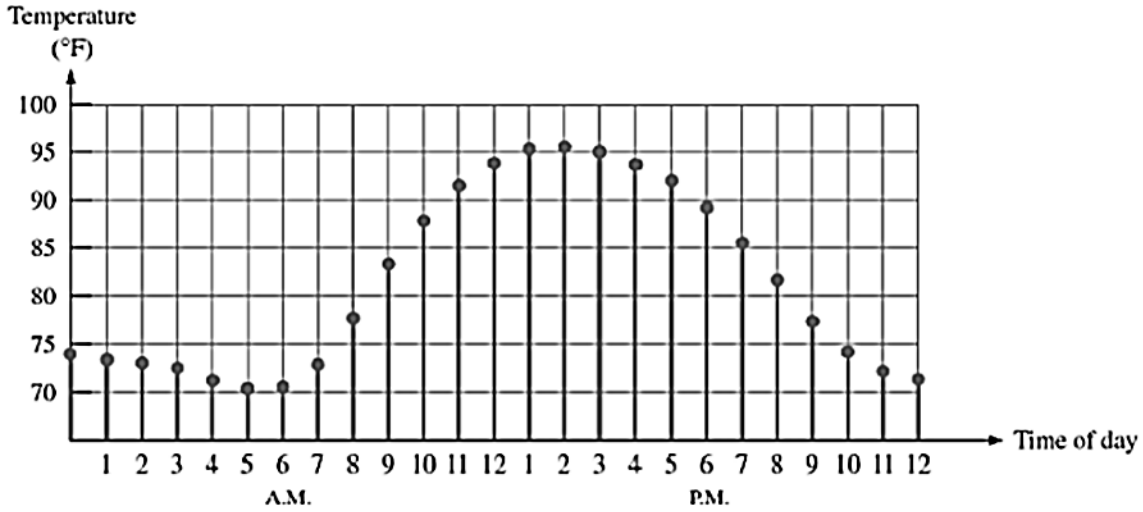
معظم الأشياء التي يمكن قياسها ككمية تظهر في الطبيعة على شكل تماثلي. وكمثال على ذلك، درجة الحرارة للهواء تتغير على مدى متصل من القيم خلال يوم ما، فدرجة الحرارة لن تتغير مثلاً من 70 درجة إلى 71 درجة لحظياً، ولكنها تأخذ بالتدريج القيم المحصورة بين 70 درجة و 71، وهي تمر بجميع القيم الممكنة بين هاتين القيمتين مثل 70.1 و 70.5 وهكذا، أي أن درجة الحرارة تنساب من قيمة إلى قيمة أخرى بحيث أنها لابد أن تأخذ أي قيمة تخطر على بالك في المدى الذي تتغير فيه.

إذا قمنا برسم درجة الحرارة في يوم ما من فصل الصيف، فسوف نحصل على منحني متصل كالموضح بالشكل (1-1)، وهناك أمثلة أخرى عن الكميات التماثلية مثل الوقت، الضغط، المسافة، الصوت.



الشكل (1–1) رسم لكمية تماثلية (درجة الحرارة مع الزمن)

إذا قمنا فقط بأخذ درجة الحرارة مثلاً كل ساعة بدلاً من رسمها بصورة متصلة كما في الشكل (السابق، يكون لدينا عينات
تمثل درجة الحرارة عند نقاط منفصلة من الزمن(كل ساعة) على مدى 24 ساعة كما موضح في الشكل 1-2



الشكل (1–2) قيم العينات من أجل الكمية التماثلية في الشكل (1–1)

بهذه الطريقة نحن ببساطة حولنا الكمية التماثلية إلى شكل يمكن الآن تحويله إلى رقمي بتمثيل كل قيمة عينة حصلنا عليها (Sampled Values) بشفرة رقمية (Digital Code).

بمجرد تحويل الإشارة التماثلية إلى إشارة رقمية، تصبح كل عينة من العينات الموضحة الشكل (1–2) عبارة عن رقم يوضع في العادة في الصورة الثنائية المكونة من واحدات وأصفار.

من المهم معرفة أن الشكل (1–2) ليس تمثيلاً رقمياً للكمية التماثلية.

بالرغم من أن كل الإشارات الطبيعية) درجة الحرارة والصوت والضغط وشدة . الإضاءة وغيرها الكثير (، موجودة في الصورة التماثلية إلا أنه يمكن وضعها في الصورة الرقمية تمهيد أ لإدخالها إلى الحاسب حتى يمكن معالجتها رقميا ، وتخزينها في صورة رقمية على أي وسط من أوساط التخزين

مميزات التمثيل الرقمي The Digital Advantage

يتميز التمثيل الرقمي عن التمثيل التماثلي في التطبيقات الالكترونية بعدة مميزات، مثلا البيانات الرقمية Digital Data يمكن إجراء عمليات عليها، وإرسالها بكفاءة أكثر من البيانات التماثلية، وأيضاً البيانات الرقمية لها مميزة عظيمة عند الحاجة إلى تخزين البيانات، كمثال عند تحويل الموسيقى إلى الشكل الرقمي (CD) يمكن تخزينها على شرائط كاسيت أو على اسطوانات مدمجة Compact Disk ، ويمكن إعادة إنتاجها بدقة كبيرة، عنها لو كانت ممثلة على شكل تماثلي، الضجيج لا يؤثر على البيانات الرقمية، بينما يؤثر بشكل كبير على الإشارات التماثلية

ـ الأرقام الثنائية، المستويات المنطقية والموجات الرقمية

Binary Digits, Logic Levels and Digital Waveforms.

الإلكترونيات الرقمية تتضمن الدوائر والنظم التي لها فقط حالتين فقط، هاتين الحالتين يمكن تمثيلهما بمستويين مختلفين من الجهد: المرتفع (HIGH)، والمنخفض (LOW). ويمكن تمثيل هاتين الحالتين باستخدام مستويات التيار، فتح وغلق المفاتيح، أو بإضاءة أو عدم إضاءة لمبات في النظم الرقمية مثل أجهزة الحاسب، فإن تركيبة من الحالتين تسمى شفرات (Codes) تستخدم لتمثيل الأعداد، الرموز، حروف الهجاء، وغير ذلك من أنواع المعلومات.

النظام العددي المكون من حالتين يسمى بالنظام الثنائي (Binary System). وله رقمين أو رمزين فقط هما 1، 0، الخانة الثنائية أو الرقم الثنائي (Binary Digit)، يسمى بت Bit.

الأرقام الثنائية Binary Digits

الرقمين 1، 0 في النظام الثنائي يطلق عليهم خانات ثنائية Bits. في الدوائر الرقمية هناك مستويان مختلفان للجهد يستخدمان لتمثيل الخانات الثنائية (1، 0). عموماً 1 يمثل الجهد الأعلى والذي سوف نطلق عليه High، 0 يمثل بمستوى الجهد الأقل والذي سوف نطلق عليه LOW. وهذا النوع يسمى بالمنطق الموجب (HIGH=1, LOW=0)، Positive Logic.

- عملية الانتقال من الجهد المنخض إلى الجهد الأعلى تسمى الانتقال الموجب Positive transitions، Positive-going.

هناك نظام آخر والذي فيه 1 يمثل بواسطة LOW، 0 يمثل بواسطة HIGH والذي يطلق عليه المنطق السالب (HIGH=0, LOW=1)، Negative Logic.

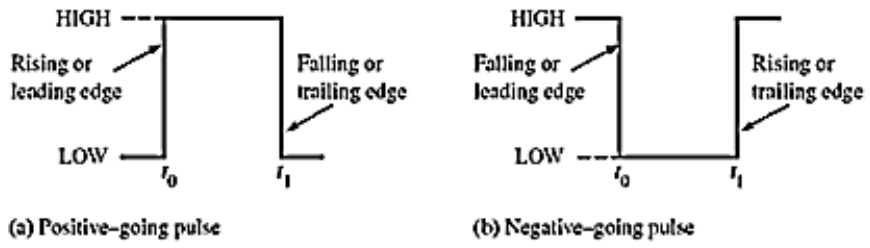
- عملية الانتقال من الجهد الأعلى إلى الجهد المنخض تسمى الانتقال الموجب Negative transitions، Negative -going.

مجموعة من الخانات الثنائية Bits وهي خليط من واحدات وأصفار 1's, 0's تسمى شفرات (Codes) تستخدم لتمثيل الأعداد، الحروف، الرموز، الأوامر أو أي شيء آخر مطلوب في تطبيق ما.

٠. الموجات الرقمية Digital Waveforms

الموجات الرقمية تتكون من مستويات من الجهد تتغير بين المستوى المرتفع (الحالة) HIGH والمستوى المنخفض (الحالة) LOW، الشكل (1-5) (a)، يبين نبضة مفردة موجبة الإتجاه (Positive-going)، والتي يمكن توليدها عندما يكون الجهد (أو التيار) يتحرك من وضعه العادي في المستوى المنخفض LOW إلى المستوى المرتفع HIGH ويعود مرة أخرى إلى المستوى المنخفض LOW.

النبضة المفردة سالبة الإتجاه (Negative-going)، والموضحة في الشكل (1-5) (b)، يتم توليدها عندما يتحرك الجهد (أو التيار) من وضعه العادي في المستوى المرتفع HIGH إلى المستوى المنخفض LOW ويعود مرة أخرى إلى المستوى المرتفع HIGH. عموماً فإن الموجات الرقمية هي عبارة عن سلسلة من النبضات موجبة الاتجاه أو سالبة الاتجاه.



الشكل (1-5) أشكال النبضات المثالية، موجبة Positive-going في (a)، سالبة Negative-going في (b)

الموجات الرقمية التي تحمل المعلومات الثنائية

A Digital Waveform Carries Binary Information

المعلومات الثنائية Binary information التي تعالج في الأنظمة الرقمية تظهر على شكل موجات waveforms تمثل سلسلة من الخانات الثنائية (البتات) Bits، عندما الموجة في حالة مرتفعة HIGH يتم تمثيل القيمة الثنائية " 1 "، وعندما الموجة في حالة منخفضة LOW يتم تمثيل القيمة الثنائية " 0 "، كل خانة ثنائية (بت) في السلسلة تأخذ فترة زمنية محددة تسمى زمن البت bit time.

إشارة نبضات الساعة The Clock

في النظم الرقمية كل أشكال الموجات waveforms تزامن مع شكل موجة زمنية أساسية تدعى إشارة نبضات الساعة The Clock، وهي عبارة عن موجة دورية periodic waveform تكون موجة مربعة Square wave أو قطار من النبضات Pulse Train، الفاصل الزمني بين النبضات (الدورة period) تساوي إلى زمن بت واحد.

Applications of Digital Electronics

- **Computers and Smartphones**: Digital electronics form the backbone of computing devices.
- **Communication Systems**: Digital signals are used in wireless communication, networking, and data transmission.
- **Consumer Electronics**: Devices like TVs, cameras, and gaming consoles rely on digital circuits.
- **Automotive Systems**: Modern vehicles use digital electronics for engine control, infotainment, and safety systems.
- **Industrial Automation**: Digital systems control machinery, robotics, and manufacturing processes.
- **Medical Devices**: Digital electronics enable advanced imaging, diagnostics, and patient monitoring.

Advantages of Digital Electronics

- **Noise Immunity**: Digital signals are less susceptible to noise and distortion compared to analog signals.
- **Ease of Design and Replication**: Digital circuits can be easily designed, replicated, and scaled using software tools.
- **Precision and Accuracy**: Digital systems provide high precision and accuracy in data processing.

- **Integration**: Digital components can be integrated into compact and efficient systems.

مقدمة عن الإلكترونيات الرقمية

الإلكترونيات الرقمية هي مجال إلكتروني يتعامل مع الإشارات الرقمية وهندسة الأجهزة التي تستخدمها أو تنتجها. على عكس الإلكترونيات التناظرية، التي تعمل بإشارات مستمرة، تعمل الإلكترونيات الرقمية على قيم منفصلة، يتم تمثيلها عادةً بأرقام ثنائية (بت): 0 و1. تتوافق هذه القيم الثنائية مع مستويين من الجهد في الدوائر الإلكترونية، مثل 0 فولت لـ "0" و5 فولت لـ "1".

تطبيقات الإلكترونيات الرقمية

أجهزة الكمبيوتر والهواتف الذكية: تشكل الإلكترونيات الرقمية العمود الفقري لأجهزة الحوسبة.
أنظمة الاتصالات: تُستخدم الإشارات الرقمية في الاتصالات اللاسلكية والشبكات ونقل البيانات.
الإلكترونيات الاستهلاكية: تعتمد الأجهزة مثل أجهزة التلفزيون والكاميرات وأجهزة الألعاب على الدوائر الرقمية.
أنظمة السيارات: تستخدم المركبات الحديثة الإلكترونيات الرقمية للتحكم في المحرك وأنظمة المعلومات والترفيه والسلامة.
الأتمتة الصناعية: تتحكم الأنظمة الرقمية في الآلات والروبوتات وعمليات التصنيع.
الأجهزة الطبية: تتيح الإلكترونيات الرقمية التصوير المتقدم والتشخيص ومراقبة المرضى.

مزايا الإلكترونيات الرقمية

مناعة الضوضاء: الإشارات الرقمية أقل عرضة للضوضاء والتشويه مقارنة بالإشارات التناظرية.
سهولة التصميم والتكرار: يمكن تصميم الدوائر الرقمية وتكرارها وتوسيع نطاقها بسهولة باستخدام أدوات البرمجيات.
الدقة والضبط: توفر الأنظمة الرقمية دقة عالية في معالجة البيانات.
التكامل: يمكن دمج المكونات الرقمية في أنظمة مدمجة وفعالة

Questions:.

1.Define analog
2.Define digital
3.Explain the difference between digital and analog quantities
4.State the advantages of digital over analog