

# Lecture 1

## Introduction to Digital Electronics

**Dr. BASSAM ATIEH**

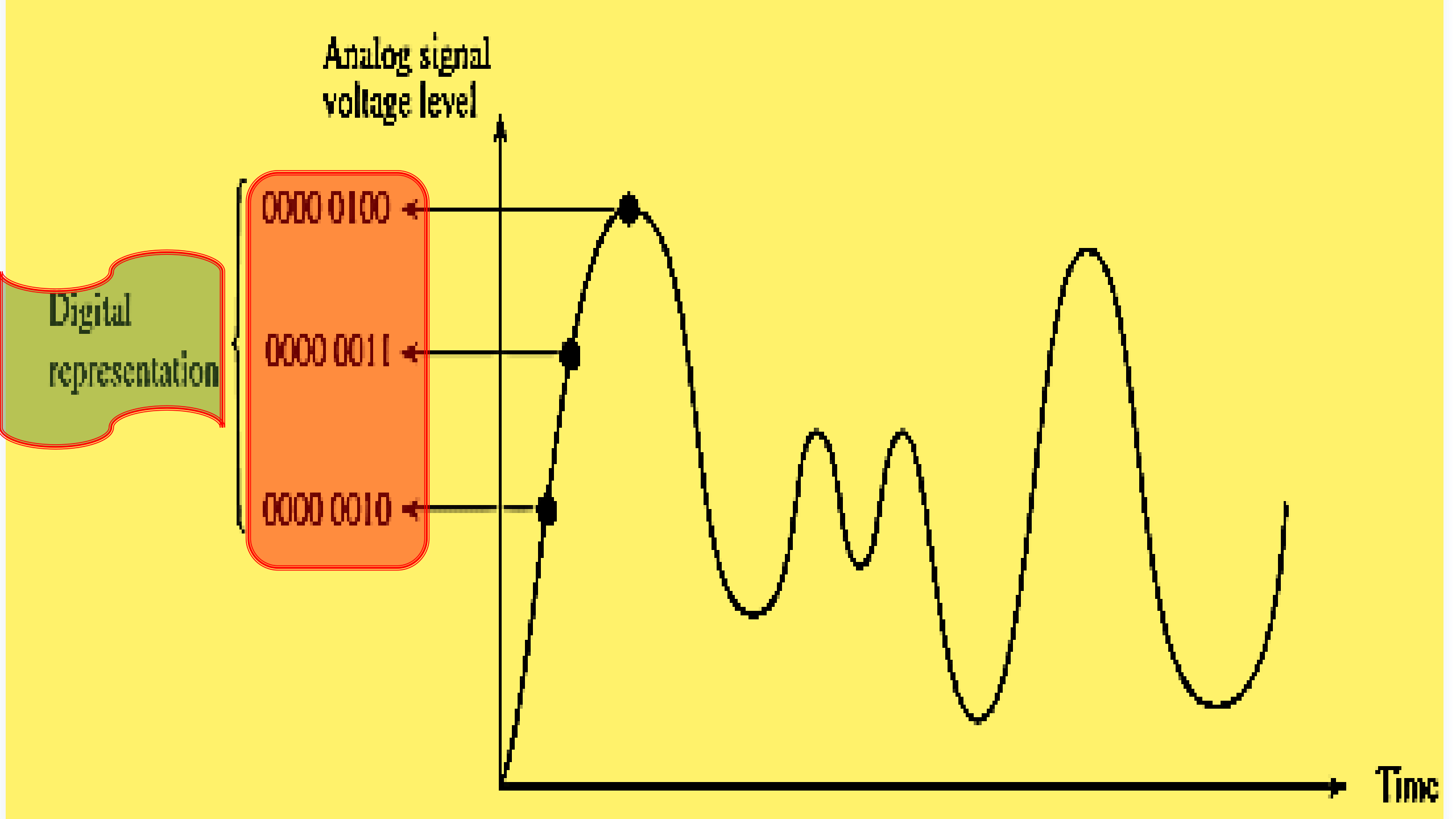
# DIGITAL SYSTEM

A **digital system** is a combination of devices designed to manipulate logical information or physical quantities that are represented in digital form; that is, the quantities can take on only discrete values. These devices are most often electronic, but they can also be mechanical, magnetic, or pneumatic. Some of the more familiar digital systems include digital computers and calculators, digital audio and video equipment, and the telephone .

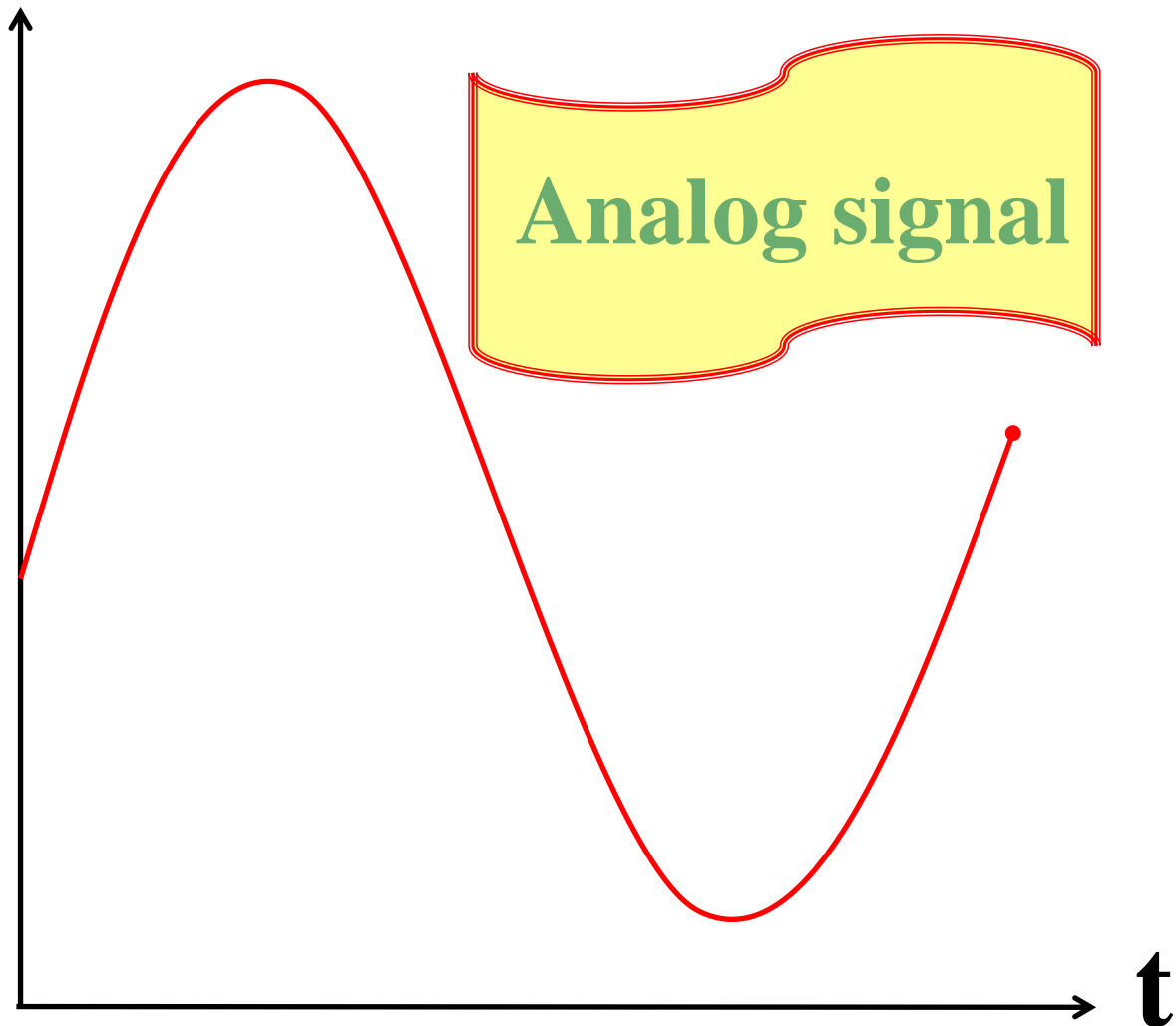
**النظام الرقمي** هو مزيج من الأجهزة المصممة لمعالجة المعلومات المنطقية أو الكميات الفيزيائية التي يتم تمثيلها بشكل رقمي. أي أن الكميات يمكن أن تأخذ على **قيم منفصلة فقط**. هذه الأجهزة هي في معظم الأحيان إلكترونية، ولكن يمكن أيضا أن تكون ميكانيكية ومغناطيسية، أو هوائية. وتشمل بعض الأنظمة الرقمية الأكثر شهرة **الحواسيب الرقمية والآلات الحاسبة، وأجهزة الصوت والفيديو الرقمية، ونظام الهاتف..**

An **analog system** contains devices that manipulate physical quantities that are represented in analog form. In an analog system, the quantities can vary over a continuous range of values. For example, the amplitude of the output signal to the speaker in a radio receiver can have any value between zero and its maximum limit. Other common analog systems are audio amplifiers, magnetic tape recording, and a simple light dimmer switch.

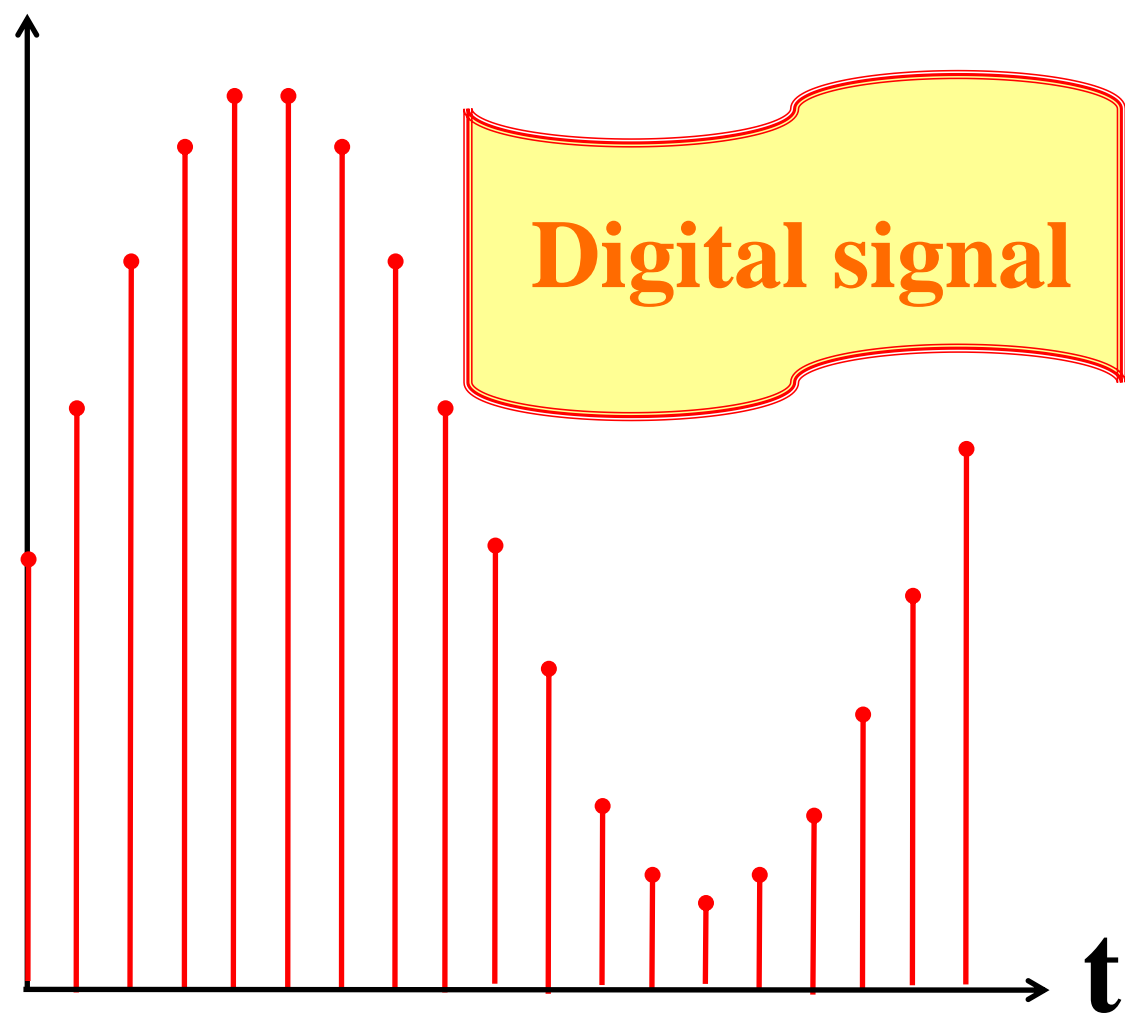
يتكون النظام التشابهي من الأجهزة التي تعالج الكميات الفيزيائية الممثلة بشكل تشابهي. في النظام التشابهي، يمكن أن تتغير الكميات على مدى مستمر. على سبيل المثال، يمكن أن يكون لمطال إشارة صوتية في مستقبل راديوي أي قيمة بين الصفر والحد الأقصى. تعتبر مكبرات الصوت، شريط تسجيل مغناطيسي، مفتاح تحكم بشدة ضوء مصباح من الأنظمة التشابهيّة.



**$X(t)$**



**$X(t)$**

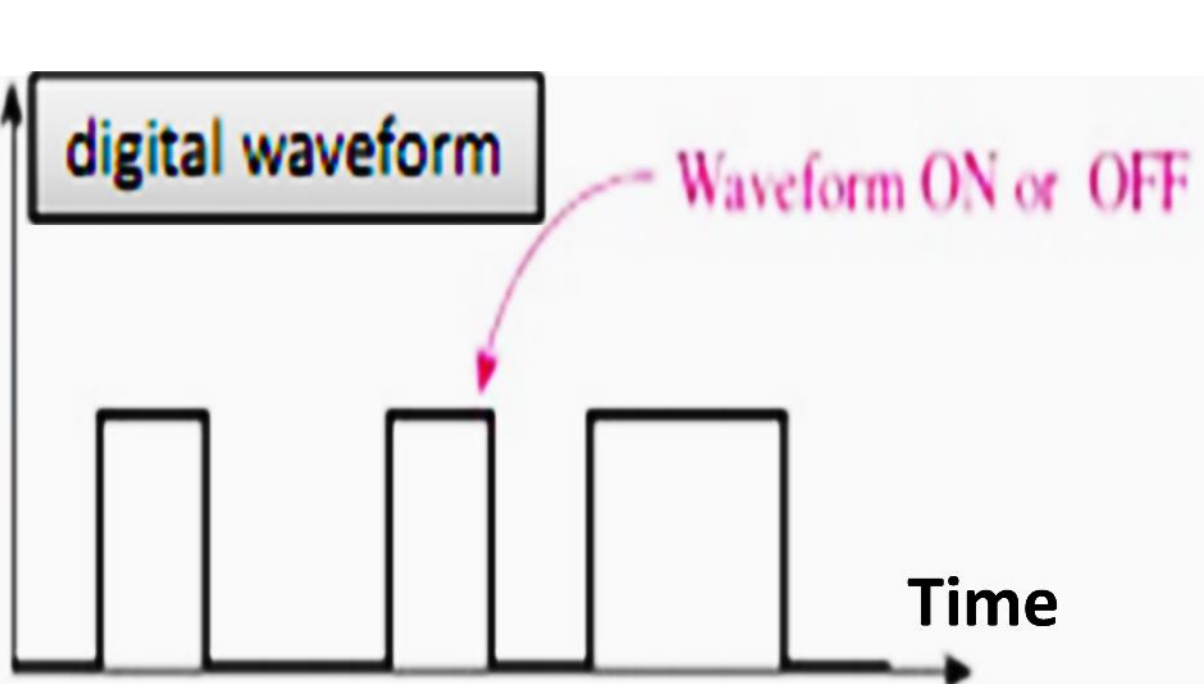
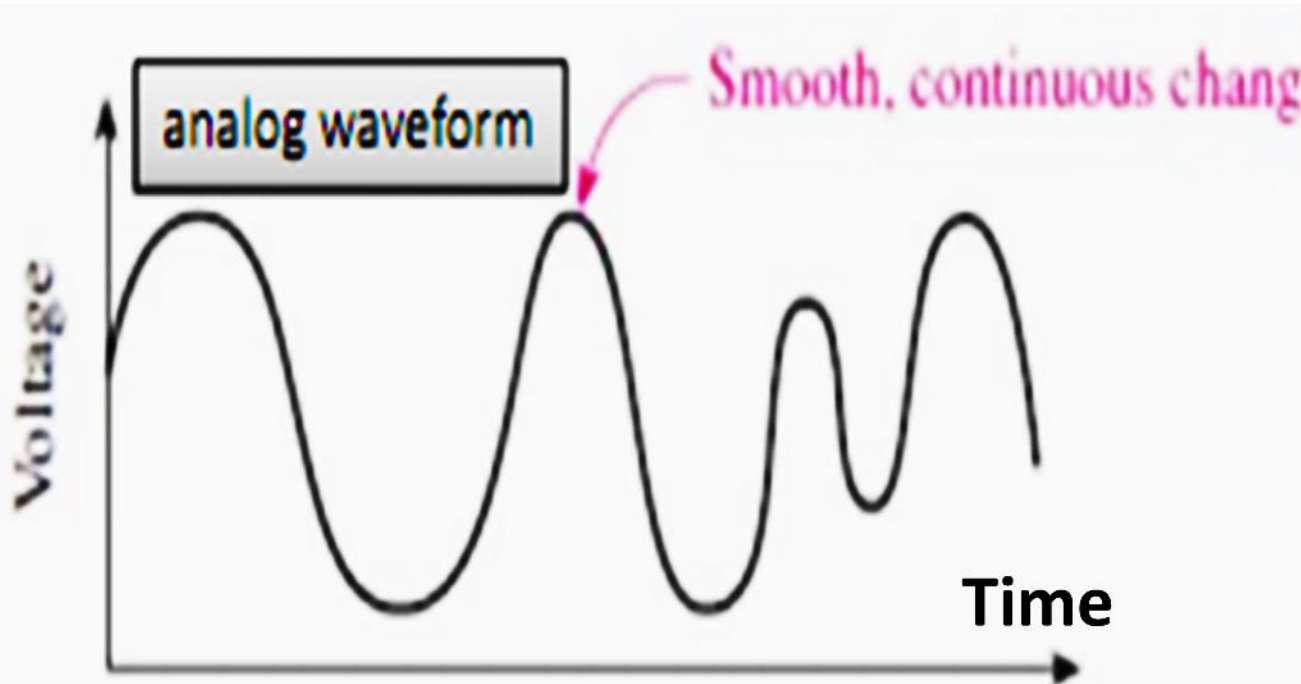




**analog watch**



**digital watch**



- As an example, let us say that the analog signal to be converted ranges from **0 V to 1 V** and that **8 bits** are used to encode it.
- In this case,  **$2^8 = 256$**  discrete values are allowed, so the analog signal can be divided into 256 intervals of 3.9 mV each (**because  $1 \text{ V}/256 = 3.9 \text{ mV}$** ) with a binary word used to represent each interval.
- One option for the encoding would then be  **$(0 \text{ V to } 3.9 \text{ mV}) = "00000000"$** ,  **$(3.9 \text{ mV to } 7.8 \text{ mV}) = "00000001"$** , . . . ,  **$(996.1 \text{ mV to } 1 \text{ V}) = "11111111"$** .

# Advantages of Digital Techniques

The chief reasons for the shift to digital technology are:

مزايا التقنيات الرقمية

الأسباب الرئيسية للتحويل إلى التكنولوجيا الرقمية هي:

**1. Digital systems are generally easier to design.** The circuits used in digital systems are switching circuits, where exact values of voltage or current are not important, only the range (HIGH or LOW) in which they fall.

**1. النظم الرقمية هي أسهل عموماً للتصميم.** الدارات التي تستخدم النظم الرقمية هي عبارة عن دارات تبديل، حيث قيم الجهد أو التيار ليست مهمة، فقط المجال (عالي أو منخفض) الذي تقع فيه.



**2. Information storage is easy.** This is accomplished by special devices and circuits that can latch onto digital information and hold it for as long as necessary, and mass storage techniques that can store billions of bits of information in a relatively small physical space. Analog storage capabilities are, by contrast, extremely limited.

**2. سهولة تخزين المعلومات.** ويتم ذلك من خلال الأجهزة الخاصة والدوائر التي يمكن أن تخزن البيانات الرقمية والاحتفاظ بها طالما لزم الأمر. تقنيات التخزين الشامل يمكن ان تخزن مليارات من بتات البيانات في مساحة مادية صغيرة نسبيا، بينما قدرات التخزين التشابهيّة، تكون محدودة للغاية.

**3. Accuracy and precision are easier to maintain throughout the system.** Once a signal is digitized, the information it contains does not deteriorate as it is processed. In analog systems, the voltage and current signals tend to be distorted by the effects of temperature, humidity, and component tolerance variations in the circuits that process the signal.

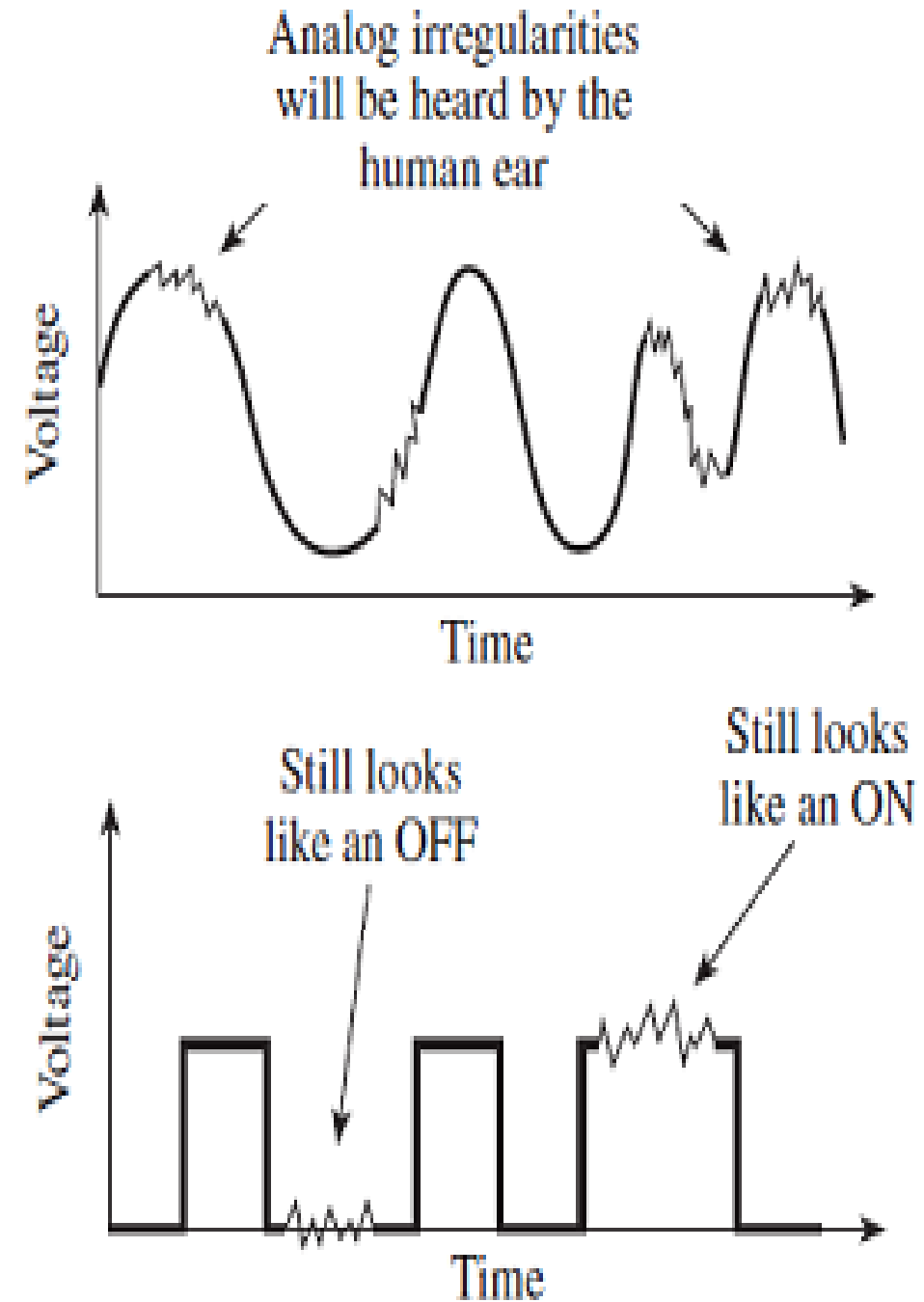
3. **سهولة المحافظة على دقة وضبط عمل النظام.** عندما يتم تحويل إشارة إلى رقمية، تبقى المعلومات صحيحة خلال مراحل عمل النظام. بينما في الأنظمة التماثلية، تكون إشارات الجهد والتيار مشوهة من آثار درجة الحرارة والرطوبة وعدم دقة قيم عناصر الدارة التي تعالج الإشارة.

**4. Operation can be programmed.** It is fairly easy to design digital systems whose operation is controlled by a set of stored instructions called a program. Analog systems can also be programmed, but the variety and the complexity of the available operations are severely limited.

**4. يمكن برمجة العملية.** فمن السهل إلى حد ما تصميم الأنظمة الرقمية التي يتم التحكم بتشغيلها من قبل مجموعة من التعليمات المخزنة تسمى بالبرنامج. كما يمكن أيضا برمجة النظم التشابيهية، لكن تنوع وتعقيد العمليات المتاحة تكون محدود للغاية.

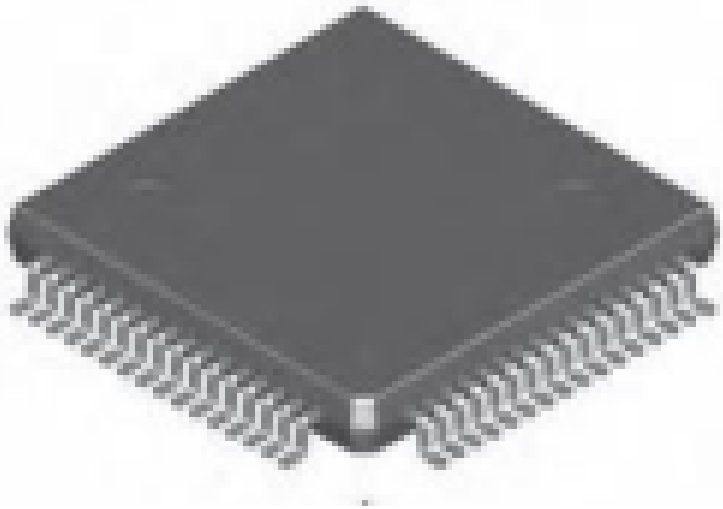
**5. Digital circuits are less affected by noise.** Spurious fluctuations in voltage (noise) are not as critical in digital systems because the exact value of a voltage is not important, as long as the noise is not large enough to prevent us from distinguishing a HIGH from a LOW.

**5. الدوائر الرقمية هي أقل تأثراً بالتشويش.** حدوث تقلبات زائفة في الجهد (تشويش) لن تكون حاسمة في الأنظمة الرقمية لأن القيمة الدقيقة للجهد ليست مهمة، طالما أن التشويش لا يؤثر على تمييز الحالات الرقمية العالية من المنخفضة.



**6. digital circuitry can be fabricated on IC chips.** It is true that analog circuitry has also benefited from the tremendous development of IC technology, but its relative complexity and its use of devices that cannot be economically integrated (high-value capacitors, precision resistors, inductors, transformers) have prevented analog systems from achieving the same high degree of integration.

## Integrated Circuit



**6. الدوائر الرقمية يمكن تصنيعها على شرائح من دارات تكاملية.** صحيح أن الدارات التشابيهية يمكن ان تصنع من دارات تكاملية، ولكن التعقيد النسبي واستخداماتها لا يمكن أن تكون متكاملة اقتصاديا **(المكثفات عالية القيمة، المقاومات الدقيقة، المحاثات، المحولات)** قد منع النظم التناظرية من تحقيق نفس الدرجة العالية من التكامل.

## Limitations of Digital Techniques

There are really very few drawbacks when using digital techniques. The two biggest problems are:

### قيود التقنيات الرقمية

هناك حقا القليل جدا من السلبيات عند استخدام التقنيات الرقمية. وأكبر المشاكل هي:

Most physical quantities are analog in nature, and these quantities are often the inputs and outputs that are being monitored, operated on, and controlled by a system. Some examples are temperature, pressure, position, velocity, liquid level, flow rate, and so on. We are in the habit of expressing these quantities digitally, such as when we say that the temperature is  $64^\circ$  ( $63.8^\circ$  when we want to be more precise), but we are really making a digital approximation to an inherently analog quantity.

معظم الكميات الفيزيائية في الطبيعة هي تشابهية، وهذه الكميات في كثير من الأحيان تمثل مدخلات ومخرجات يجري رصدها، وتشغيلها، والسيطرة عليها بواسطة النظام.... وعادة نقوم بالتعبير عن هذه الكميات رقميا، مثل عندما نقول أن درجة الحرارة هي  $64^\circ$  (  $63.8^\circ$  **عندما نريد أن نكون أكثر دقة**)، ولكن نحن حقا نحول هذه القيمة الى رقمية تقريبية بينما هي بطبيعتها تشابهية.

To take advantage of digital techniques when dealing with analog inputs and outputs, four steps must be followed:

1. Convert the physical variable to an electrical signal (analog).
2. Convert the electrical (analog) signal into digital form.
3. Process (operate on) the digital information.
4. Convert the digital outputs back to real-world analog form.

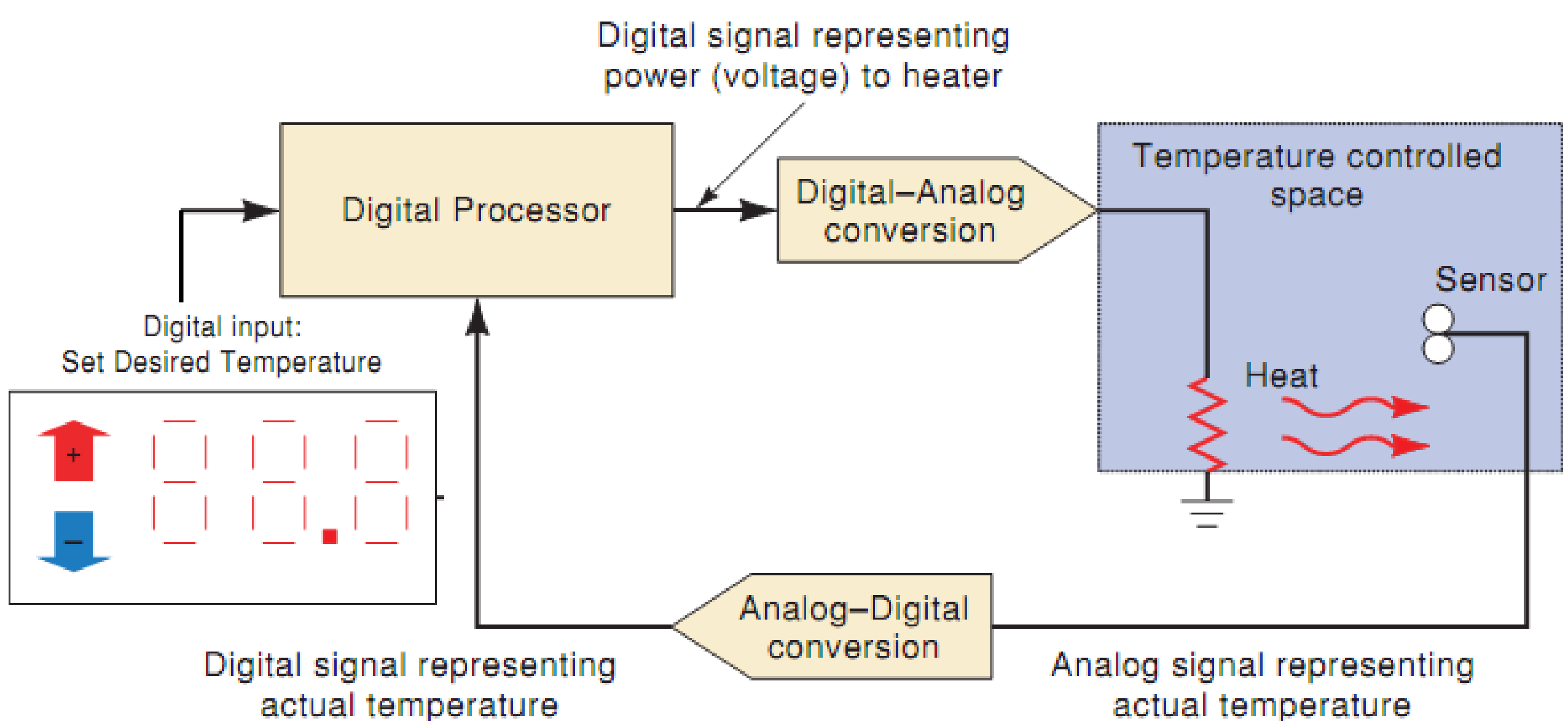
للاستفادة من التقنيات الرقمية عند التعامل مع مدخلات ومخرجات تشابهية، يجب اتباع أربع خطوات:

1. تحويل المتغير المادي إلى إشارة كهربائية (تشابهية).
2. تحويل الإشارة الكهربائية (التشابهية) إلى شكل رقمي.
3. معالجة البيانات رقمياً.
4. تحويل المخرجات الرقمية مرة أخرى إلى الشكل الحقيقي التشابهي.



## REVIEW QUESTIONS

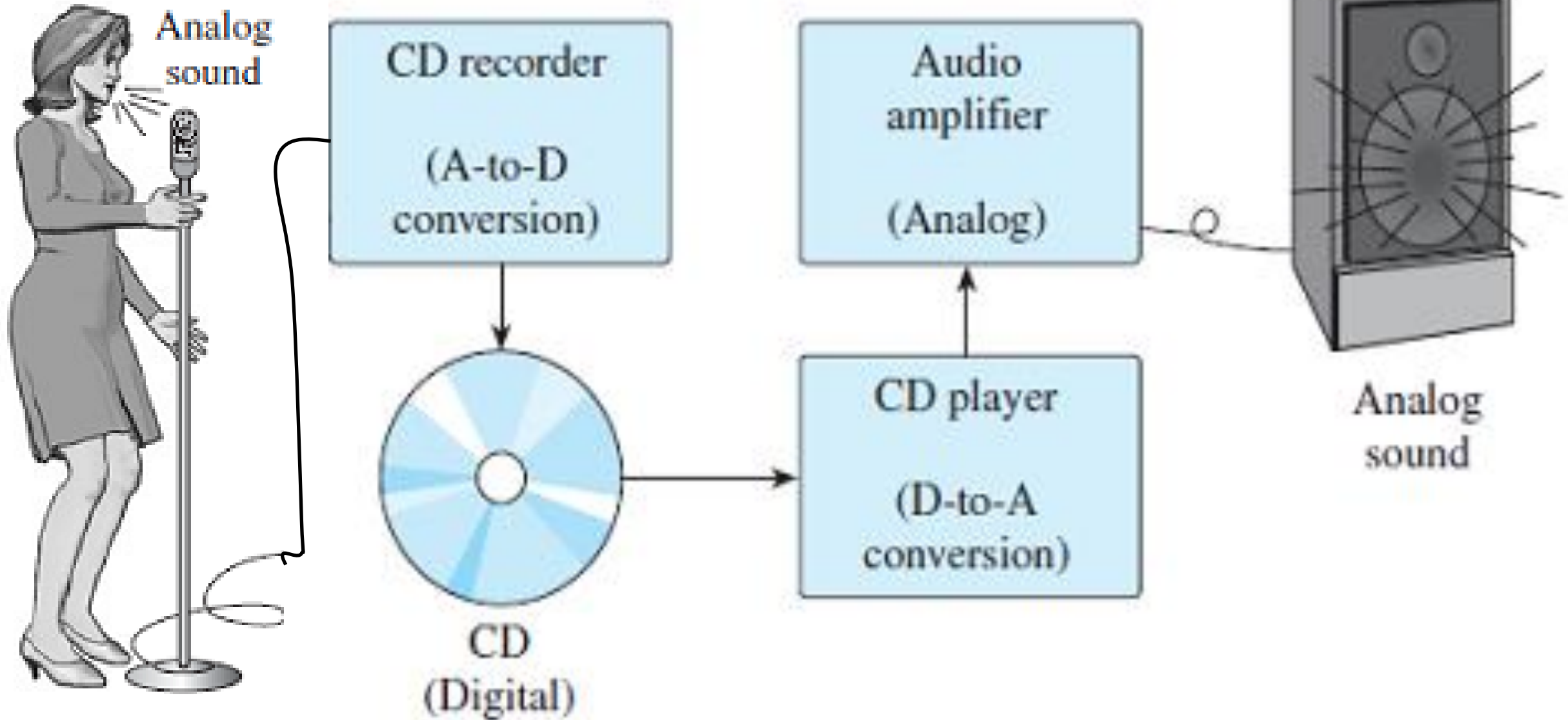
1. What are the advantages of digital techniques over analog?
2. What is the chief limitation to the use of digital techniques?



**Block diagram of a precision digital temperature control system.**

مخطط صندوقي لنظام تحكم رقمي بدرجة الحرارة.

# The process of converting analog sound to digital and then back to analog.



**NEXT LECTURE**

**DIGITAL NUMBER SYSTEMS**

**أنظمة العد الرقمية**