

# MÁQUINAS SONORAS



# MÁQUINAS SONORAS

Electrónicas y computacionales

por Aarón Montoya Moraga y Matías Ignacio Serrano  
Acevedo

Santiago



# CONTENIDOS RESUMIDOS

Capítulo 1: Prefacio .....	1
Capítulo 2: Autores .....	3
Capítulo 3: Cursos .....	5
Capítulo 4: Herramientas .....	7
Capítulo 5: Agradecimientos .....	9
Capítulo 6: Energías .....	11
Capítulo 7: Relojes .....	13
Capítulo 8: Secuenciadores .....	15
Capítulo 9: Osciladores .....	17
Capítulo 10: Amplificadores .....	21
Capítulo 11: Filtros .....	23
Capítulo 12: Voltaje .....	25
Capítulo 13: Corriente .....	27
Capítulo 14: Potencia .....	29
Capítulo 15: Fuentes de poder .....	31
Capítulo 16: Placa de pruebas .....	33
Capítulo 17: Cables .....	35
Capítulo 18: Resistores .....	37
Capítulo 19: Capacitores .....	39
Capítulo 20: Diodos .....	41
Capítulo 21: Botones .....	43
Capítulo 22: Chip 555 .....	45
Capítulo 23: Chip 4017 .....	47
Capítulo 24: Chip 4093 .....	51
Capítulo 25: Variables .....	55
Capítulo 26: Funciones .....	57
Capítulo 27: Anexos .....	59



# CONTENIDOS DETALLADOS

<b>1</b>		
<b>PREFACIO</b>		<b>1</b>
<b>2</b>		
<b>AUTORES</b>		<b>3</b>
Aarón Montoya Moraga .....		3
Matías Ignacio Serrano Acevedo .....		4
<b>3</b>		
<b>CURSOS</b>		<b>5</b>
DIS8644 Máquinas electrónicas .....		6
DIS8645 Máquinas computacionales .....		6
Cursos tangenciales .....		6
DIS09214 Pensamiento computacional .....		6
DIS9079 Interacciones inalámbricas .....		6
<b>4</b>		
<b>HERRAMIENTAS</b>		<b>7</b>
LaTeX .....		7
Git .....		7
GitHub .....		8
KiCad .....		8
C++ .....		8
<b>5</b>		
<b>AGRADECIMIENTOS</b>		<b>9</b>
<b>6</b>		
<b>ENERGÍAS</b>		<b>11</b>
<b>7</b>		
<b>RELOJES</b>		<b>13</b>

<b>8</b>		
<b>SECUENCIADORES</b>		<b>15</b>
<b>9</b>		
<b>OSCILADORES</b>		<b>17</b>
Formas de onda .....		17
Onda sinusoidal .....		17
Onda triangular .....		18
Onda diente de sierra .....		19
Onda rectangular .....		19
Onda cuadrada .....		19
Osciladores controlados por voltaje .....		19
Osciladores de frecuencia baja .....		20
<b>10</b>		
<b>AMPLIFICADORES</b>		<b>21</b>
VCA .....		21
Moduladores .....		22
<b>11</b>		
<b>FILTROS</b>		<b>23</b>
VCF .....		23
<b>12</b>		
<b>VOLTAJE</b>		<b>25</b>
Definición .....		25
Unidades de medida .....		25
<b>13</b>		
<b>CORRIENTE</b>		<b>27</b>
Definición .....		27
Unidades de medida .....		27
<b>14</b>		
<b>POTENCIA</b>		<b>29</b>
Definición .....		29
Unidad de medida .....		29
<b>15</b>		
<b>FUENTES DE PODER</b>		<b>31</b>

Definición .....	31
<b>16</b> <b>PLACA DE PRUEBAS</b>	<b>33</b>
<b>17</b> <b>CABLES</b>	<b>35</b>
<b>18</b> <b>RESISTORES</b>	<b>37</b>
En serie .....	37
En paralelo .....	38
<b>19</b> <b>CAPACITORES</b>	<b>39</b>
En serie .....	39
En paralelo .....	40
<b>20</b> <b>DIODOS</b>	<b>41</b>
LED .....	41
<b>21</b> <b>BOTONES</b>	<b>43</b>
<b>22</b> <b>CHIP 555</b>	<b>45</b>
Patitas .....	45
Circuito astable .....	46
Circuito monostable .....	46
<b>23</b> <b>CHIP 4017</b>	<b>47</b>
Patitas .....	48
Secuenciador de 4 pasos .....	48
<b>24</b> <b>CHIP 4093</b>	<b>51</b>

Patitas .....	52
Osciladores de onda cuadrada .....	53

**25**

**VARIABLES 55**

Booleanas .....	56
Enteras .....	56
Punto flotante .....	56
Caracter .....	56

**26**

**FUNCIONES 57**

**27**

**ANEXOS 59**

100 álbumes .....	59
100 máquinas .....	63
100 organizaciones .....	66
100 personas .....	69

# 1

PREFACIO



# 2

## AUTORES

Este libro está siendo escrito a cuatro manos por dos autores, mientras se desempeñan como profesores en cursos de postgrado en la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Diego Portales, y también son estudiantes de doctorado en el Instituto de Estudios Avanzados de la Universidad de Santiago de Chile.

Es muy difícil separar el trabajo de cada persona, y gran parte del contenido a pesar de que viene de prácticas individuales, ha florecido en el trabajo en común, en la enseñanza conjunta de los mismos cursos en las mismas aulas.

### **Aarón Montoya Moraga**

Profesore asistente en la Escuela de Diseño, de la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Diego Portales. Su formación en pregrado es en ingeniería eléctrica en la Pontificia Universidad Católica de Chile (2014). Posee un magíster del Interactive Telecommunications Program de New York University (2017), y otro magíster en ciencias y artes mediales de Massachusetts Institute of Technology (2021). Actualmente es estudiante del Doctorado de Artes y Humanidades de la Universidad de Santiago de

Chile. Todos sus estudios de postgrado han sido apoyados por becas incluyendo Becas Chile, Research Assistantship MIT, Beca de arancel de doctorado USACH.

## **Matías Ignacio Serrano Acevedo**

Artista sonoro y medial. Magíster en Artes Mediales (2024) y Licenciado en Artes mención Sonido (2017), ambos de la Universidad de Chile. Becario desde 2026 del Doctorado en Artes y Humanidades de la Universidad de Santiago de Chile. Actualmente se desempeña como académico adjunto del Departamento de Artes Visuales de la U. de Chile, donde co-fundó el Núcleo de Artes Sonoras (2023). Desde 2022 es docente de arte, electrónica y medios en carreras de artes visuales y diseño en UNIACC, Universidad Diego Portales y Universidad de Chile.

# 3

## CURSOS

Este proyecto nace desde nuestro trabajo conjunto en dos cursos que propusimos en 2024 en la Escuela de Diseño en la Facultad de Arquitectura, Arte y Diseño de la Universidad Diego Portales, para estudiantes de pregrado en tercer y cuarto año. Estos cursos son de tipo taller, y reciben los nombres:

- DIS8644 Taller de diseño de máquinas electrónicas
- DIS8645 Taller de diseño de máquinas computacionales

Las primeras versiones de estos cursos fueron dictadas en 2025, y al momento de escribir estas palabras en 2026 estamos dictando sus segundas iteraciones. El de máquinas electrónicas lo dictamos los primeros semestres (marzo a julio), y el de máquinas computacionales lo dictamos los segundos semestres (agosto a diciembre).

## **DIS8644 Máquinas electrónicas**

Este curso se hace cargo en cuatro meses de formación de la enseñanza de conceptos maquinales usando circuitos integrados.

Las evaluaciones grupales son 3:

- Proyecto hecho en una placa de pruebas, sin soldadura - Proyecto hecho en software de diseño de esquemáticos - Proyecto hecho con carcasa, soldadura, simulación

## **DIS8645 Máquinas computacionales**

Este curso se hace cargo en cuatro meses de formación de la enseñanza de conceptos maquinales usando código y metáforas de programación orientada a objetos.

## **Cursos tangenciales**

En nuestras prácticas docentes recientes hemos dictado otros cursos relacionados.

### **DIS09214 Pensamiento computacional**

Curso semestral obligatorio de segundo año de pregrado en la escuela de diseño, dictado en el primer semestre 2026. Fue dictado en múltiples secciones paralelas, entre ellas una dictada por Matías Serrano en conjunto con el ayudante Santiago Gaete, y otra dictada por Aarón Montoya con la ayudante Vania Paredes.

### **DIS9079 Interacciones inalámbricas**

Curso semestral optativo de pregrado en la escuela de diseño, dictado en el primer semestre 2026 por Aarón Montoya en conjunto con el ayudante Mateo Arce. Enseñamos estrategias de uso de computación inalámbrica con microcontroladores.

# 4

## HERRAMIENTAS

Creemos que es importante compartir las herramientas que hacen posible nuestra práctica artística, que muchas de ellas son elegidas por sus bajos costos, la robustez y el cariño de las comunidades que documentan y desarrollan, y que permiten que nuestros computadores sean nuestro taller móvil.

### **LaTeX**

Este libro está programado en LaTeX. Esta herramienta tiene una larga tradición de uso en ciencias exactas y aplicadas, debido a su capacidad de citar bibliografías de forma ordenada, de crear figuras citables, y de mantener en orden proyectos muy complejos a nivel de edición.

Para este libro estamos usando adicionalmente las subherramientas Tikz y Circuitikz, que permiten crear gráficos y diagramas de circuitos electrónicos.

### **Git**

Somos gente entusiasta por el control de versiones, por lo que este libro está hecho usando Git, una herramienta de control de versiones que permite

tener no solamente una versión actual del libro, sino que también una bitácora de cada cambio.

## GitHub

GitHub es una empresa que permite el almacenamiento en la nube de repositorios con control de versiones de Git.

Además estamos usando la herramienta GitHub Actions, que permite automatizar el proceso de compilación del código fuente de este libro, y su exportación a PDF, y ser subido a un enlace permanente donde cualquier persona puede consultar la versión más reciente de este documento.

## KiCad

Kicad es un software gratuito y de fuente abierta para diseño y fabricación de circuitos electrónicos.

Es una colección de herramientas, que permiten dos grandes

## C++

C++ es un lenguaje de programación, que hereda la complejidad del lenguaje C, y le agrega la capacidad de crear clases, y con eso, un paradigma llamado programación orientada a objetos.

C++ es un lenguaje que en nuestra práctica artística cotidiana no usamos, ya que nos encontramos usando scripting en otros lenguajes más modernos, como JavaScript para web, o Python para automatización en general.

# 5

## AGRADECIMIENTOS

Este libro no habría sido posible sin la ayuda de muchas personas que han colaborado con nosotros a lo largo de su desarrollo.

Andrés Martín fue el ayudante de la primera versión del curso de máquinas electrónicas, entre marzo y julio 2025.

Janis Sepúlveda y Mateo Arce fueron los ayudantes de la primera versión del curso de máquinas computacionales, entre agosto y diciembre de 2025.

Emilia Guerra fue la ayudante de la segunda versión del curso de máquinas electrónicas, entre marzo y julio de 2026, y mientras escribo estas palabras se prepara para ser la ayudante de la segunda versión del curso de máquinas computacionales, entre agosto y diciembre de 2026.



# 6

## ENERGÍAS

La energía es un concepto difuso<sup>1</sup>.

---

1. hewitt\_fisica\_2007.



# 7

## RELOJES

Las personas tenemos un corazón, que bombea sangre, y eso nos da un cierto ritmo.

Podemos pensar en esta señal rítmica como un pulso que marca el paso del tiempo y que afecta al resto de nuestro organismo.

Los relojes pueden ser cíclicos, y presentar un ritmo constante, o pueden presentar un comportamiento caótico.

Si tenemos varios relojes, podemos sincronizarlos o no.



# 8

## SECUENCIADORES

Los secuenciadores son máquinas que generan patrones.

En un sintetizador sonoro se usan para controlar distintos parámetros sonoros, como frecuencia, amplitud, o cualquier otro parámetro que pueda ser controlado por voltaje.

Los secuenciadores presentan los siguientes parámetros posibles:

1. Ritmo
2. Número de pasos
3. Número de secuencias



# 9

## OSCILADORES

Definiremos los osciladores en varias dimensiones, pero por sobretodo nos ocuparemos en la forma de onda que generan.

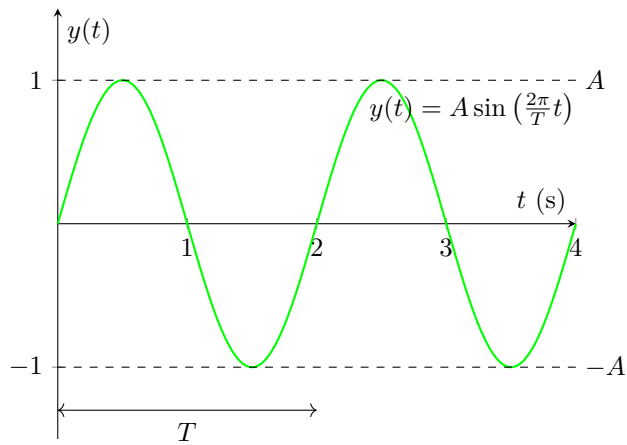
### **Formas de onda**

#### Onda sinusoidal

Una onda sinusoidal es una onda suave y continua que se repite periódicamente.

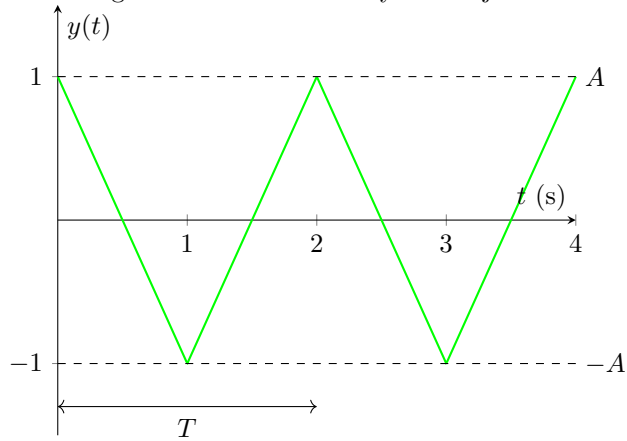
La podemos describir con tres parámetros:

- Amplitud
- Frecuencia
- Fase



### Onda triangular

La onda triangular tiene una subida y una bajada con la misma pendiente.





## Osciladores de frecuencia baja

Más conocidos como LFO, por su sigla en inglés, Low Frequency Oscillator.

# 10

## AMPLIFICADORES

Típicamente las señales eléctricas que emiten un módulo de sonido necesitan ser amplificadas antes de ser alimentadas a un parlante para ser escuchadas.

Los componentes que hacen ese trabajo se llaman amplificadores, y se representan con la letra  $A$ .

Un amplificador tiene un parámetro llamado ganancia, que se representa con la letra  $G$ . La ganancia es un número adimensional que indica cuánto se amplifica la señal de entrada.

Los amplificadores no son perfectos, y tienen una ganancia máxima, un ancho de banda, y todo tipo de limitaciones, que dependerán del uso que queramos, el precio que queramos, o la estabilidad que queramos.

### VCA

Existe en el rubro de máquinas sonoras un tipo de amplificador del tipo controlado por voltaje, que recibe el nombre VCA por sus siglas en inglés.

## Moduladores

# 11

## FILTROS

Los filtros son máquinas que operan a nivel de la frecuencia de una señal.

Existen muchos tipos de filtros, según cómo operan en la frecuencia:

- Pasabajos
- Pasaaltos
- Pasabanda
- Rechazabanda

A nivel de su funcionamiento y alimentación, existen filtros que solamente son capaces de atenuar la señal, y otros que también pueden amplificarla. Reciben los nombres de filtros pasivos y activos respectivamente.

### **VCF**

Existe en el rubro de máquinas sonoras un tipo de filtro del tipo controlado por voltaje, que recibe el nombre VCF por sus siglas en inglés.



# 12

## VOLTAJE

### **Definición**

### **Unidades de medida**

El voltaje se mide en Joule por Coulomb  $\frac{J}{C}$ , pero por conveniencia se usa el Volt  $V$  donde:

$$V = \frac{J}{C} \quad (12.1)$$



# 13

## CORRIENTE

### Definición

La corriente eléctrica es el flujo de carga eléctrica que pasa por un conductor en un tiempo determinado.

La corriente eléctrica se simboliza con la letra  $I$ , la carga eléctrica se simboliza con la letra  $Q$  y el tiempo se simboliza con la letra  $t$ .

$$I = \frac{Q}{t} \quad (13.1)$$

### Unidades de medida

Las unidades de medida de carga eléctrica son Coulomb  $C$  y de tiempo es el segundo  $s$ .

La unidad de medida de corriente eléctrica entonces es:

$$\frac{C}{s} \quad (13.2)$$

Por conveniencia se usa Ampere  $A$  donde:

$$A = \frac{C}{s} \quad (13.3)$$



# 14

## POTENCIA

### Definición

La potencia eléctrica se define como la cantidad de energía eléctrica que se consume o se produce en un circuito eléctrico, por unidad de tiempo.

### Unidad de medida

La unidad de medida de energía eléctrica es el Joule  $J$ , y la unidad de medida de tiempo es el segundo  $s$ .

La unidad de medida de potencia eléctrica entonces es:

$$\frac{J}{s} \quad (14.1)$$

Por conveniencia se usa el Watt  $W$ , donde:

$$W = \frac{J}{s} \quad (14.2)$$



# 15

## FUENTES DE PODER

Las fuentes de poder son necesarias para la alimentación y funcionamiento correcto y seguro de un circuito eléctrico y de cualquiera de las máquinas.

En este capítulo abordaremos las fuentes de poder de forma conceptual, y también introduciremos algunos estándares usados en la industria de sintetizadores sonoros y de audio, y las que usamos en nuestras prácticas.

### Definición

Una fuente de poder entrega potencia, esto es, energía por unidad de tiempo, que podemos medir en  $\frac{J}{s}$  o su equivalente  $W$ .

Para entregar potencia, una fuente de poder eléctrica entrega voltaje y corriente, cuyo producto resulta en potencia, recordemos:

$$P = V \cdot I \quad (15.1)$$

y si operamos las unidades de voltaje y corriente podemos llegar a la unidad de potencia, Watt:

$$\frac{J}{C} \cdot \frac{C}{s} = \frac{J}{s} = W \quad (15.2)$$



# 16

## PLACA DE PRUEBAS

La placa de pruebas recibe varios nombres según país.

En Estados Unidos se conoce como *breadboard*, en Chile recibe el nombre de *protoboard*.



# 17

## CABLES

Los cables son un componente básico que permiten hacer conexiones.

Existen muchos sabores, cables dupont, de audio, de poder, caimán, etc.



# 18

## RESISTORES

Los resistores son componentes pasivos de dos terminales que se utilizan para limitar la corriente eléctrica en un circuito.

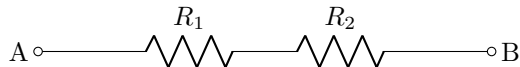
Se representan con el símbolo  $R$  y se miden en Ohms, cuyo símbolo es la letra griega omega ( $\Omega$ ).

En este libro usamos la palabra resistor para denominar al componente, y la palabra resistencia para referirnos a la propiedad física del material, entonces, el resistor tiene resistencia.

En español muchas veces se usa la palabra resistencia para ambos conceptos, pero preferimos hacer la distinción, tal como se hace en inglés entre resistor y resistance.

### En serie

Si tenemos dos resistores en serie, llamados  $R_1$  y  $R_2$ , entre los nodos A y B, podemos diagramarlos así:



Podemos reemplazar estos dos resistores por uno equivalente  $R_{eq}$ , que se calcula usando la fórmula:

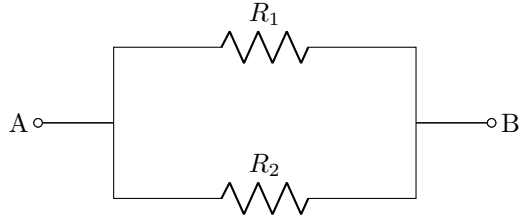
$$R_{eq} = R_1 + R_2 \quad (18.1)$$

y diagramado así:



### En paralelo

Si tenemos dos resistores en paralelo, llamados  $R_1$  y  $R_2$ , entre los nodos A y B, podemos diagramarlos así:



Podemos reemplazar estos dos resistores por uno equivalente  $R_{eq}$ , que se calcula usando la fórmula:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (18.2)$$

o usando la fórmula equivalente:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (18.3)$$

y diagramado así:



# 19

## CAPACITORES

Los capacitores son componentes pasivos de dos terminales que se utilizan para almacenar energía eléctrica en un circuito.

Se representan con el símbolo  $C$  y se miden en Farads, cuyo símbolo es la letra F mayúscula (F).

En este libro usamos la palabra capacitor para denominar al componente, y la palabra capacitancia para referirnos a la propiedad física del material, entonces, el capacitor tiene capacitancia.

En español muchas veces se usa la palabra capacitancia para ambos conceptos, pero preferimos hacer la distinción, tal como se hace en inglés entre capacitor y capacitance.

También en español se tiende a usar la palabra condensador, pero nos gusta en este libro que el nombre del componente sea lo más parecido posible a su propiedad física, entonces preferimos usar la palabra capacitor.

Así los resistores tienen o ejercen resistencia, y los capacitores tienen o ejercen capacitancia.

### En serie

Si tenemos dos capacitores en serie, llamados  $C_1$  y  $C_2$ , entre los nodos A y B, podemos diagramarlos así:



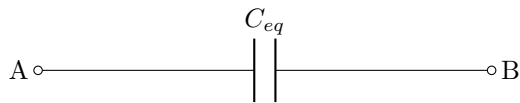
Podemos reemplazar estos dos capacitores por uno equivalente  $C_{eq}$ , que se calcula usando la fórmula:

$$C_{eq} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \quad (19.1)$$

o usando la fórmula equivalente:

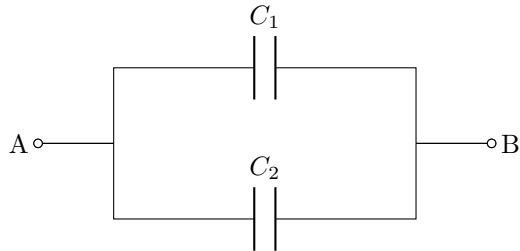
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (19.2)$$

y diagramado así:



## En paralelo

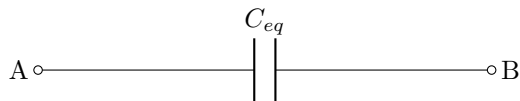
Si tenemos dos capacitores en paralelo, llamados  $C_1$  y  $C_2$ , entre los nodos A y B, podemos diagramarlos así:



Podemos reemplazar estos dos capacitores por uno equivalente  $C_{eq}$ , que se calcula usando la fórmula:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 \quad (19.3)$$

y diagramado así:



# 20

## DIODOS

Los diodos son componentes que permiten el paso de corriente eléctrica en un solo sentido.

Existen varios tipos de diodos, incluyendo:

1. Diodo rectificador
2. Diodo Zener
3. LED

### LED

Un LED es un tipo de diodo que emite luz cuando la corriente eléctrica pasa a través de él.



# 21

## BOTONES

Existen libros completos dedicados a explicar interfaces para el diseño de instrumentos musicales<sup>1</sup> que recomendamos mucho leer, pero por ahora partiremos por los botones, un humilde componente que encierra muchísima expresividad según cómo lo usemos.

---

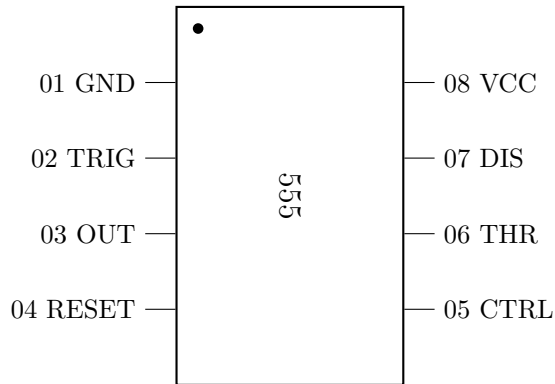
1. [bjorn\\_push\\_2021](#).



# 22

## CHIP 555

El chip 555 es un circuito integrado que se utiliza para generar señales de temporización.



*Figura 22-1: Integrado 555*

### Patitas

El chip 555 tiene 8 patitas.

- 01: GND: tierra
- 02: TRIG: gatillo

- 03: OUT: salida
- 04: RESET: resetea el circuito
- 05: CTRL: control
- 06: THR: umbral
- 07: DIS: descarga
- 08: VCC: voltaje de alimentación

## Circuito astable

La configuración astable del chip 555 nos permite oscilar entre dos estados, lo que es útil para generar señales de reloj, o de frentón para osciladores de baja frecuencia o de audio.

### Alimentación

1. Patita 4 conectada a  $V_{CC}$
2. Patita 8 conectada a  $V_{CC}$
3. Patita 1 conectada a GND
4. Patita 5 conectada a GND a través de un capacitor cerámico de 100 nF

### Entradas

1. Patita 2 conectada a patita 6
2. Patita 2 conectada a tierra a través de un capacitor electrolítico de 10  $\mu\text{F}$
3. Patita 2 conectada a la patita 3 de un potenciómetro de 100 k $\Omega$
4. Patita 7 conectada a patita 2 del mismo potenciómetro del paso anterior
5. Patita 7 conectada a  $V_{CC}$  a través de un resistor de

### Salidas

1. Patita 3 es la salida del circuito

Recomendamos para probar la salida del circuito, conectar la patita 3 a un LED y un resistor de 220  $\Omega$  a tierra.

## Circuito monostable

# 23

## CHIP 4017

El 4017 es un contador de décadas.

Lo usaremos para secuenciar.

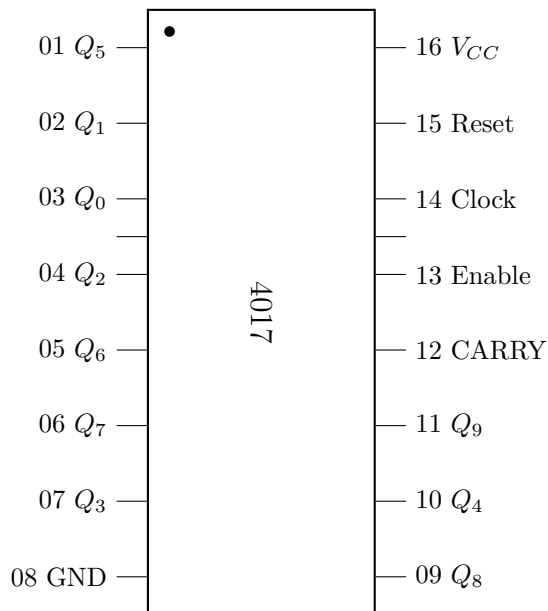


Figura 23-1: Integrado 4017

## Patitas

El chip 4017 tiene 16 patitas.

- 01:  $Q_5$
- 02:  $Q_1$
- 03:  $Q_0$
- 04:  $Q_2$
- 05:  $Q_6$
- 06:  $Q_7$
- 07:  $Q_3$
- 08: GND
- 09:  $Q_8$
- 10:  $Q_4$
- 11:  $Q_9$
- 12: Carry
- 13: Enable
- 14: Clock
- 15: Reset
- 16:  $V_{CC}$

## Secuenciador de 4 pasos

Para usar el 4017 para contar 4 pasos necesitamos cumplir con los siguientes criterios:

- Alimentar el circuito integrado
- Hacer que cuente 4 pasos (de 0 a 3), y cuando llegue a 4 vuelva a 0.
- Hacer que responda al pulso de un reloj

Como las salidas de la secuencia van de 0 a 9, respetaremos esta convención de partir contando desde 0.

Como estamos construyendo un secuenciador de 4 pasos, queremos que el circuito cuente 0, 1, 2, 3, y cuando llegue a 4 vuelva a 0.

### Alimentación

1. Patita 16 a  $V_{CC}$
2. Patita 08 a GND

### Retroalimentación

Como la patita 10 es el paso 4, la conectamos a la patita 15 de reseteo, para que cuando llegue a 4, vuelva a 0.

1. Patita 10 a patita 15

### Entradas de reloj

La patita 14 recibirá la entrada de reloj, mientras que la patita 13 es la que habilita el circuito para que siga al reloj.

1. Patita 13 a GND a través de un resistor de 100 k $\Omega$  para habilitar el circuito.
2. Patita 14 recibe la conexión de un reloj, por ejemplo, la salida de un 555 en configuración astable.

### Salidas

1. Patita 02 - paso 1
2. Patita 03 - paso 0
3. Patita 04 - paso 2
4. Patita 07 - paso 3

### Patitas sin conexión

1. Patita 01
2. Patita 05
3. Patita 06
4. Patita 09
5. Patita 11
6. Patita 12



# 24

CHIP 4093

El 4093 contiene 4 compuertas lógicas NAND de 2 entradas con activador de Schmitt.

Lo usaremos para hacer osciladores de onda cuadrada.

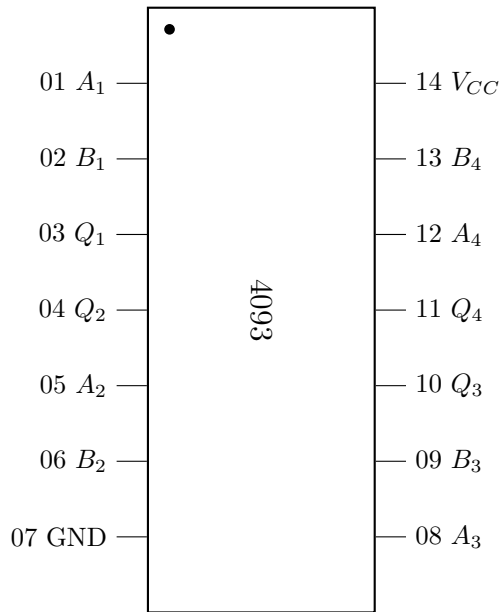


Figura 24-1: Integrado 4093

## Patitas

El chip 4093 tiene 14 patitas.

Dos patitas son para alimentación: 14 para  $V_{CC}$  y 07 para GND.

Las otras patitas corresponden a entradas y salidas de las 4 compuertas NAND, donde cada compuerta tiene 2 entradas (A y B) y una salida (Q), y están numeradas de 1 a 4.

- 01:  $A_1$
- 02:  $B_1$
- 03:  $Q_1$
- 04:  $Q_2$
- 05:  $A_2$
- 06:  $B_2$
- 07: GND
- 08:  $A_3$
- 09:  $B_3$
- 10:  $Q_3$
- 11:  $Q_4$
- 12:  $A_4$
- 13:  $B_4$
- 14:  $V_{CC}$

## Osciladores de onda cuadrada

Para usar el 4093 como osciladores, conectaremos la alimentación del circuito integrado, y luego cada compuerta de un modo que sea un oscilador de onda cuadrada.

La tabla de verdad de cada compuerta NAND es la siguiente:

A	B	Q
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Si nos concentramos en la entrada A, vemos que cuando es 0, la salida Q siempre vale 1, lo que no nos sirve para nuestra intención de oscilar.

En cambio, cuando la entrada A es 1, la salida Q es el inverso de la entrada B, lo que sí permite la oscilación.

Usaremos entonces una entrada A fija en  $V_{CC}$  cuando queremos que la compuerta oscile siempre, o una entrada A conectada a un secuenciador que permita la oscilación solamente cuando esta entrada sea  $V_{CC}$ .

### Alimentación

1. 14 a  $V_{CC}$
2. 07 a GND

### Entradas

1. 01 a  $V_{CC}$  o a un secuenciador que controle compuerta 1
2. 05 a  $V_{CC}$  o a un secuenciador que controle compuerta 2
3. 08 a  $V_{CC}$  o a un secuenciador que controle compuerta 3
4. 12 a  $V_{CC}$  o a un secuenciador que controle compuerta 4

### Salidas

1. 03 es la salida de la compuerta 1
2. 04 es la salida de la compuerta 2
3. 10 es la salida de la compuerta 3
4. 11 es la salida de la compuerta 4

### Retroalimentación

Conectaremos las entradas B de cada compuerta a su salida Q correspondiente, a través de un circuito RC.

Para lograrlo, cada entrada B se conecta a tierra a través de un capacitor, y también se conecta a su salida Q a través de un potenciómetro.

Los valores de los capacitores y los potenciómetros son los que determinan la frecuencia de oscilación de cada compuerta NAND.

1. 02 conectada a tierra a través de un capacitor de  $1 \mu F$

2. 06 conectada a tierra a través de un capacitor de  $1 \mu F$
3. 09 conectada a tierra a través de un capacitor de  $1 \mu F$
4. 13 conectada a tierra a través de un capacitor de  $1 \mu F$
5. 02 conectada a 03 a través de un potenciómetro de  $100 \text{ k}\Omega$
6. 06 conectada a 04 a través de un potenciómetro de  $100 \text{ k}\Omega$
7. 09 conectada a 10 a través de un potenciómetro de  $100 \text{ k}\Omega$
8. 13 conectada a 11 a través de un potenciómetro de  $100 \text{ k}\Omega$

# 25

## VARIABLES

En computación usamos variables para almacenar información. Existen muchos tipos, dependiendo del tipo de información que queramos almacenar.

En lenguajes como C, debemos declarar el tipo de variable que queremos usar. En lenguajes más recientes, como JavaScript o Python, no es necesario declarar el tipo de variable, ya que el lenguaje se encarga de inferirlo.

Existe entonces un compromiso: en algunos lenguajes, la persona que programa realiza mucho trabajo con mucho cuidado de planificar y diseñar el comportamiento de las variables, lo que permite que cuando el código corra, que lo haga de forma muy rápido. Por el otro lado, hay lenguajes que permiten que escribamos muy rápidamente código, sin preocuparnos por el tipo de variable, pero esto hace que cuando el código corra, lo haga de forma más lenta o ineficiente.

Cuando estamos haciendo tareas cotidianas en nuestro taller computacional, que correremos unas cuantas veces, o que no necesitamos rapidez, tendemos a prototipar en lenguajes modernos, como Python. Pero cuando estamos programando una máquina sonora, que necesita procesar audio en tiempo real, estar atenta a sensores, controlar actuadores, lo más probable es que necesitemos que esto ocurra muy rápido, por eso tenderemos a programar en lenguajes como C++.

Existe un paradigma importante: la cantidad de trabajo que se necesita para correr un programa debe repartirse entre dos entidades o momentos:

0	1
False	Verdadero
GND	$V_{cc}$

## Booleanas

Las variables booleanas son la partícula fundamental de las variables. Usan 1 bit de información, y pueden almacenar dos valores posibles:

## Enteras

Las variables de tipo entera pueden almacenar números enteros, y usan más de un bit de información.

Existen varias variantes.

## Punto flotante

Las variables de tipo punto flotante pueden almacenar números con parte decimal.

## Caracter

Las variables de tipo caracter pueden almacenar un caracter, como una letra, un número.

# 26

## FUNCIONES

Las funciones son bloques de código que realizan una tarea. Las funciones tienen un comportamiento plástico y flexible gracias al uso de parámetros.



# 27

## ANEXOS

### 100 álbumes

1. Acts Of Rebellion - Ela Minus
2. Age Of - Oneohtrix Point Never
3. Big Science - Laurie Anderson
4. Buchla Concerts 1975 - Suzanne Ciani
5. Come Away With ESG - ESG
6. Computerwelt - Kraftwerk
7. Ecstatic Computation - Caterina Barbieri
8. El Computador Virtuoso - José Vicente Asuar
9. Heaven or Las Vegas - Cocteau Twins
10. Kala - M.I.A.
11. Kid A - Radiohead
12. Low - David Bowie
13. Medúlla - Björk
14. Melody's Echo Chamber - Melody's Echo Chamber
15. Mena - Javiera Mena
16. Midnight Marauders - A Tribe Called Quest
17. Odisea - Odisea
18. Oxygène - Jean-Michel Jarre
19. Pateando Piedras - Los Prisoneros

20. Proto - Holly Herndon
21. Strawberry Jam - Animal Collective
22. Suicide - Suicide
23. Syro - Aphex Twin
24. The Disintegration Loops - William Basinski
25. The Expanding Universe - Laurie Spiegel
26. The Miseducation of Lauryn Hill - Lauryn Hill
27. The Nonesuch Guide To Electronic Music - Paul Beaver, Bernard Krause
28. Yellow Magic Orchestra - Yellow Magic Orchestra
29. 029
30. 030
31. 031
32. 032
33. 033
34. 034
35. 035
36. 036
37. 037
38. 038
39. 039
40. 040
41. 041
42. 042
43. 043
44. 044
45. 045
46. 046
47. 047
48. 048
49. 049
50. 050
51. 051
52. 052
53. 053
54. 054

55. 055
56. 056
57. 057
58. 058
59. 059
60. 060
61. 061
62. 062
63. 063
64. 064
65. 065
66. 066
67. 067
68. 068
69. 069
70. 070
71. 071
72. 072
73. 073
74. 074
75. 075
76. 076
77. 077
78. 078
79. 079
80. 080
81. 081
82. 082
83. 083
84. 084
85. 085
86. 086
87. 087
88. 088
89. 089
90. 090

- 91. 091
- 92. 092
- 93. 093
- 94. 094
- 95. 095
- 96. 096
- 97. 097
- 98. 098
- 99. 099
- 100. 100

## 100 máquinas

1. ARP 2600 - Arp Instruments
2. Chompi Sampler - Chompi
3. Cocoquantus 2 - Ciat-Lonbarde
4. Cirklon - Sequentix GmbH
5. Daisy - ElectroSmith
6. DD-3 - Boss
7. hctt - landscape
8. grid - monome
9. microGranny 2 - Bastl Instruments
10. Minilogue - Korg
11. Music Easel - Buchla
12. Organelle - Critter and Guitari
13. OP-1 - Teenage Engineering
14. Pyramid - Squarp Instruments
15. Strega - Make Noise
16. Stylophone - Dubreq
17. Synthi AKS - EMS
18. Taurus - Moog Music
19. TR-808 - Roland
20. 019
21. 020
22. 021
23. 022
24. 023
25. 024
26. 025
27. 026
28. 027
29. 028
30. 029
31. 030
32. 031
33. 032
34. 033
35. 034

36. 035
37. 036
38. 037
39. 038
40. 039
41. 040
42. 041
43. 042
44. 043
45. 044
46. 045
47. 046
48. 047
49. 048
50. 049
51. 050
52. 051
53. 052
54. 053
55. 054
56. 055
57. 056
58. 057
59. 058
60. 059
61. 060
62. 061
63. 062
64. 063
65. 064
66. 065
67. 066
68. 067
69. 068
70. 069
71. 070

72. 071  
73. 072  
74. 073  
75. 074  
76. 075  
77. 076  
78. 077  
79. 078  
80. 079  
81. 080  
82. 081  
83. 082  
84. 083  
85. 084  
86. 085  
87. 086  
88. 087  
89. 088  
90. 089  
91. 090  
92. 091  
93. 092  
94. 093  
95. 094  
96. 095  
97. 096  
98. 097  
99. 098  
100. 099  
101. 100

## 100 organizaciones

1. Ableton
2. ARP Instruments
3. Arturia
4. Bastl Instruments
5. Bleep Labs
6. Buchla Electronic Musical Instruments
7. Chase Bliss
8. Clacktronics
9. Critter and Guitari
10. Dewanatron
11. Doepfer
12. Electro-Faustus
13. Electro-Harmonix
14. Erica Synths
15. Error Instruments
16. JUCE
17. KOMA Elektronik
18. Korg
19. landscape
20. Lorre Mill
21. Make Noise
22. MeeBlip
23. monome
24. Moog Music
25. Music From Outer Space
26. Mutable Instruments
27. Novation
28. Oficina de Sonido
29. Patch Point
30. Perfect Circuit
31. Red Panda
32. Roland
33. Rucci Handmade Electronic Instruments
34. Sequential Instruments
35. Tasty Chips

36. Teenage Engineering
37. Xaoc Devices
38. 037
39. 038
40. 039
41. 040
42. 041
43. 042
44. 043
45. 044
46. 045
47. 046
48. 047
49. 048
50. 049
51. 050
52. 051
53. 052
54. 053
55. 054
56. 055
57. 056
58. 057
59. 058
60. 059
61. 060
62. 061
63. 062
64. 063
65. 064
66. 065
67. 066
68. 067
69. 068
70. 069
71. 070

72. 071  
73. 072  
74. 073  
75. 074  
76. 075  
77. 076  
78. 077  
79. 078  
80. 079  
81. 080  
82. 081  
83. 082  
84. 083  
85. 084  
86. 085  
87. 086  
88. 087  
89. 088  
90. 089  
91. 090  
92. 091  
93. 092  
94. 093  
95. 094  
96. 095  
97. 096  
98. 097  
99. 098  
100. 099  
101. 100

## 100 personas

1. Alan R. Pearlman
2. Bob Moog
3. Chris Huggett
4. Claude Shannon
5. Constanza Piña
6. Daphne Oram
7. Dave Smith
8. Derek Holzer
9. Dieter Döpfer
10. Don Buchla
11. Émilie Gillet
12. Ge Wang
13. Hainbach
14. Harald Bode
15. Herbert Deutsch
16. Iannis Xenakis
17. Jeff Snyder
18. Jessica Rylan
19. John Cage
20. John Chowning
21. Kirk Pearson
22. Laurie Spiegel
23. Nicolas Collins
24. Nicole L'Huillier
25. Peter Blasser
26. Ray Wilson
27. Rob Hordijk
28. Roger Linn
29. Serge Tcherepnin
30. Suzanne Ciani
31. Tatsuya Takahashi
32. Tom Erbe
33. Tom Oberheim
34. Tony Rolando
35. Wendy Carlos

36. Wolfgang Palm
37. 037
38. 038
39. 039
40. 040
41. 041
42. 042
43. 043
44. 044
45. 045
46. 046
47. 047
48. 048
49. 049
50. 050
51. 051
52. 052
53. 053
54. 054
55. 055
56. 056
57. 057
58. 058
59. 059
60. 060
61. 061
62. 062
63. 063
64. 064
65. 065
66. 066
67. 067
68. 068
69. 069
70. 070
71. 071

72. 072  
73. 073  
74. 074  
75. 075  
76. 076  
77. 077  
78. 078  
79. 079  
80. 080  
81. 081  
82. 082  
83. 083  
84. 084  
85. 085  
86. 086  
87. 087  
88. 088  
89. 089  
90. 090  
91. 091  
92. 092  
93. 093  
94. 094  
95. 095  
96. 096  
97. 097  
98. 098  
99. 099  
100. 100

