

Teoría de la Computación

Clase 20: Máquinas de Turing

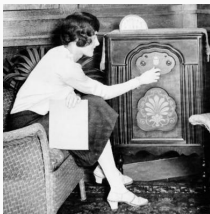
Mauro Artigiani

01 octubre 2021

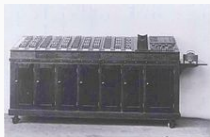
Universidad del Rosario, Bogotá

Un poco de historia

Máquinas de los 1920s-30s



Máquinas de los 1920s-30s



Máquina de Mallock

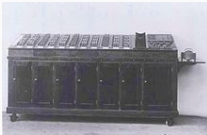
[https://](https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1933.0081)

[royalsocietypublishing.](https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1933.0081)

[org/doi/pdf/10.1098/rspa.](https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1933.0081)

[1933.0081](https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1933.0081)

Máquinas de los 1920s-30s



Máquina de Mallock

[https://](https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1933.0081)

[royalsocietypublishing.
org/doi/pdf/10.1098/rspa.](https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1933.0081)

1933.0081

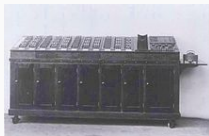


z1

[http://ed-thelen.org/comp-hist/](http://ed-thelen.org/comp-hist/Zuse_Z1_and_Z3.pdf)

[Zuse_Z1_and_Z3.pdf](http://ed-thelen.org/comp-hist/Zuse_Z1_and_Z3.pdf)

Máquinas de los 1920s-30s



Máquina de Mallock

[https://](https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1933.0081)

[royalsocietypublishing.
org/doi/pdf/10.1098/rspa.](https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspa.1933.0081)

1933.0081



z1

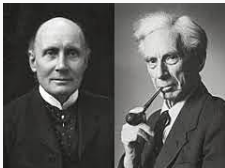
[http://ed-thelen.org/comp-hist/](http://ed-thelen.org/comp-hist/Zuse_Z1_and_Z3.pdf)

Zuse_Z1_and_Z3.pdf



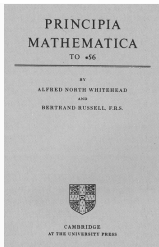
Enigma

Teoría de los 1920s-30s

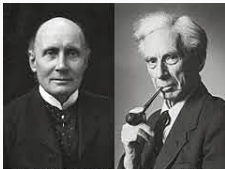


Alfred North Whitehead
(1861-1947)

Bertrand Russell
(1872-1970)

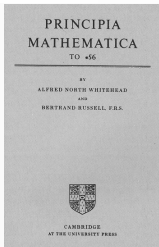


Teoría de los 1920s-30s



Alfred North Whitehead
(1861-1947)

Bertrand Russell
(1872-1970)



PRINCIPLES OF MATHEMATICAL LOGIC

BY
D. HILBERT AND W. ACKERMANN

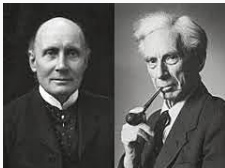
TRANSLATED FROM THE GERMAN BY
LUDWIG W. BAEZENTHAL - GEORGE C. LUSHA - F. OTTEWILL
Mathematical Philosophy - Philosophy of Mathematics - Foundations of Mathematics

REVISED AND WITH NOTES BY
ROBERT M. LUCE
Professor of Mathematics, University of California

PUBLISHED AND DISTRIBUTED BY THE PUBLISHERS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA PRESS

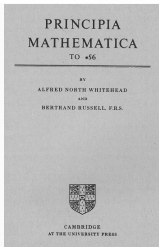
CHICAGO PUBLISHING COMPANY
NEW YORK
1955

Teoría de los 1920s-30s



Alfred North Whitehead
(1861-1947)

Bertrand Russell
(1872-1970)



PRINCIPLES OF MATHEMATICAL LOGIC

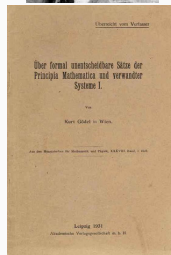
BY
D. HILBERT AND W. ACKERMANN

TRANSLATED FROM THE GERMAN BY
LUDWIG W. BRÄUNER - GEORGE C. LUSKE - F. OTTEBRIDGE
Mathematics Professor, University of Virginia - Mathematics Professor, University of Virginia - Mathematics Professor, University of Virginia

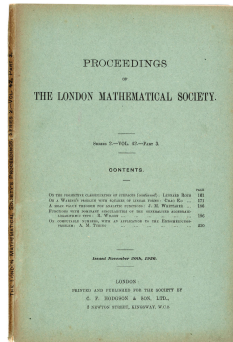
REVISED AND WITH NOTES BY
ROBERT N. LUCE
Professor of Mathematics, University of Virginia

PUBLISHED AND REPRINTED BY THE PUBLISHERS OF AUTHORITY
OF THE AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY, 1963

CHICAGO PUBLISHING COMPANY
NEW YORK
1963



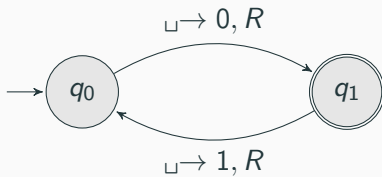
El héroe de nuestra historia



TM en vivo

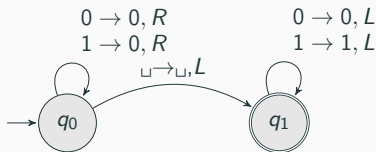
<https://turingmachinesimulator.com/>

Diagrama de transiciones



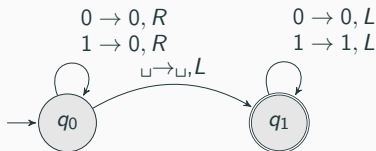
Ejercicio 1

Implemente una TM de acuerdo al siguiente diagrama de transiciones:



Ejercicio 1

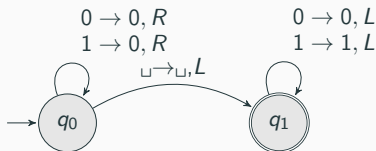
Implemente una TM de acuerdo al siguiente diagrama de transiciones:



- Describa el comportamiento de la unidad de control sobre la cinta.

Ejercicio 1

Implemente una TM de acuerdo al siguiente diagrama de transiciones:



- Describa el comportamiento de la unidad de control sobre la cinta.
- Describa el funcionamiento de la máquina sobre una entrada arbitraria $w \in \{0, 1\}^*$

Ejercicio 2

Considere la siguiente máquina que reconoce el lenguaje $\{0^n 1^n : n \geq 0\}$ y realice lo siguiente:

Ejercicio 2

Considere la siguiente máquina que reconoce el lenguaje $\{0^n 1^n : n \geq 0\}$ y realice lo siguiente:

1. Describa el comportamiento de la máquina en términos generales.

Ejercicio 2

Considere la siguiente máquina que reconoce el lenguaje $\{0^n 1^n : n \geq 0\}$ y realice lo siguiente:

1. Describa el comportamiento de la máquina en términos generales.
2. Describa el comportamiento de la unidad de control sobre el contenido de la cinta.

Ejercicio 2

Considere la siguiente máquina que reconoce el lenguaje $\{0^n 1^n : n \geq 0\}$ y realice lo siguiente:

1. Describa el comportamiento de la máquina en términos generales.
2. Describa el comportamiento de la unidad de control sobre el contenido de la cinta.
3. Escriba el correspondiente diagrama de transiciones.

Definición formal

Definición formal

Definición

Una máquina de Turing (TM) es una 7-tupla,
 $(Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, q_{\text{accept}}, q_{\text{reject}})$, donde

1. Q es el conjunto de estados
2. Σ es el alfabeto de entrada, el cual NO contiene el símbolo de cinta vacía \sqcup
3. Γ es el alfabeto de cinta, tal que $\sqcup \in \Gamma$ y $\Sigma \subseteq \Gamma$
4. $\delta: Q \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times \{L, R\}$ es la función de transición
5. $q_0 \in Q$ es el estado inicial
6. $q_{\text{accept}} \in Q$ es el estado de aceptación
7. $q_{\text{reject}} \in Q$ es el estado de rechazo, donde $q_{\text{accept}} \neq q_{\text{reject}}$

Configuraciones instantáneas

La situación completa de una máquina en un momento determinado está dada por:

- El estado en que se encuentra la unidad de control.
- El contenido de la cinta.
- La localización de la unidad de control en la cinta.

Configuraciones instantáneas

La situación completa de una máquina en un momento determinado está dada por:

- El estado en que se encuentra la unidad de control.
- El contenido de la cinta.
- La localización de la unidad de control en la cinta.

Supongamos que la unidad de control está en q_1 y que en la cinta está la cadena 00101 y que la unidad de control está en el tercer espacio de lectura. Esto se representa mediante:

$$00q_1101$$

Definición

Sea M una TM. Definimos $L(M) = \{w \in \Sigma^* : q_0 w \vdash^* x q_{\text{accept}} y\}$.

Lenguaje de una TM

Definición

Sea M una TM. Definimos $L(M) = \{w \in \Sigma^* : q_0 w \vdash^* x q_{\text{accept}} y\}$.

Sea $L \subseteq \Sigma^*$. Decimos que L es **Turing-reconocible** sii existe una TM M tal que $L(M) = L$.

Lenguaje de una TM

Definición

Sea M una TM. Definimos $L(M) = \{w \in \Sigma^* : q_0 w \vdash^* x q_{\text{accept}} y\}$.

Sea $L \subseteq \Sigma^*$. Decimos que L es **Turing-reconocible** sii existe una TM M tal que $L(M) = L$. En otras palabras, L es Turing-reconocible sii:

$w \in L$ sii al procesar w , M termina en q_{accept}

Definición

Sea M una TM. Definimos $L(M) = \{w \in \Sigma^* : q_0 w \vdash^* x q_{\text{accept}} y\}$.

Sea $L \subseteq \Sigma^*$. Decimos que L es **Turing-reconocible** sii existe una TM M tal que $L(M) = L$. En otras palabras, L es Turing-reconocible sii:

$w \in L$ sii al procesar w , M termina en q_{accept}

Decimos que L es **Turing-decidible** sii existe una TM M tal que

1. M se detiene en toda entrada y
2. $w \in L$ sii al procesar w , M termina en q_{accept}

Resumen

Hoy aprendimos:

- Un poco sobre el contexto histórico alrededor de Turing y máquinas computacionales;
- Cómo calcula una máquina de Turing;
- La definición formal de una TM.