

# Introducción al curso – Electrónica Digital y Microcontroladores

Universidad de Santiago de Chile

---

Josué Meneses Díaz

20-03-2024

# Contenido

- Objetivo del curso
- Introducción
  - ¿Qué es la electrónica digital?
  - Diferencia entre digital – analógico
  - Ejemplo
  - Historia
- Programa del curso
  - Planificación
  - Diferencias
- Programas utilizados
- Evaluación
- Bibliografía
- Preguntas finales

# Objetivos del curso

- Comprender los conceptos fundamentales que rigen la Electrónica digital.
- Aprender a **analizar** y **diseñar** circuitos digitales:
  - Diseño de circuitos combinacionales.
  - Diseño de circuitos secuenciales.
- Conocer las características generales de los microcontroladores (MCU).
  - Arquitectura
  - Como programar un MCU
- Programar e implementar MCU para la solución de problemas ingenieriles.

# INTRODUCCIÓN

# Introducción

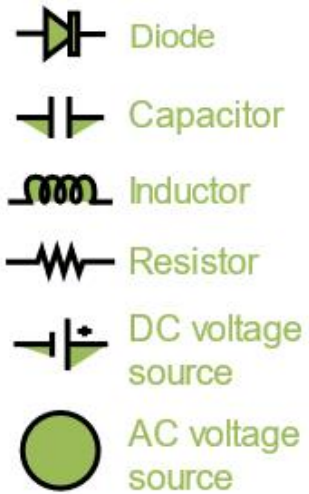
## ¿Qué es la electrónica digital?

Es el **análisis y diseño** de circuitos electrónicos que permiten llevar a cabo un o varias operaciones necesarias para completar una **decisión lógica**.

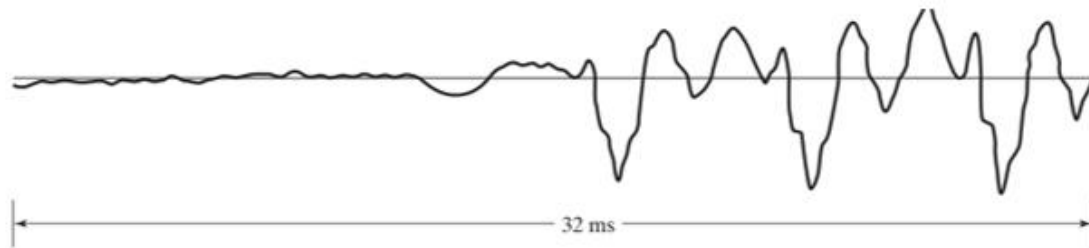
Se trabaja con señales digitales, i.e., señales que varían entre dos posibles estados: 1 y 0 (de ahí su naturaleza **binaria**).



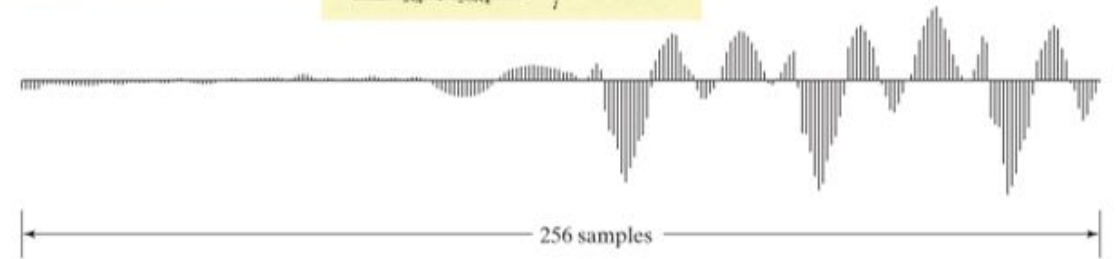
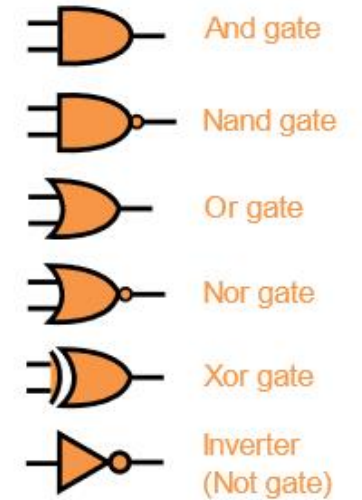
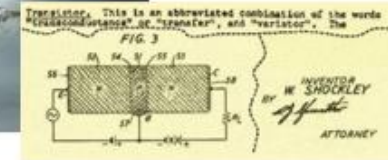
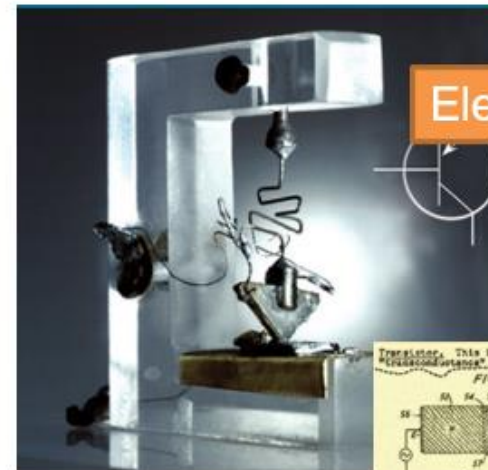
# Análogo - Digital



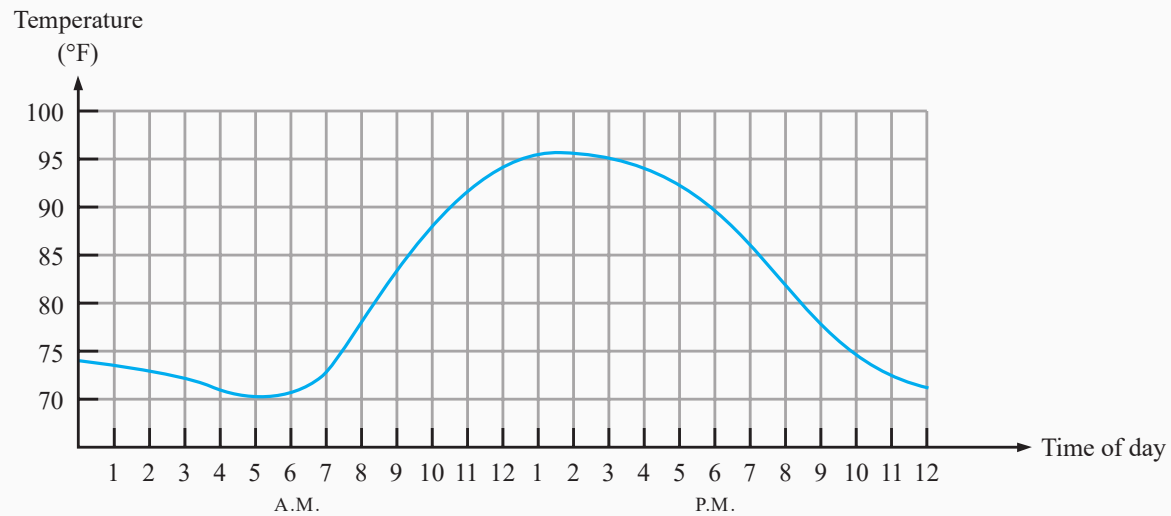
## Electrónica Analógica



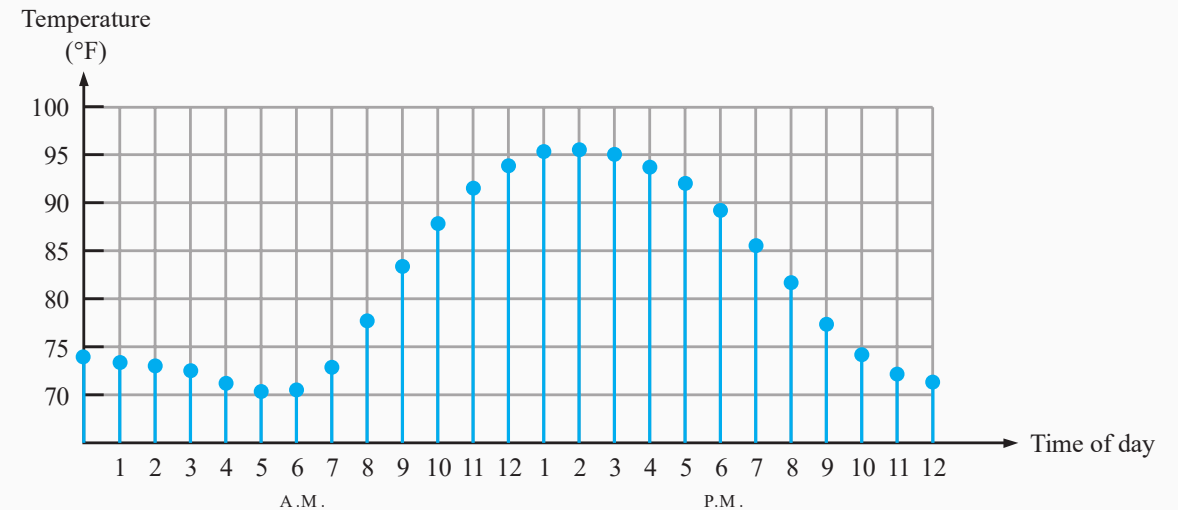
## Electrónica



# Análogo - Digital



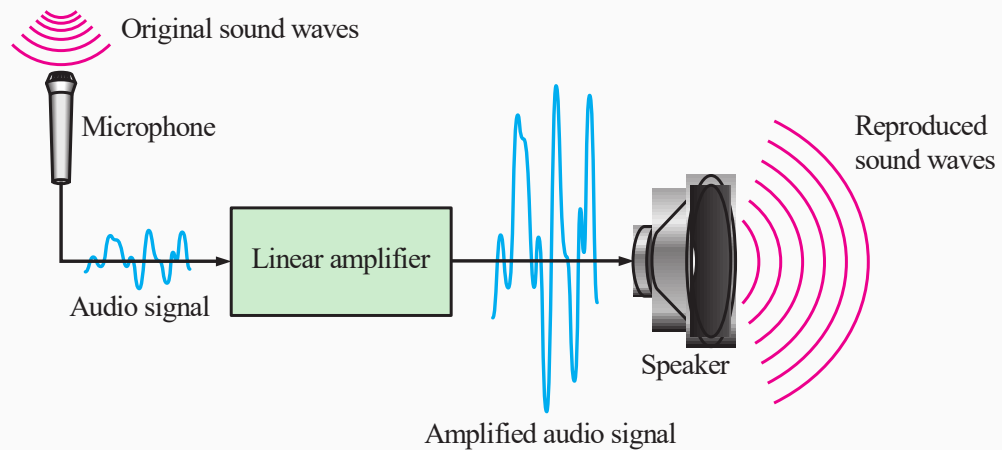
**FIGURE 1-1** Graph of an analog quantity (temperature versus time).



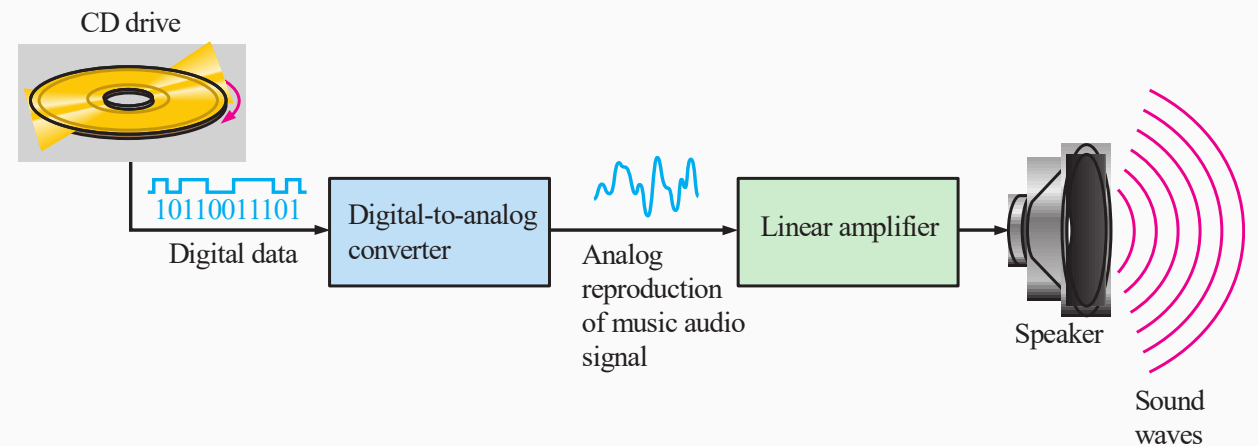
**FIGURE 1-2** Sampled-value representation (quantization) of the analog quantity in Figure 1-1. Each value represented by a dot can be digitized by representing it as a digital

Floyd, Thomas L. *Fundamentos de sistemas digitales*. Prentice Hall, 2006.

# Análogo - Digital



**FIGURE 1-3** A basic audio public address system.

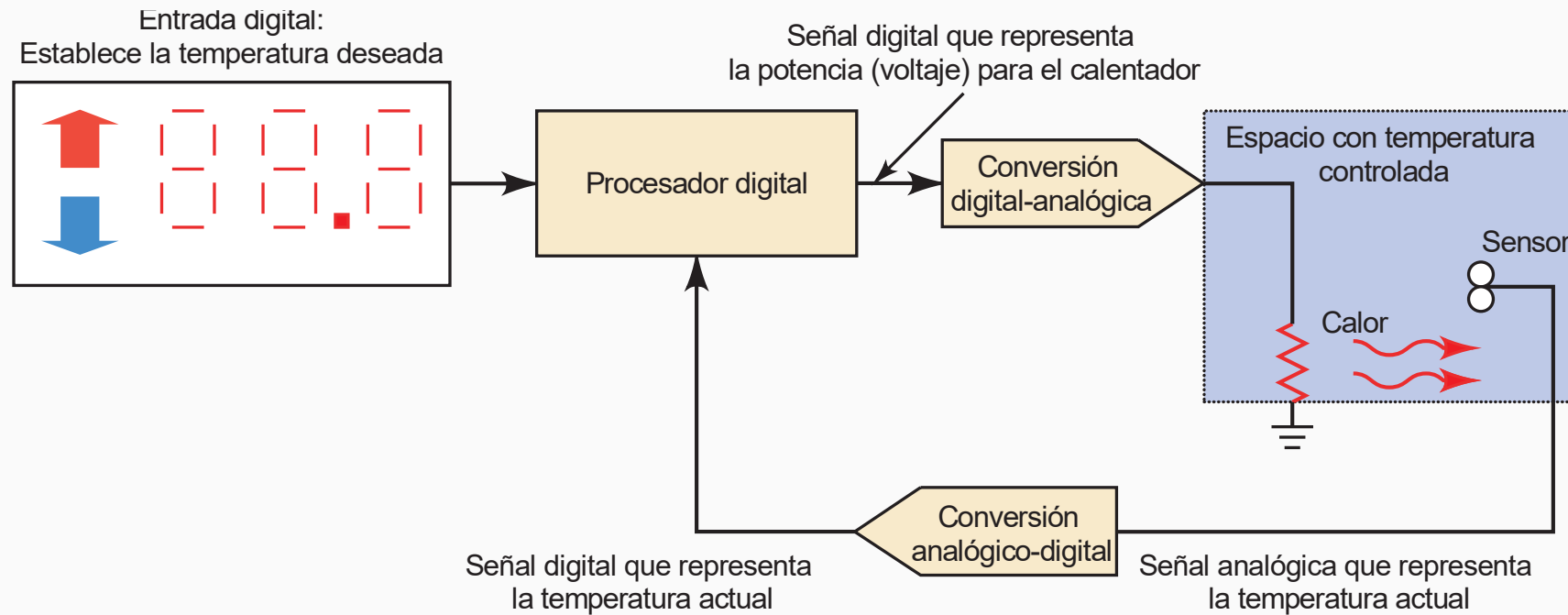


**FIGURE 1-4** Basic block diagram of a CD player. Only one channel is shown.

Floyd, Thomas L. *Fundamentos de sistemas digitales*. Prentice Hall, 2006.



# Análogo - Digital



**FIGURA 1-1** Diagrama de bloques de un sistema digital de precisión para control de temperatura.

# Análogo - Digital

## Ventajas

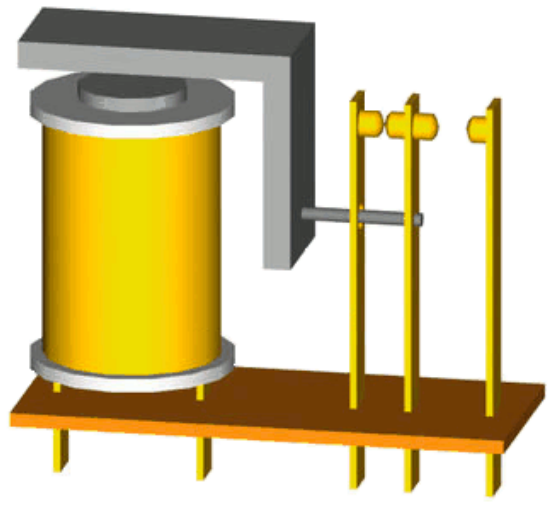
- Curva de aprendizaje rápida, diseños fáciles.
- Mayor precisión y posibilidad de programación.
- Se **elimina el ruido** entre los datos enviados.
  - Posibilidad de realizar copias exactas de datos, imágenes, música, etc.
  - Mejora considerablemente el traspaso de información desde dos medios de comunicación.
- Sus salidas por lo general son invariantes en el tiempo.
- **Almacenamiento de la Información**
  - Reproducibilidad y procesamiento

## Desventajas

- Los parámetros físicos generalmente son analógicos. Se necesita de una etapa de conversión A/D y posterior D/A.
  - Encarecimiento de los sistemas
  - Se requiere tiempo de procesamiento
- Pérdida de información al digitalizar medidas

# Introducción - Historia

- <1938 Máquinas analógicas
- 1847 - George Booles publica "**The mathematical analysis of logic**" y posteriormente "**An Investigation of the Laws of Thought (1854)**".
- 1938 – Claude Shannon publica su tesis "**A symbolic analysis of relay and switching circuits**"



Esquema funcionamiento Rele

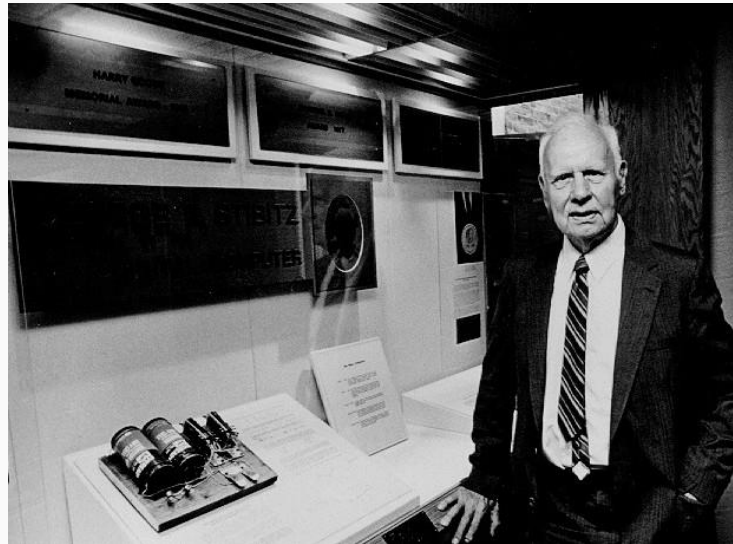
## Postulates

- $0 \cdot 0 = 0$   
A closed circuit in parallel with a closed circuit is a closed circuit.
  - $1 + 1 = 1$   
An open circuit in series with an open circuit is an open circuit.
- $1 + 0 = 0 + 1 = 1$   
An open circuit in series with a closed circuit in either order (i.e., whether the open circuit is to the right or left of the closed circuit) is an open circuit.
  - $0 \cdot 1 = 1 \cdot 0 = 0$   
A closed circuit in parallel with an open circuit in either order is a closed circuit.
- $0 + 0 = 0$   
A closed circuit in series with a closed circuit is a closed circuit.
  - $1 \cdot 1 = 1$   
An open circuit in parallel with an open circuit is an open circuit.
- At any given time either  $X = 0$  or  $X = 1$ .

Shannon, Claude E. «A symbolic analysis of relay and switching circuits». *Electrical Engineering* 57, n.º 12 (diciembre de 1938): 713-23. <https://doi.org/10.1109/EE.1938.6431064>.

# Introducción - Historia

- <1938 Máquinas analógicas
- 1847 - George Booles publica **"The mathematical analysis of logic"** y posteriormente **"An Investigation of the Laws of Thought (1854)"**.
- 1938 – Claude Shannon publica su tesis **"A symbolic analysis of relay and switching circuits"**
- 1939 - George Stibitz construye la primera computadora utilizando relés electromecánicos en los laboratorios Bell.



George Stibitz junto con su Complex Number  
Calculato

# PROGRAMA DEL CURSO

# Programa del Curso

## 1) Conceptos lógicos básicos

- Señal digital
- Niveles lógicos
- Puertas lógicas y tablas de verdad

## 2) Sistemas numéricos

- Sistema decimal
- Sistema binario
- Sistema Hexadecimal
- Conversión entre sistemas

## 3) Lógica Combinacional

- Funciones lógicas
- Teoremas booleanos
- Minitérminos y Maxitérminos
- Mapas de Karnaugh
- Aplicaciones Fundamentales

## 4) Lógica secuencial

- Latch y Flip-Flops
- Tablas de estados
- Máquinas de estados finitas
- Aplicaciones

## 5) Microcontroladores

- Componentes internos
- Programación
- Uso de Periféricos

## 6) Otros temas

- Osciladores
- Multivibradores
- Conversores AD y DA
- Tipos de Memorias

# Programación del semestre

Electrónica Digital y Microcontroladores		
01 2024		
SEMANA	FECHA CLASE	CONTENIDOS
1	miércoles 20 de marzo de 2024	Introducción al curso
		Sistemas numéricos
		Lab 1. Uso de osciloscopio. Oscilador 555
2	miércoles 27 de marzo de 2024	Puertas lógicas
		Lab 2. Puertas lógicas
3	miércoles 3 de abril de 2024	Algebra booleana
		Lab 3. Logica combinacional
		Sumador
		Sumador con acarreo
		Sumador con cascada
4	miércoles 10 de abril de 2024	Presentación aplicaciones
		Lab 4. Binario a BCD. D7S
5	miércoles 17 de abril de 2024	Lógica secuencial
		Lab. 5 Armado de flipflop
6	miércoles 24 de abril de 2024	Análisis y diseño secuencial
		Lab. 6 Diseño secuencial
7	miércoles 1 de mayo de 2024	Feriado
8	miércoles 8 de mayo de 2024	Introducción a microcontroladores
		Lab. 7.Cronómetro simple con D7S
9	miércoles 15 de mayo de 2024	Semana de receso
10	miércoles 22 de mayo de 2024	Conversor analogo-digital
		Lab 8. Medición análoga
11	miércoles 29 de mayo de 2024	Conversor digital-análoga
		Lab 9. Generación de funciones
12	miércoles 5 de junio de 2024	Uso de interrupciones
13	miércoles 12 de junio de 2024	Lab 10. Cronometro 2
14	miércoles 19 de junio de 2024	Proyecto final - Presentación de ideas
15	miércoles 26 de junio de 2024	
16	miércoles 3 de julio de 2024	
17	miércoles 10 de julio de 2024	Presentación Proyecto

# SOFTWARE



# Softwares - Diseños digitales

Logisim-evolution

LT-Spice

SimulIdc

Proteus

Multisim

- Folk de [Logisim](#) (2014)
- Software libre, multiplataforma.
- Características
  - Fácil diseño de circuitos lógicos.
  - Cronograma
  - Simulación en tiempo real
  - VHDL
  - TCL/TK
  - Elementos como LED, TTLs, switches, etc.

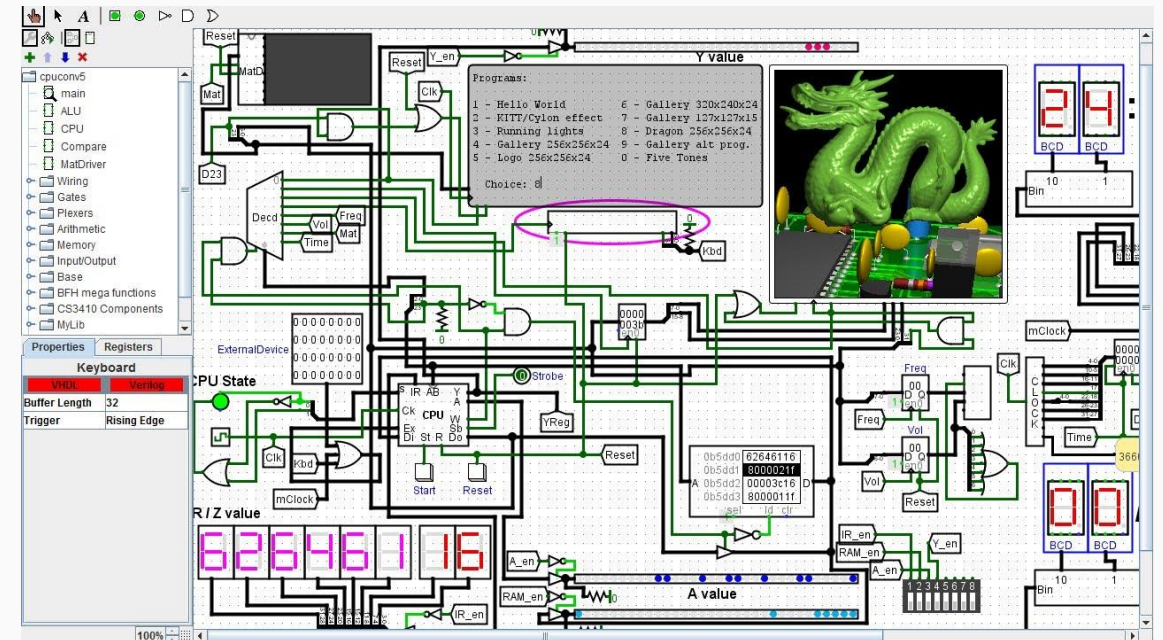


Fig. Diseño de [CPU \(pc\)](#) utilizando Logisim-evolution.



[logisim-evolucion - Github](#)

# Softwares - Diseños digitales

Logisim-evolution

**LT-Spice**

Simulde

Proteus

Multisim

- Software gratuito, de la empresa AnalogDevice
- Utiliza el lenguaje **Spice**
  - Simulación de circuitos analógicos y digitales.
- Diferentes tipos de estudios:
  - AC, DC,
  - Transiente,
  - Freq, etc.



[LT-Spice - Analog Devices](#)

# Softwares - Diseños digitales

Logisim-evolution

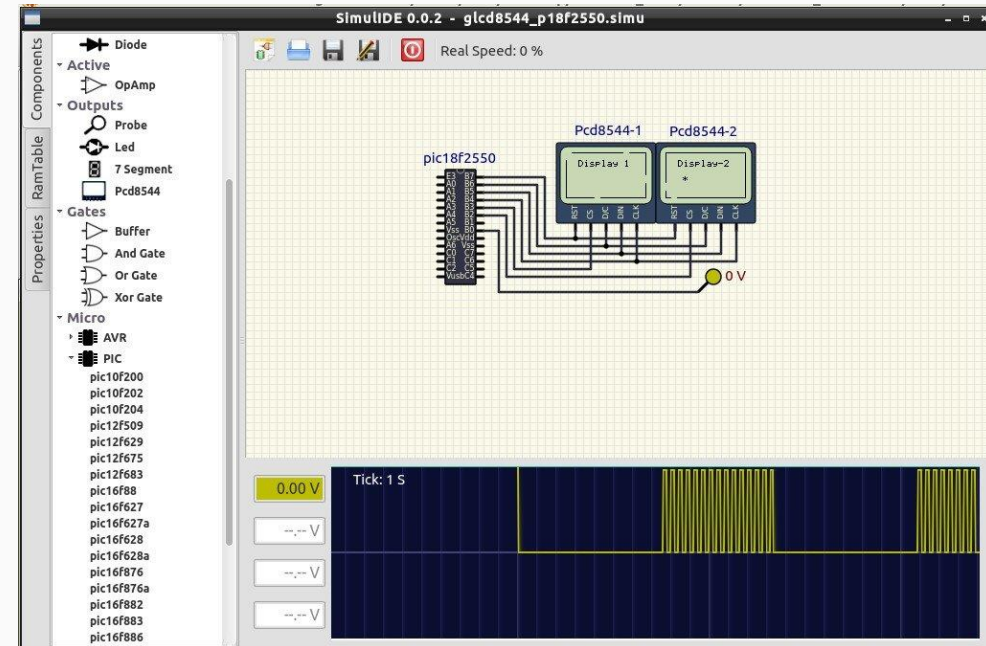
LT-Spice

**SimulIDE**

Proteus

Multisim

- Gratuito, Software libre, multiplataforma
- Permite simulación de:
  - Sistemas digitales
  - Microcontroladores
    - Arduino
    - PIC



[SimulIDE - official Page](#)

# Softwares - Diseños digitales

Logisim-evolution

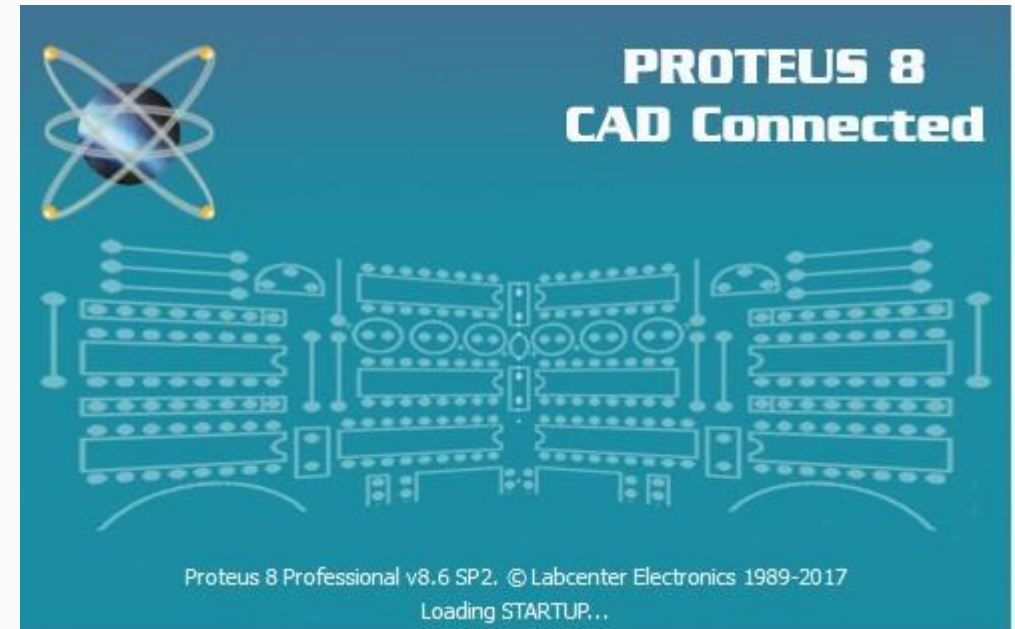
LT-Spice

SimulId

**Proteus**

Multisim

- Programa Propietario
- También basado en Spice
- Gran número de elementos digitales para simulación
- Permite diseño de PCB
- Posee una amplia librería para la simulación de Microcontroladores (MCU)



[Proteus - official Page](#)

# Softwares - Diseños digitales

Logisim-evolution

LT-Spice

SimulIde

Proteus

**Multisim**

- Programa Propietario
  - NI (National Instrument)
- También basado en Spice
- Permite simular circuitos analógicos y digitales
- Permite diseño de PCB



[NI – Official Page](#)

# Softwares - Microcontroladores

MPLAB

Arduino IDE

Microchip Studio

- Programa propietario, con versión gratuito
- Permite programar y grabar en los microcontroladores PIC y Atmel.
  - Necesita compilador XC8.
- Permite programar en Ensamblador y C (mod)



[MPLAB IDE – OfficialPage](#)  
[MPLAB XC8](#)

# Softwares - Microcontroladores

MPLAB

Arduino IDE

Microchip Studio

- Programa Opensource de código abierto
- Plataforma de desarrollo para las placas de desarrollo Arduino
  - MCU ATmega328
- Permite programar en C (mod)



[Arduino - Official Page](https://www.arduino.cc/)

# Softwares - Microcontroladores

MPLAB

Arduino IDE

Microchip Studio

- Programa propietario, con versión gratuito.
- Permite programar y grabar en los microcontroladores AVR (Arduino).
- Permite programar en Ensamblador y C (mod).



[Microchip Studio – OfficialPage](#)



# Evaluaciones

2h – 8:15 a 9:35

2h – 09:50 a 11:10

## Laboratorios (70%)

- Reportes de Laboratorio
- Presentaciones
- Simulaciones

+

## Proyecto final (30%)

- Informe
- Presentación

El curso no contempla Examen

# Plataforma Moodle

The screenshot shows a Moodle course interface. At the top, there is a navigation bar with tabs: 'General', '1. Conceptos Fundamentales', '2. Sistemas Numéricos', '3. Puertas Lógicas y Lógica combinacional', '3. Presentaciones Aplicaciones', '4 - Lógica Secuencial', and '5 - Microcontrolador PIC'. Below this, there is a sub-navigation bar with 'Temas Presentaciones' and 'Tema 6'. The main content area features a large orange banner with the text 'TÓPICO - ELECTRÓNICA DIGITAL Y MICROCONTROLADORES' and logos for 'DEPARTAMENTO DE FÍSICA' and 'INGENIERÍA FÍSICA'. Below the banner, there is a grid of six colored boxes representing different course sections: 'HORARIO' (teal), 'BIBLIOGRAFÍA' (light gray), 'SOFTWARES' (orange), 'AVISOS' (gray), 'PROFESOR' (dark blue), and 'PROGRAMA' (light gray). To the right of the grid, there is a 'Su progreso' section with a progress bar and a 'Su progreso' link.

## >>>> SOFTWARE

A continuación encontrarán diversos los link de descargas de los programas que utilizaremos a lo largo del curso. Se recomienda instalarlos cuando sean utilizados en el curso.

- [Logisim-evolution](#) (Requiere tener instalado Java SE)
- [LT-Spice](#) (analog Devices)
- [Proteus v8.9](#)
- [Multisim v14.0](#)
- [Fritzing v0.9.9](#)

Programas Microcontroladores:

- [Arduino IDE](#)
- [MPLAB IDE](#)
- [XC8](#)
- [Microchip Studio](#)

SUBIR

Moodle - Uvirtual

# Bibliografía

- *Horowitz, P. and W. Hill (2015). The Art of Electronics. Cambridge Univ. Press.*
- *Bignell, J. W., R. L. Donovan, and G. Urbina Medel (1997). Electrónica Digital.*
- *Mano, M. M. (2003). Diseño Digital. Pearson Educación.*
- *Mano, M. M. (2017). Digital Logic and Computer Design. Pearson Education India.*
- *Karris, S. T. (2007). Digital Circuit Analysis and Design with Simulink Modeling and Introduction to CPLDs and FPGAs. Orchard Publications.*
- *Angulo Usategui, J. M. and I. Angulo Martínez (2003). “Microcontroladores PIC: Diseño Practico de Aplicaciones”.*
- *Schilling, D. L. and C. Belove (1993). “Circuitos Electrónicos: Discretos e Integrados”.*
- *Floyd, T. L. (2006). Fundamentos de Sistemas Digitales. Prentice Hall.*
- *logisim-evolution (2020). Logisim-Evolution.*
- *LTspice | Design Center | Analog Devices LTspice | Design Center | Analog Devices.*

# LAB. 1:

## OSCILOSCOPIO Y CIRCUITO OSCILADOR