



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Bogotá

| VIGILADA MINEDUCACIÓN |

Fundamentos de señales

Instrumentación biomédica

William Ricardo Rodríguez Dueñas
Departamento de Ing. Electrónica

Fundamentos de señales analógicas y digitales

Señales analógicas

Son aquellas que varían de forma continua, como las magnitudes físicas en la naturaleza, cómo la variación del sonido, la luz, temperatura, presión, tiempo, etc. Toman un valor de tiempo instantáneo diferente para cada fracción de tiempo considerado.

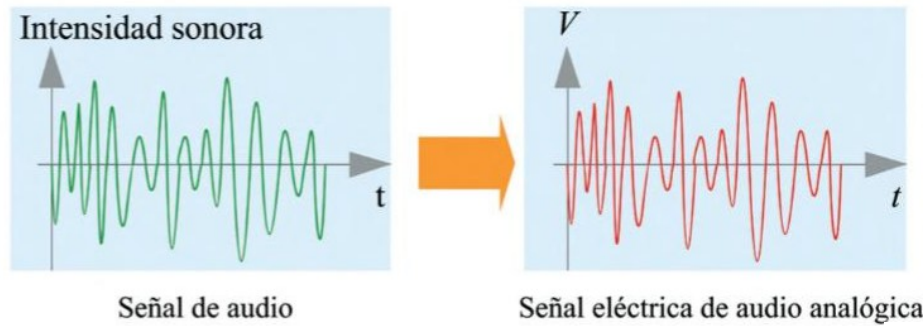


Figura 1.2. Señal analógica.

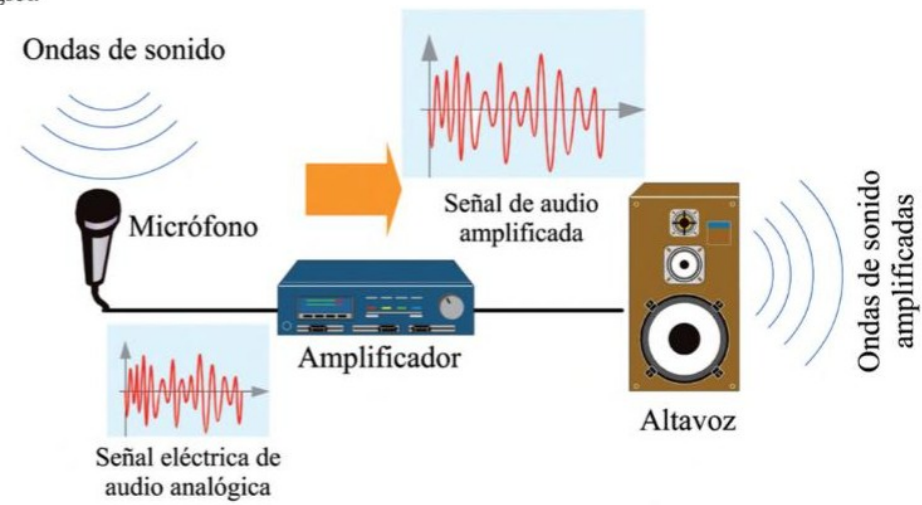


Figura 1.3. Señal analógica obtenida al procesar una señal de audio con un micrófono.

Fuente: Pablo Alcalde San Miguel, Electrónica, 3ª edición, Editorial paraninfo, 2022.

Fundamentos de señales analógicas y digitales

Señales digitales

Son más simples que las analógicas, ya que la información se procesa y codifica en dos únicos estados.

Tabla 1.1. Estados de una señal digital

1.º estado	2.º estado
1	0
Sí	No
Verdadero	Falso
Nivel alto de tensión	Nivel bajo de tensión
5 V	0 V
Interruptor cerrado	Interruptor abierto

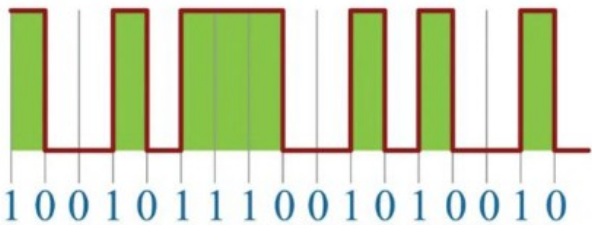


Figura 1.4. Señal digital compuesta por valores binarios de ceros y unos.

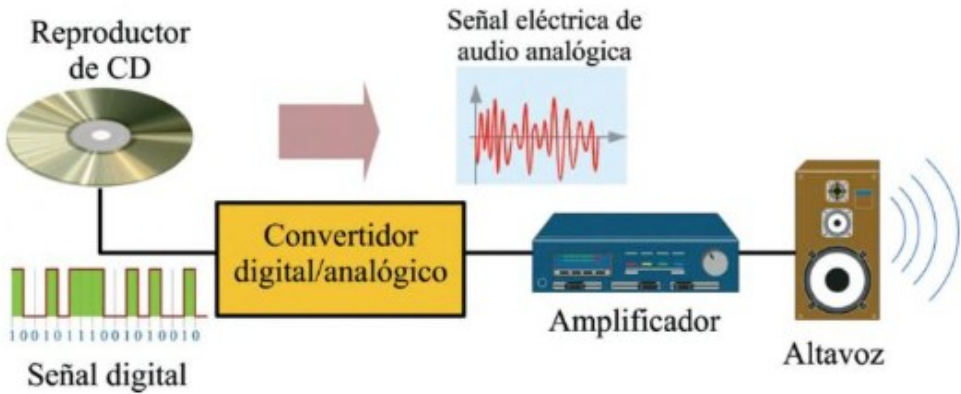


Figura 1.5. Proceso de conversión de una señal digital en una analógica.

Fundamentos de señales analógicas y digitales

Proceso de digitalización de una señal

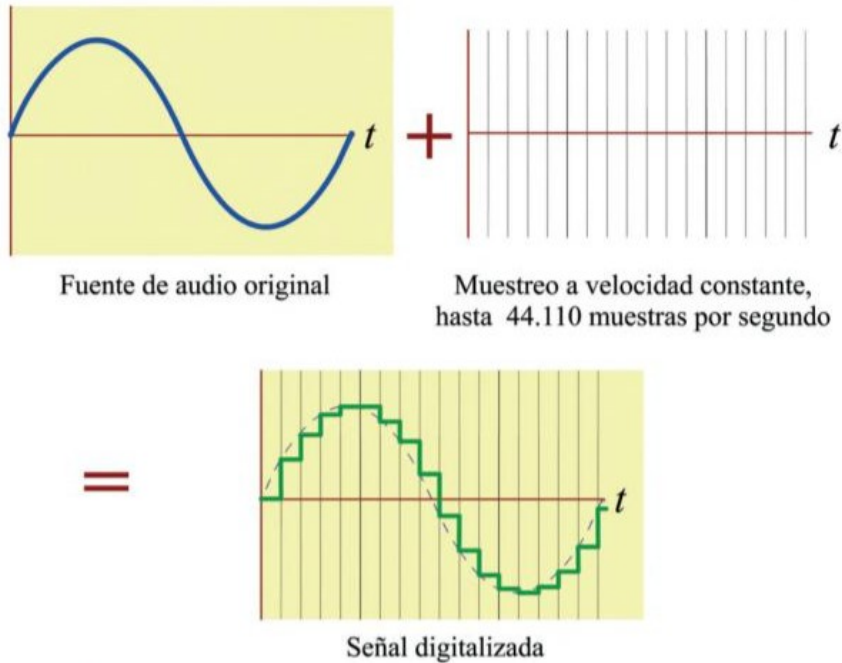


Figura 1.6. Proceso de digitalización de una señal.

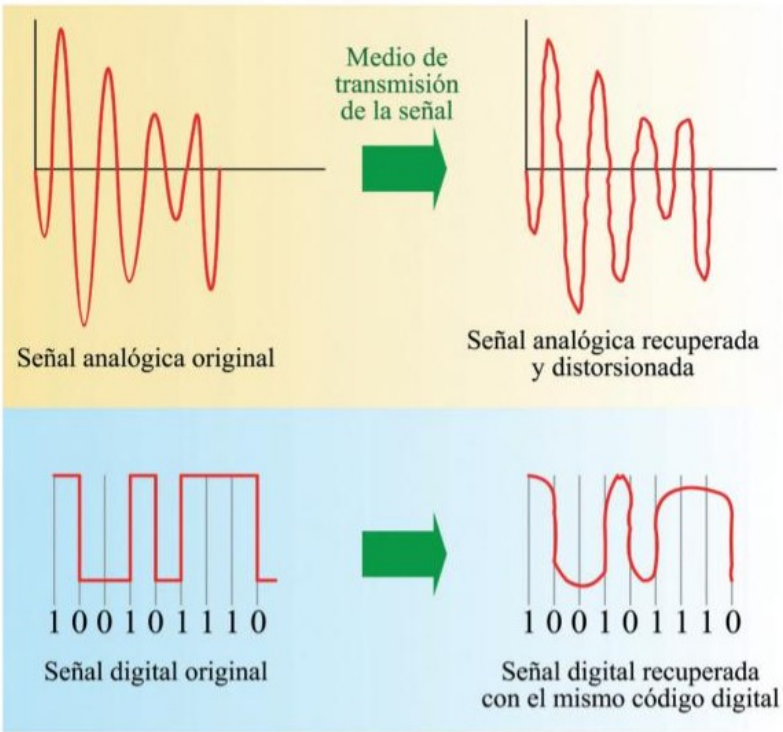
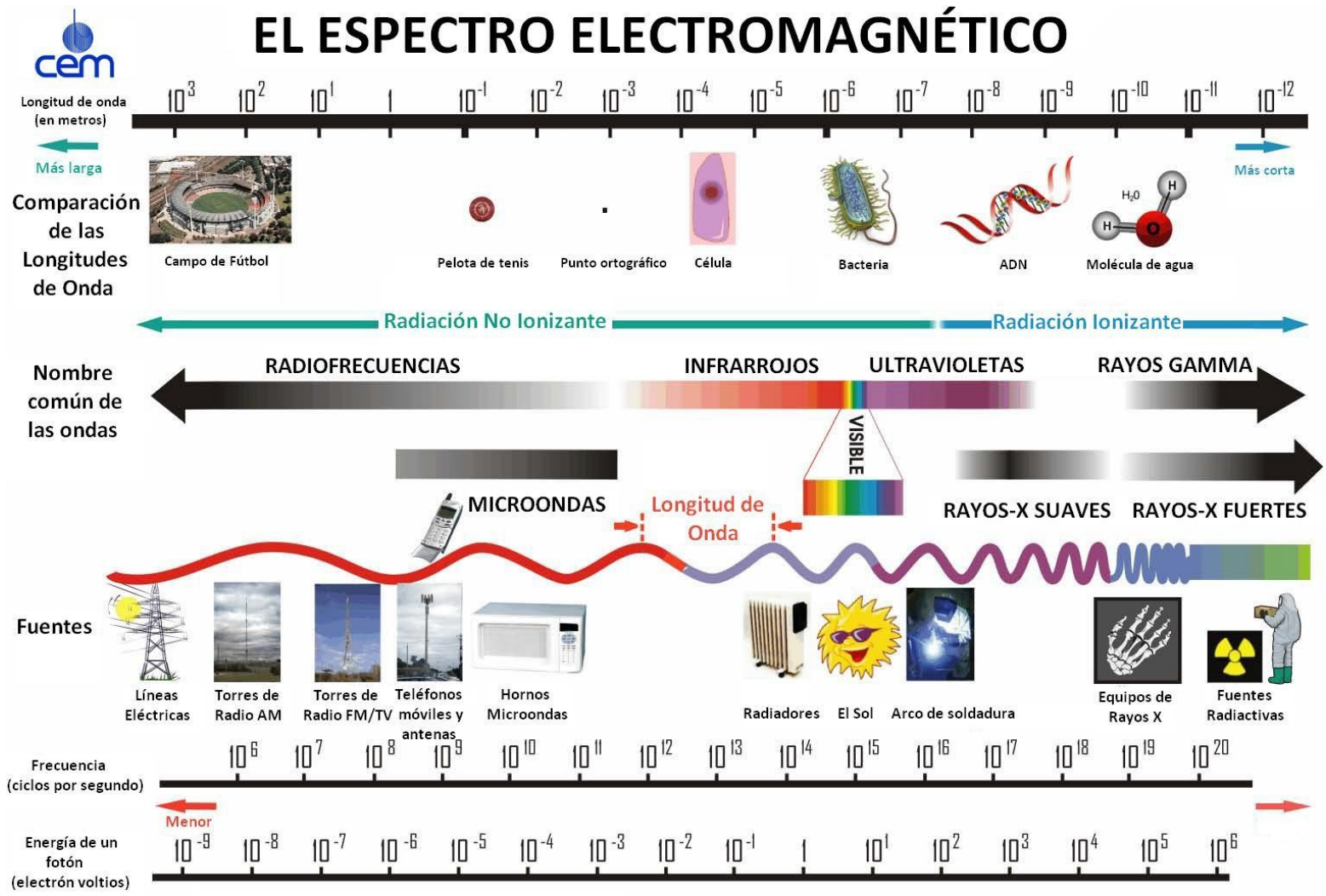


Figura 1.7. Distorsión de las señales analógica y digital.

Fuente: Pablo Alcalde San Miguel, Electrónica, 3ª edición, Editorial paraninfo, 2022.



Más información: www.electromagneticos.es

Correo electrónico: informa@electromagneticos.es

Fuente: www.electromagnetismo.es



- 1. Medidas de resistencia (óhmetro).
- 2. Interruptor de encendido.
- 3. Medidas de continuidad y comprobación de diodos.
- 4. Medidas de intensidad (amperímetro) en C.C.
- 5. Selector rotativo para fijar la magnitud a medir y su campo de medida.
- 6. Medidas de intensidad (amperímetro) en C.A.
- 7. Medidas de capacidad para condensadores (capacímetro).
- 8. Borne de conexión para medida de intensidades hasta 20 A (punta de prueba roja).
- 9. Borne de conexión para medida de intensidades en el rango de mA (punta de prueba roja).
- 10. Borne de conexión común para medida de tensiones, intensidades y resistencias (punta de prueba negra).
- 11. Borne de conexión para medida de tensiones y resistencias (punta de prueba roja).
- 12. Borne de conexión para medida de capacidad de condensadores.
- 13. Medida de tensión (voltímetro) en C.A.
- 14. Medida de tensión (voltímetro) en C.C.
- 15. Medida de la ganancia de un transistor.
- 16. Base para la conexión y comprobación de transistores.
- 17. Pantalla digital.

Figura 5.1. Identificación de las partes de un polímetro.

Fuente: Pablo Alcalde San Miguel, Electrónica, 3ª edición, Editorial paraninfo, 2022.

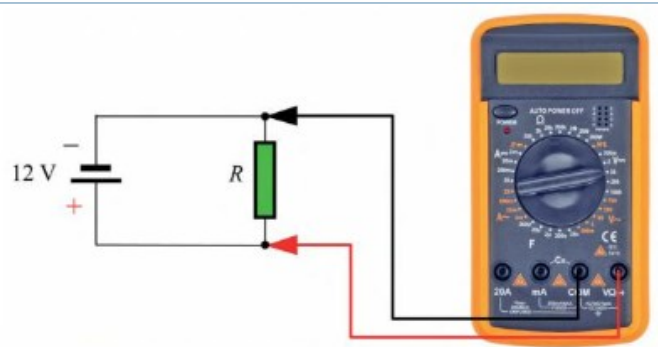


Figura 5.2. Medida de tensión en un circuito C.C.

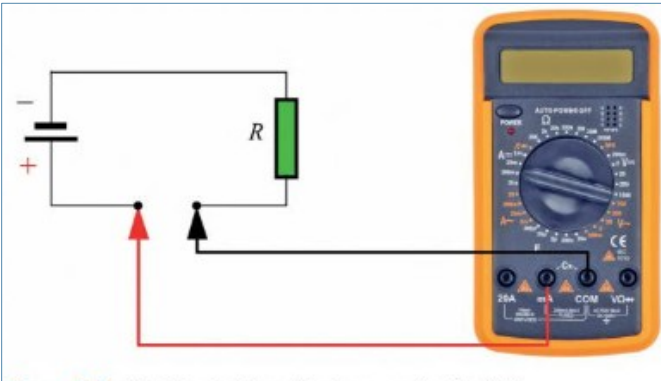


Figura 5.3. Medida de intensidad en un circuito C.C.

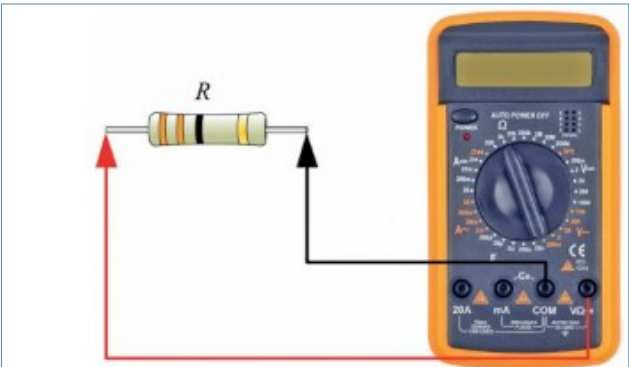


Figura 5.4. Medida de resistencias.

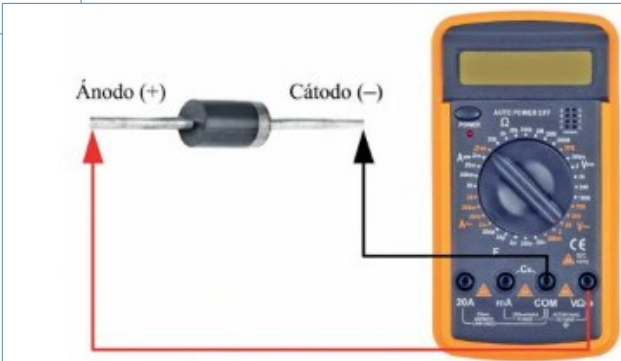


Figura 5.5. Comprobación de diodos.

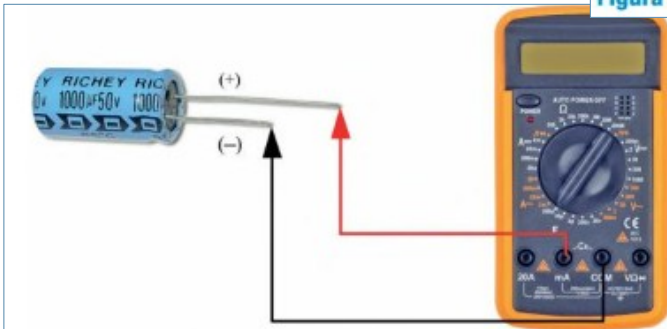


Figura 5.6. Medida de capacidad de condensadores.

Fuente: Pablo Alcalde San Miguel, Electrónica, 3ª edición, Editorial paraninfo, 2022.

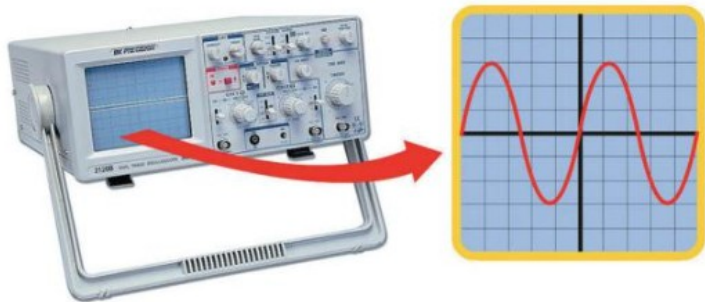


Figura 5.9. Imagen de una tensión senoidal en un osciloscopio.

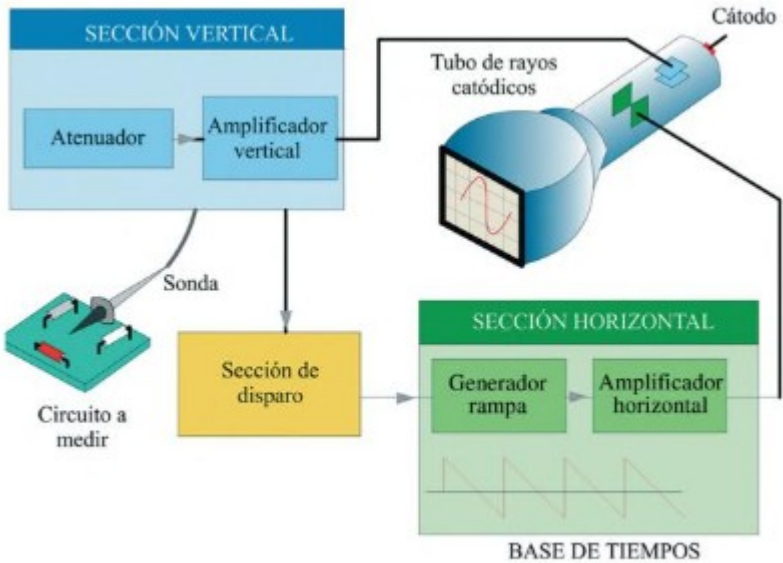


Figura 5.10. Funcionamiento básico de un osciloscopio analógico.

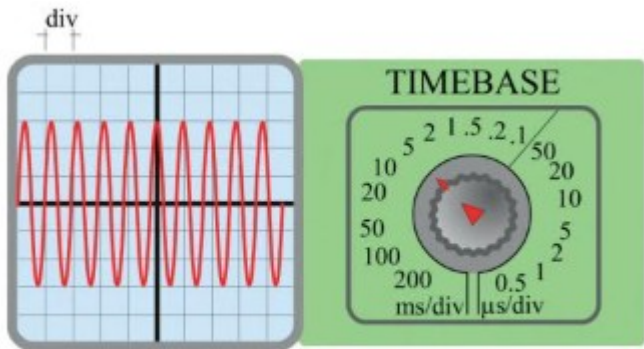


Figura 5.11. Selector de ajuste de la base de tiempos.

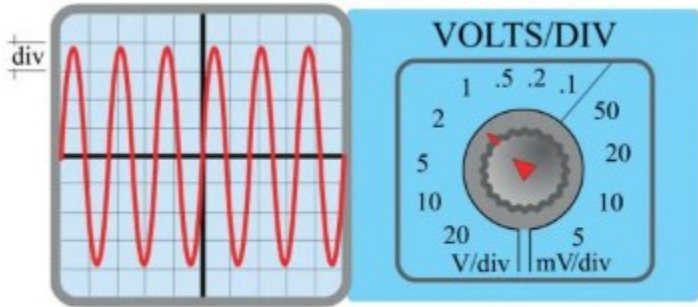


Figura 5.12. Selección del atenuador de entrada vertical.

Al realizar una medida de una tensión alterna con un osciloscopio aparece en la pantalla la imagen que se muestra en la Figura 5.14. Si los grados de desviación seleccionados

fuesen: atenuador vertical (2 V/div), base de tiempos (5 ms/div), averigua el valor máximo y eficaz de la tensión, así como el periodo y la frecuencia.

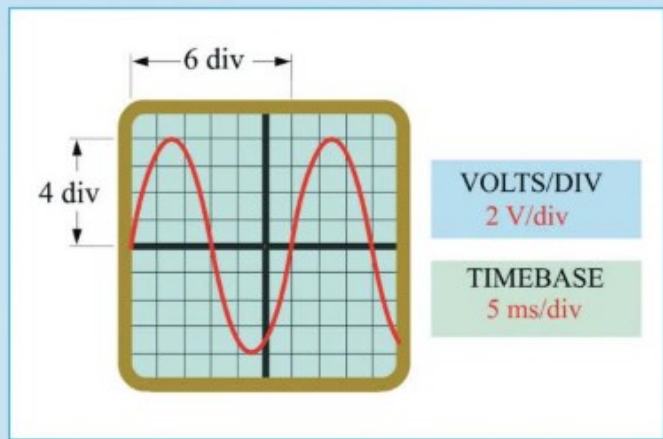


Figura 5.14.

Solución:

$$V_{\text{máx}} = 4 \text{ div} \cdot 2 \text{ V/div} = 8 \text{ V}$$

$$T = 6 \text{ div} \cdot 5 \text{ ms/div} = 30 \text{ ms} = 0,03 \text{ s}$$

$$V_{\text{eficaz}} = \frac{V_{\text{máx}}}{\sqrt{2}} = \frac{8}{\sqrt{2}} = 5,66 \text{ V}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,03} = 33,33 \text{ Hz}$$

Al realizar una medida con un osciloscopio de una tensión continua aparece en la pantalla la imagen que se muestra en la Figura 5.15. Si los grados de desviación seleccionados fuesen: atenuador vertical (10 V/div), base de tiempos (0,1 ms/div), averigua el valor medio de la tensión continua.

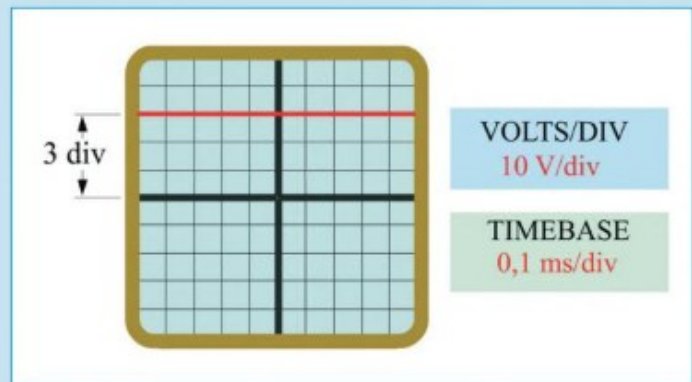


Figura 5.15.

Solución:

$$V_{\text{CC}} = 3 \text{ div} \cdot 10 \text{ V/div} = 30 \text{ V}$$

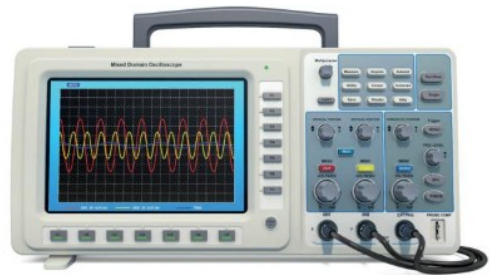


Figura 5.16. Osciloscopio digital.



Figura 5.19. Sonda lógica para detectar el nivel lógico de un circuito digital.

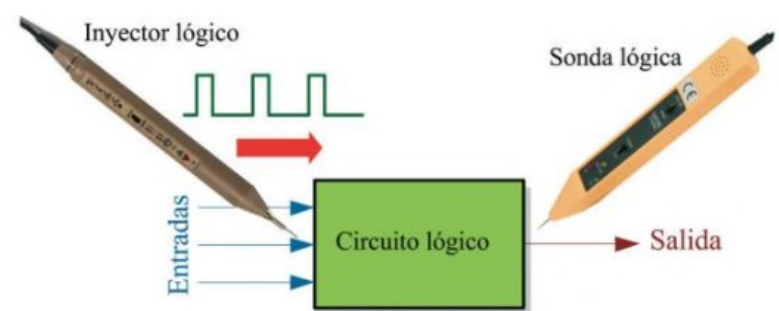


Figura 5.20. Utilización combinada de inyector y sonda lógica para el diagnóstico de un circuito digital.

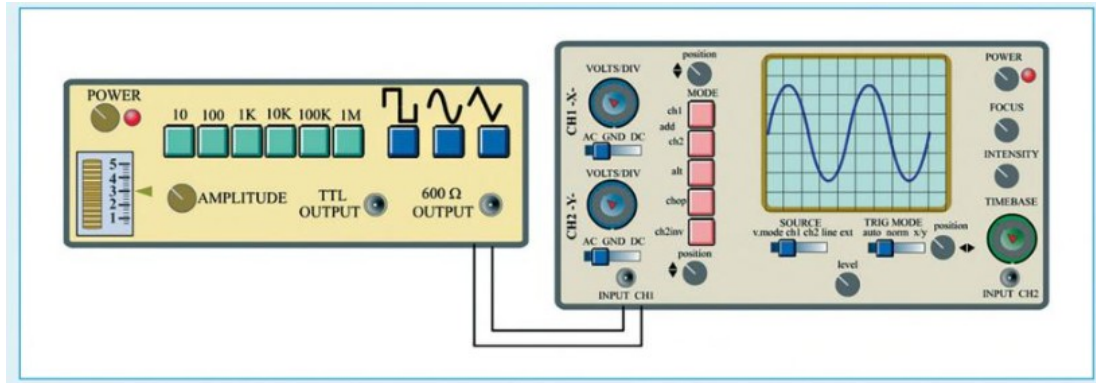


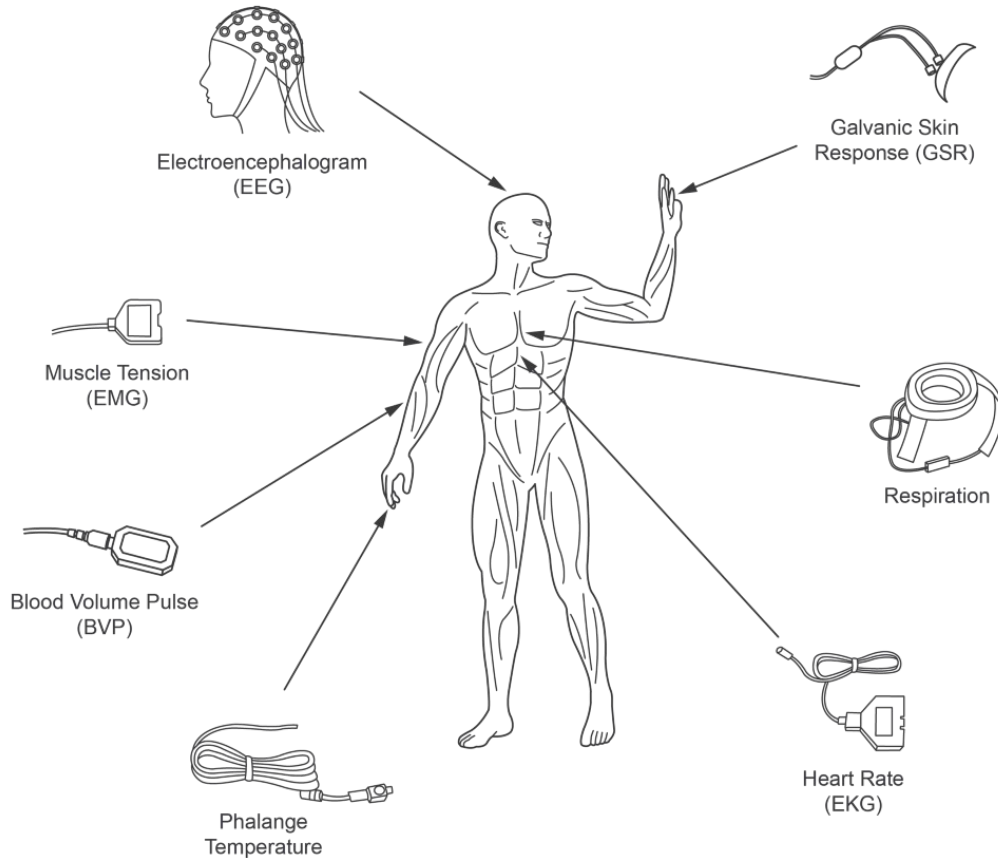
Figura 5.22. Esquema de conexiones de un osciloscopio midiendo las magnitudes asociadas a tensiones senoidales proporcionadas por un generador de funciones.



Figura 5.23. Instrumental para el laboratorio de electrónica.

Fuente: Pablo Alcalde San Miguel, Electrónica, 3ª edición, Editorial paraninfo, 2022.

Origen de las bioseñales



Fuente:
<https://medium.com/@mindpass2050/biosignals-as-dynamic-biometrics-d93c3455e895>

Qué es una bioseñal

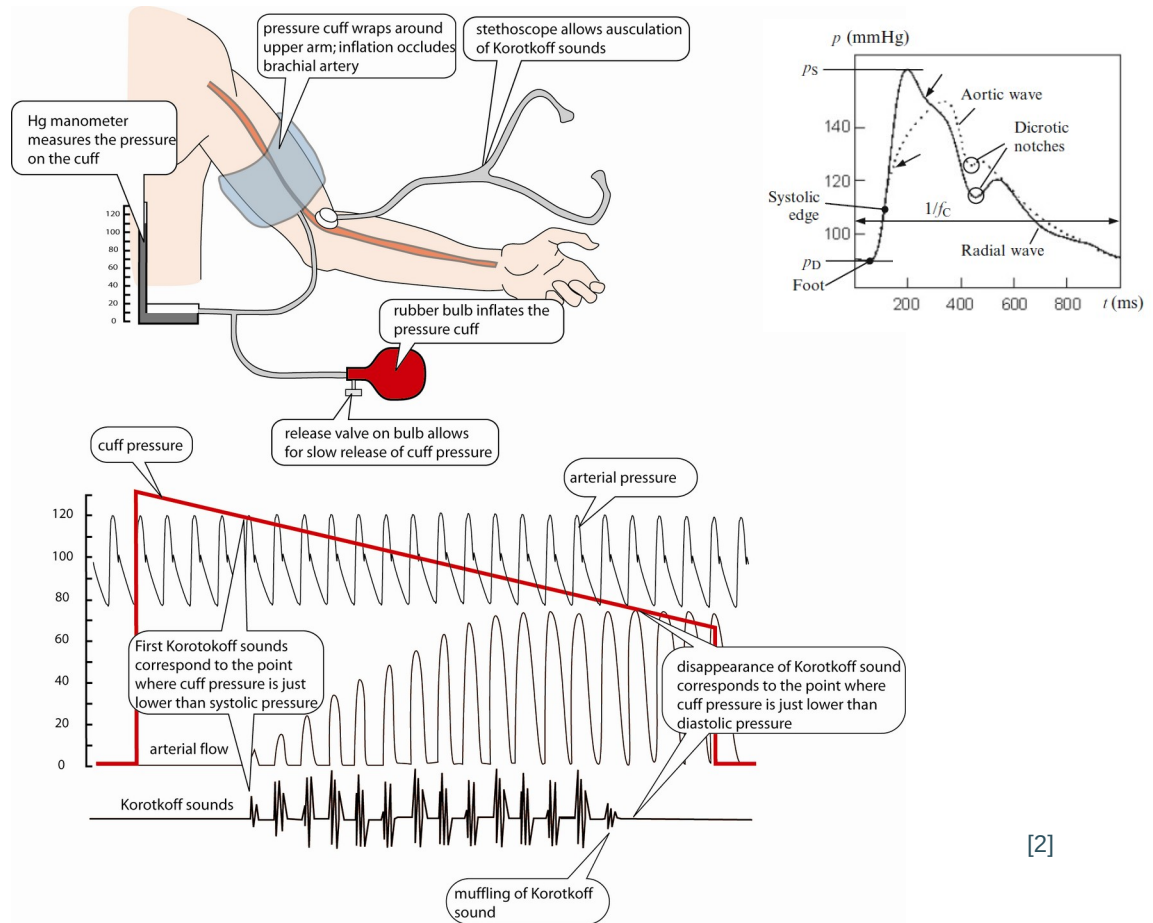
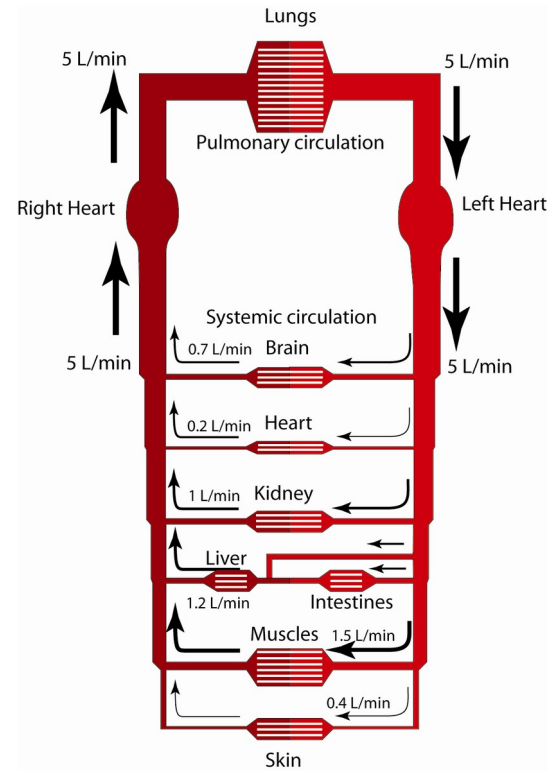
Son **registros** espaciales, temporales o espacio-temporales de un evento biológico **que pueden medirse y analizarse** [1].

Dada la alta variedad de mecanismos y procesos biológicos de los seres vivos, **las bioseñales son muy diversas**.

[1] Paul, Sudip; Saikia, Angana; Majhi, Vinayak; Pandey, Vinay Kumar (2022). Introduction to Biomedical Instrumentation and Its Applications. Elsevier Science.

Origen de las bioseñales

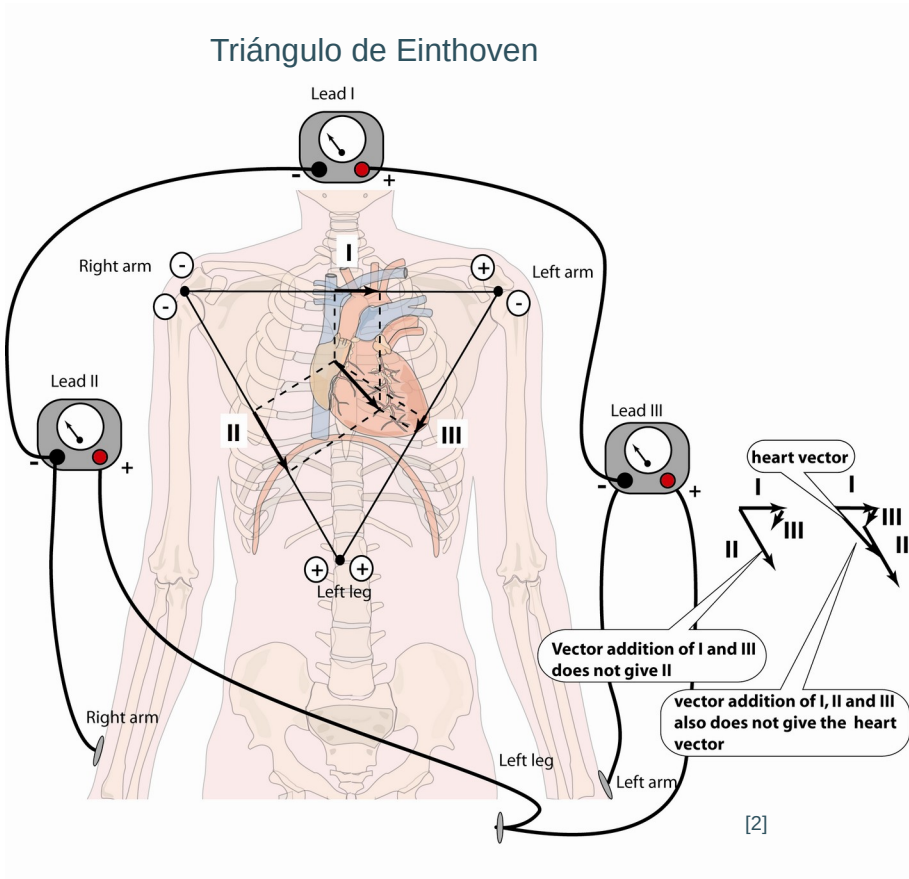
Ejemplos de bioseñales mecánicas



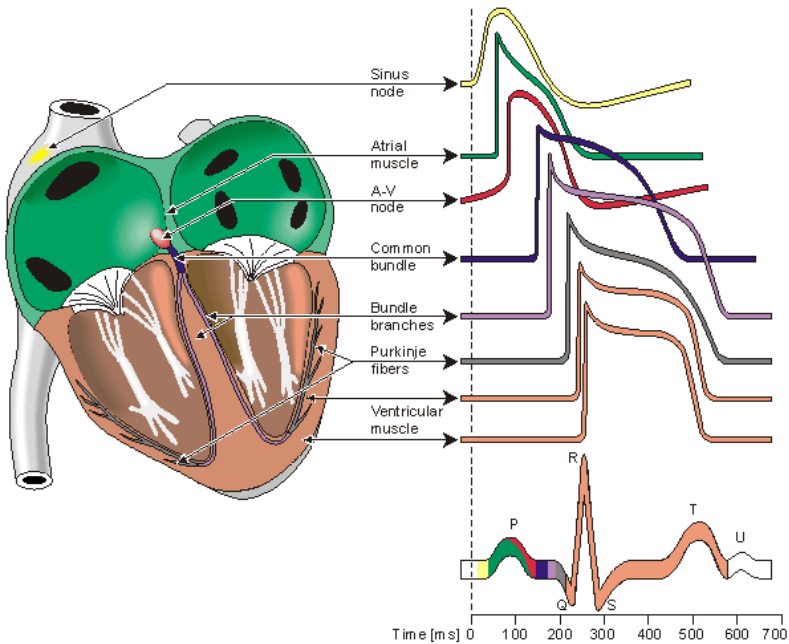
[2]

Origen de las bioseñales

Ejemplos de bioseñales eléctricas



Electrofisiología del corazón

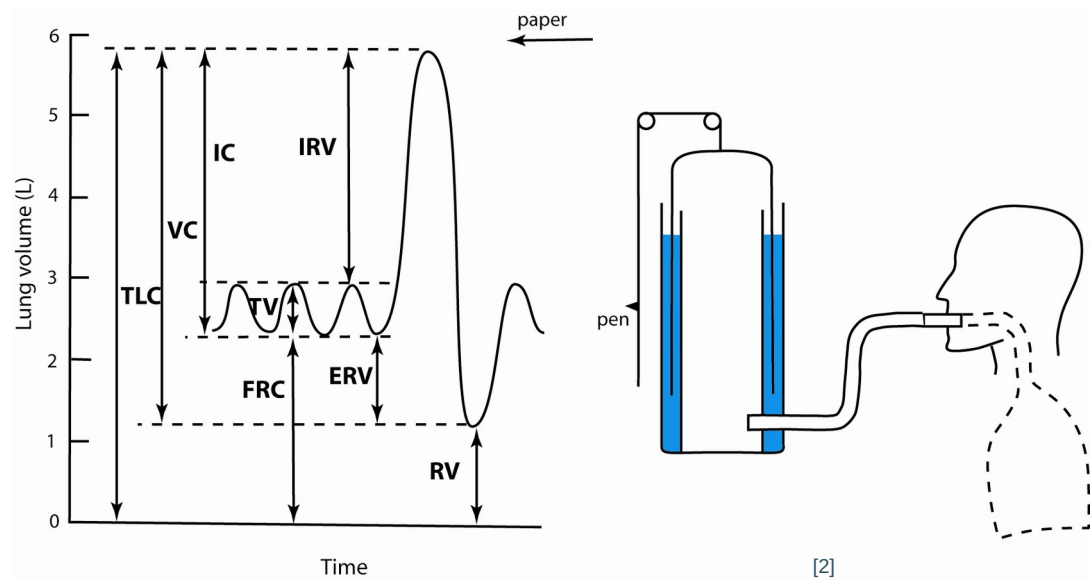


[3]

[2] Feher - Quantitative Human Physiology - Unit 5 Physical and Chemical Foundations of Physiology
[3] Jaakko Malmivuo & Robert Plonsey: Bioelectromagnetism - Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields, web: <https://www.kenrico.com/media/bembook/06/06.htm>

Origen de las bioseñales

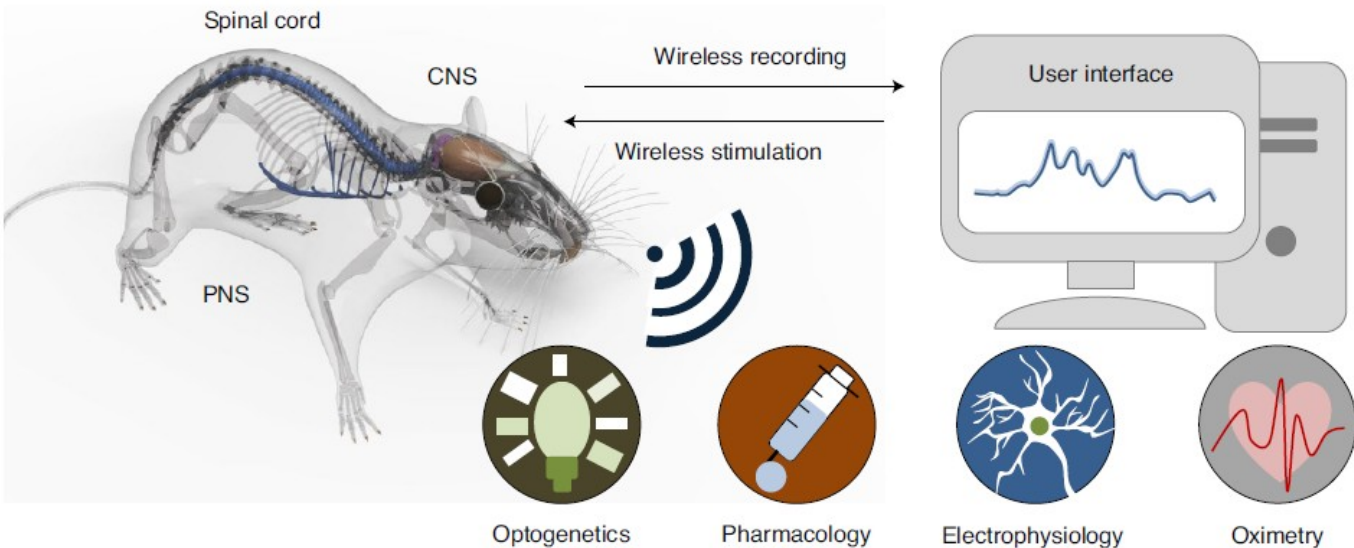
Ejemplos de bioseñales mecánicas



Espirómetro Welch Allyn
SpiroPerfect

Trazado espirométrico de volúmenes pulmonares

[2] Feher - Quantitative Human Physiology - Unit 6 Physical and Chemical Foundations of Physiology
[1] Paul, Sudip; Saikia, Angana; Majhi, Vinayak; Pandey, Vinay Kumar (2022). Introduction to Biomedical Instrumentation and Its Applications. Elsevier Science.



nature
biomedical engineering

REVIEW ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41551-021-00683-3>

Check for updates

Wireless and battery-free technologies for neuroengineering

Sang Min Won^{1,14}, Le Cai^{2,14}, Philipp Gutruf^{2,3,4} and John A. Rogers^{5,6,7,8,9,10,11,12,13}

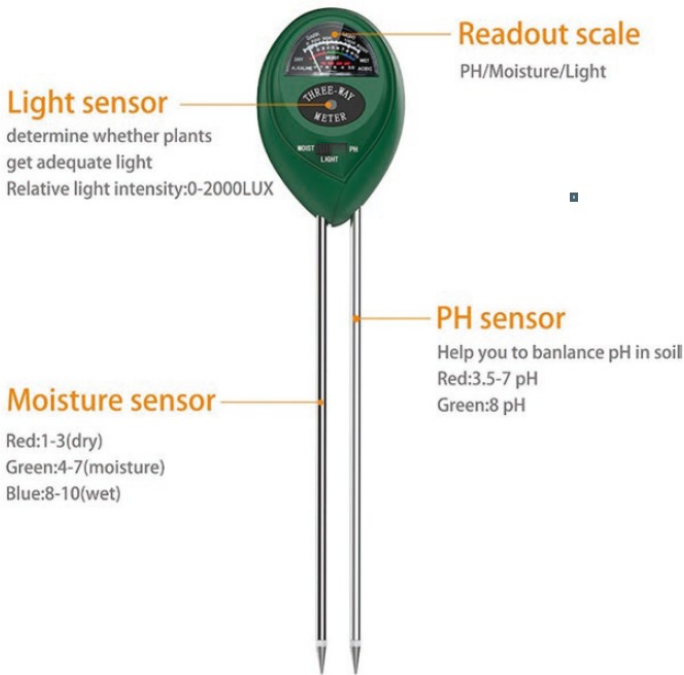


Fig. 3.9 pH meter with sensor

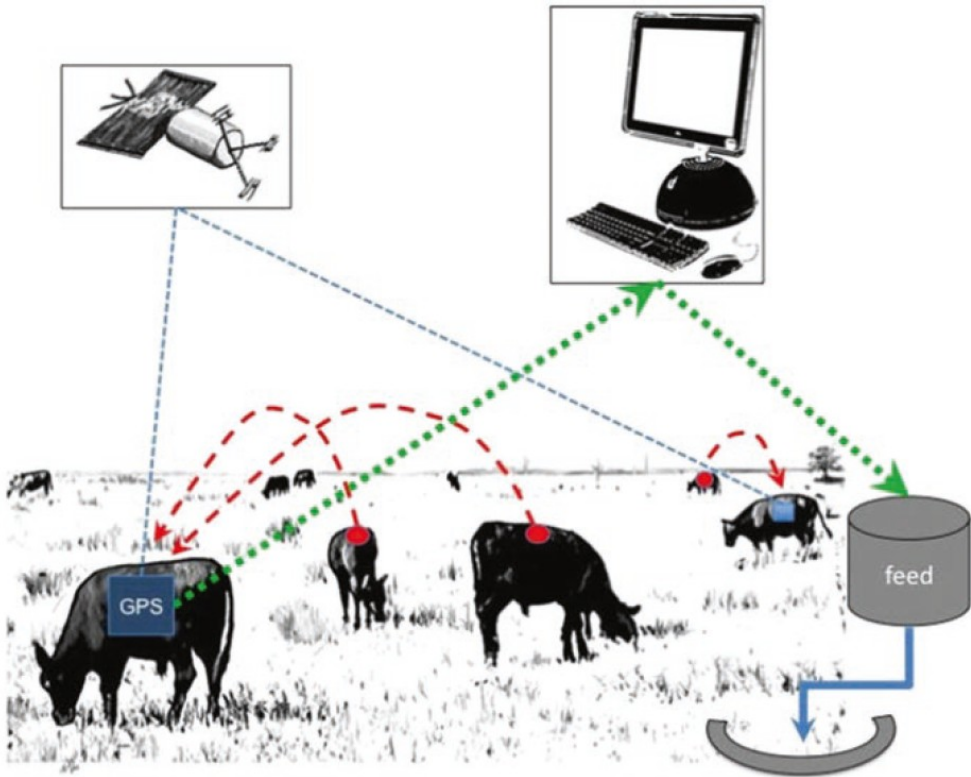
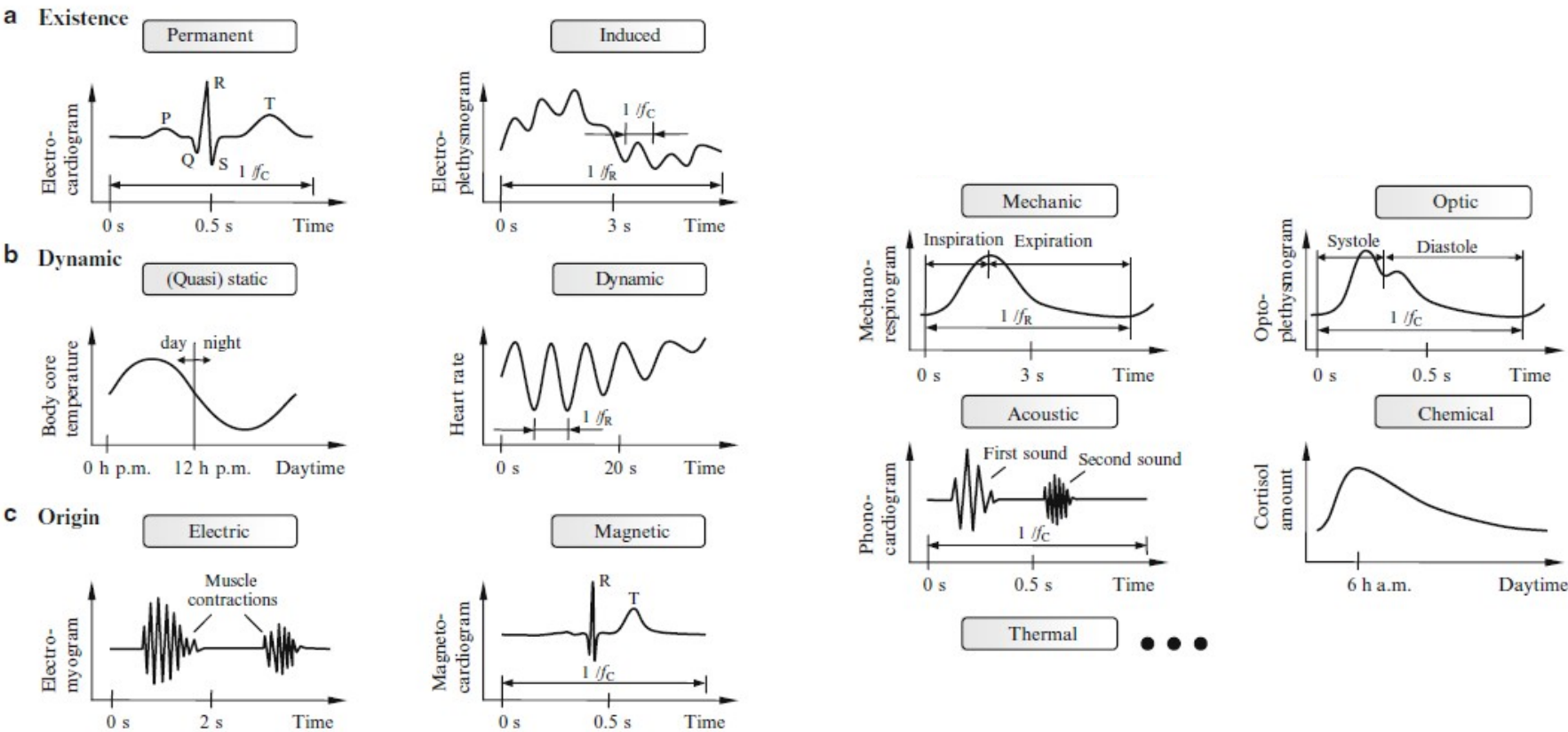


Fig. 3.12 Precision livestock farming

[6] Ahmad, L., Mahdi, S.S. (2018). Tool and Technologies in Precision Agriculture. In: Satellite Farming. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03448-1_3

Clasificación de bioseñales



Posible clasificación de bioseñales de acuerdo con su existencia, dinámica u origen [5].

[4] Eugenijus Kaniusas., Biomedical signals sensors I. Series Biological and medical physics, biomedical engineering. 2012. Springer. Pg 17, 149

Qué es la bioinstrumentación

Es la parte de la ingeniería que se ocupa de los **dispositivos** utilizados para **medir**, **evaluar** y **tratar** sistemas biológicos [1].

Para lograrlo, es necesario **comprender**:

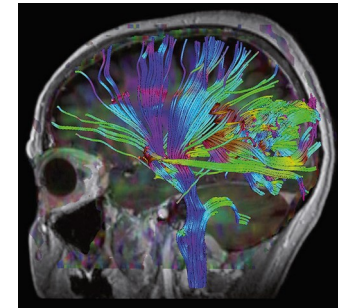
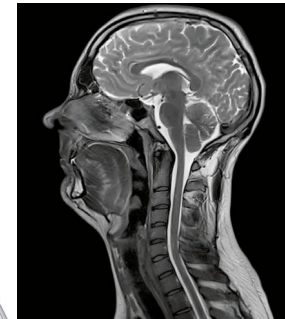
- el **fenómeno** analizado
- la **señal de interés**
- la electrónica y **sensores** necesarios
- y la correcta **interpretación** de la información obtenida.

La bioinstrumentación **ayuda** a diferentes profesionales en:

- el diagnóstico
- tratamiento
- seguimiento
- e investigación de variables biológicas.



Fuente:
<https://www.meteorologiaenred.com/termometro-de-mercurio.html>



Fuente: <https://www.siemens-healthineers.com/es/magnetic-resonance-imaging/3t-mri-scanner/magnetom-skyra>

[1] Paul, Sudip; Saikia, Angana; Majhi, Vinayak; Pandey, Vinay Kumar (2022). Introduction to Biomedical Instrumentation and Its Applications. Elsevier Science.

Sistemas de bioinstrumentación

Estas señales, bien sean bioeléctricas, bio-ópticas, biomecánicas, etc., determinan **parámetros** como **rango**, **frecuencia** y **tipo de sensor** a utilizar para su medición.

Table 1.1 Some commonly used biosignals and their instrumentation.

Parameter	Range	Frequency (Hz)	Sensor
Blood flow	1–300mL/s	DC-20	Flowmeter
Arterial blood pressure	25–400mm Hg	DC-50	Cuff, strain gauge
Electrocardiography	0.5–4mV	0.01–250	Skin electrodes
Electroencephalography	5–300 microV	DC-150	Scalp electrodes
Electromyography	0.1–5mV	DC-10,000	Needle electrodes
Respiratory rate	2–50 breaths/min	0.1–10	Nasal thermistor

Especificaciones de un sensor: sensibilidad, rango, precisión, exactitud, resolución, reproducibilidad, offset, linealidad, histéresis.

Qué necesitamos saber/recordar: Conceptos de carga, voltage, corriente, potencia, energía, resistencia, inductores, capacitores, amplificadores operaciones, filtros y señales.

[2]

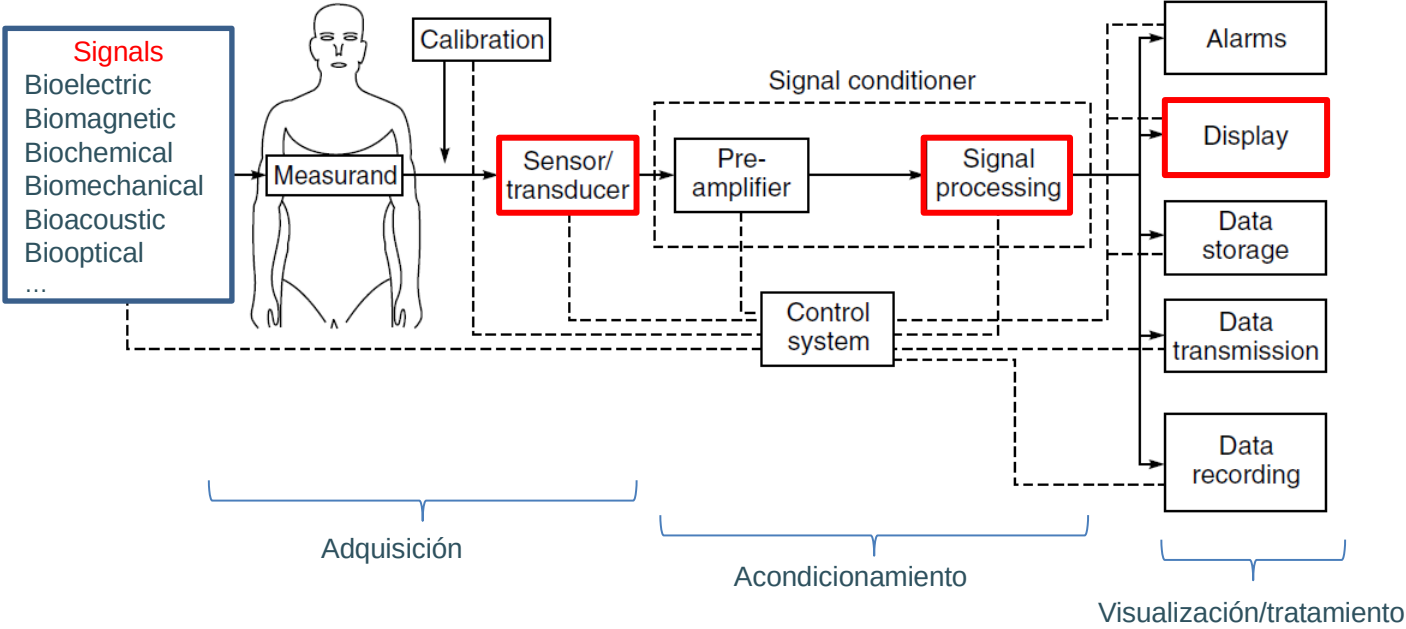
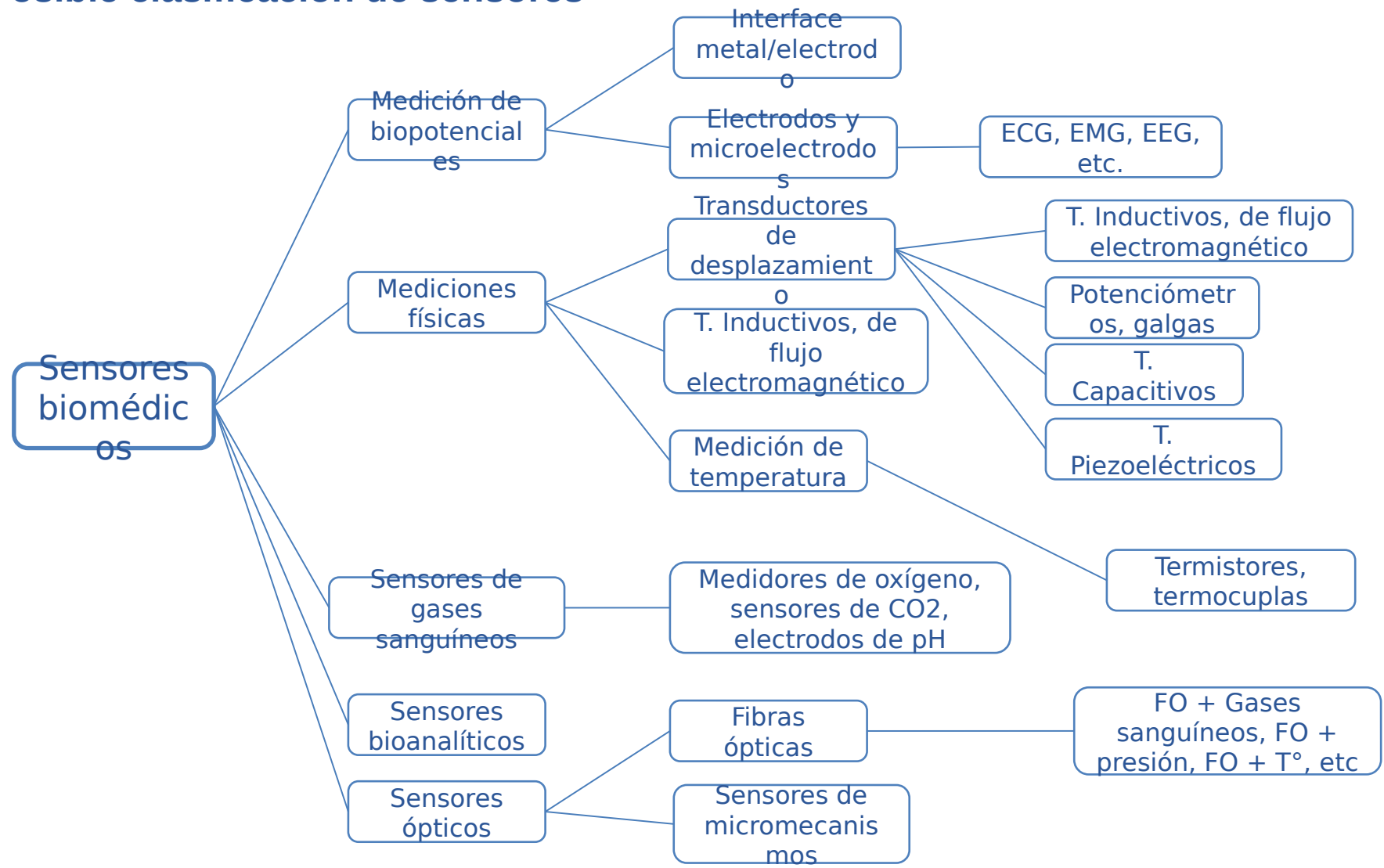


Diagrama de bloques de un sistema de bioinstrumentación [5]

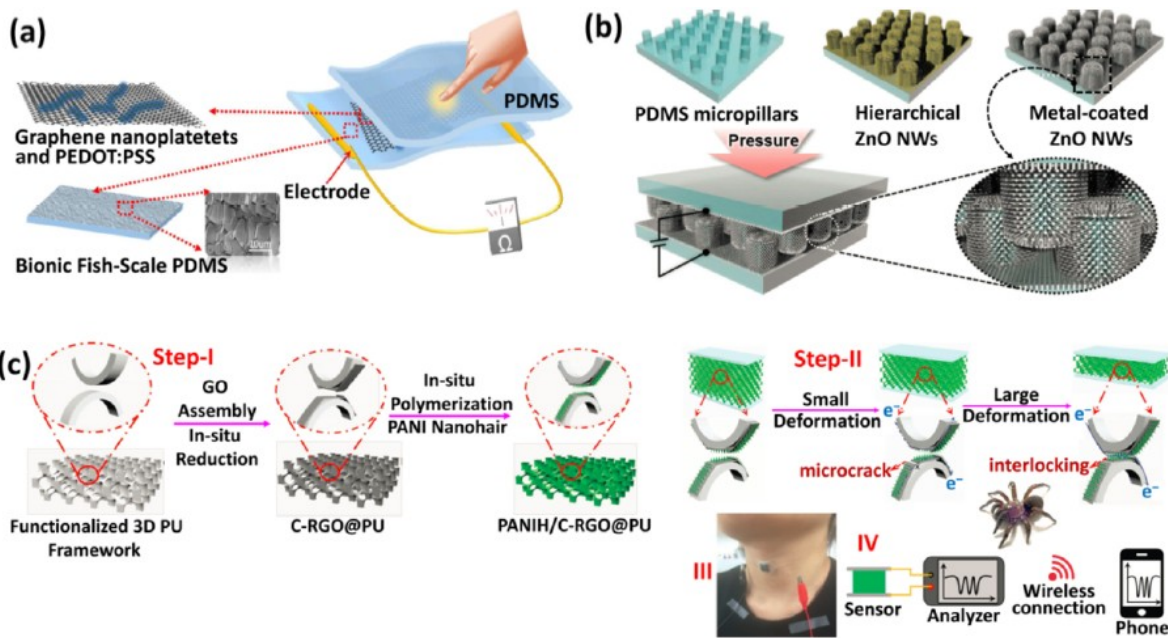
[5] R. S. Khandpur, Handbook of Biomedical Instrumentation, technology and applications. 2003, McGraw-Hill Publishing.

Posible clasificación de sensores




[6] J. Enderle and J. Bronzino. Introduction to Biomedical Engineering, Third edition, Academic Press. Chp 10.3.

Sensores bioinspirados



Sensores de presión bioinspirados: (a) escamas, (b) patas de gecko, (c) mecano-sensores de araña

Materials Science & Engineering R 146 (2021) 100647

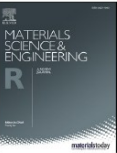


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Materials Science & Engineering R

journal homepage: www.elsevier.com/locate/mser





Nature inspired emerging sensing technology: Recent progress and perspectives

Ashis Tripathy^{a,*}, Md Julker Nine^b, Dusan Losic^{b,*}, Filipe Samuel Silva^a

^a Center for MicroElectroMechanics Systems (CMEMS), University of Minho, Campus de Azurém, 4800-058, Guimarães, Portugal

^b School of Chemical Engineering and Advanced Materials, The University of Adelaide, Adelaide, SA, 5000, Australia

[6] J. Enderle and J. Bronzino. Introduction to Biomedical Engineering, Third edition, Academic Press. Chp 10.3.