

Universidad Mariano Gálvez de Guatemala

Sede Boca del Monte

Ingeniería en Sistemas de Información

Sección "B"

Autómatas y Lenguajes Formales

Ing. Ezequiel Urizar Araujo



## **Manual de Usuario | Máquina de Turing**

Cesar Alberto Tecún Leiva 7690-22-11766

Jesús David Sarat Obispo 7690-22-21168

Jose Daniel Tobar Reyes 7690-21-13125

Javier Estefano Martínez Lutín 7690-22-19643

Pablo Antonio Ispache Arriaga 7690-17-940

Octubre - 2024

# Índice

<b>Introducción</b>	<b>3</b>
<b>Objetivo de la Aplicación</b>	<b>4</b>
<b>Funciones Principales</b>	<b>4</b>
Definición de Transiciones	4
Simular la Maquina de Turing	4
Registro de los Pasos	4
Resultados de la evaluación	4
<b>Guía de Inicio</b>	<b>5</b>
Instrucciones para Iniciar la Aplicación	5
Abrir NetBeans:	5
Selección del Proyecto:	5
Ejecución del Proyecto:	5
<b>Descripción de la Interfaz de Usuario</b>	<b>6</b>
Campos de Entrada	6
Definición de estados	7
Definición de las funciones de transición	7
Ingreso de una cadena	7
Botones y campos de salida	7
Agregar y Eliminar Transición	8
Validar - Exportar - Importar	8
Actual y Siguiente	8
Ventanas o cuadros de diálogo adicionales	9
<b>Ejemplo de Caso de Uso</b>	<b>13</b>
Ejemplo con una cadena Rechazada	13
Ejemplo con una cadena Aceptada	16
<b>Otros ejemplos Maquina de Turing</b>	<b>20</b>
<b>Glosario</b>	<b>22</b>

## Introducción

La realización de este proyecto permite aplicar los conocimientos adquiridos en la clase de **Autómatas y Lenguajes Formales** a través del desarrollo de una **Máquina de Turing**, el desarrollo y diseño de la aplicación se realiza en el lenguaje de programación JAVA, para replicar el funcionamiento teórico de este modelo computacional fundamental.

La máquina de Turing es un concepto esencial en la teoría de la computación, utilizado para modelar procesos computacionales mediante una cinta de entrada infinita y un conjunto de reglas o transiciones.

Nuestra aplicación brinda a los usuarios la posibilidad de definir sus propias transiciones y especificar el lenguaje que desean evaluar.

A partir de estas configuraciones, pueden validar el procesamiento de una cadena de entrada en la cinta de la interfaz, observando cómo el cabezal de lectura/escritura se mueve y cambia de estado según las reglas definidas.

Al finalizar el proceso, el simulador indicará si la cadena de entrada es aceptada o rechazada.

## Objetivo de la Aplicación

La aplicación de Máquina de Turing tiene como objetivo ilustrar y ayudar a comprender el proceso de resolución de problemas computacionales simples mediante la ejecución de instrucciones definidas.

Los usuarios pueden visualizar cada paso de la ejecución, observar el estado de la cinta en cada movimiento y verificar si la máquina acepta o rechaza la cadena de entrada según las transiciones definidas.

## Funciones Principales

### Definición de Transiciones

Los usuarios pueden agregar transiciones entre estados especificando el símbolo leído, el símbolo a escribir y la dirección del movimiento del cabezal.

El estado inicial y final se deben indicar antes de definir las transiciones.

### Simular la Maquina de Turing

Inicia el procesamiento de una cadena de entrada, avanzando por los estados y registrando cada cambio en la cinta.

### Registro de los Pasos

La aplicación muestra el contenido de la cinta y el estado actual en cada paso, permitiendo a los usuarios rastrear el progreso y la lógica de la máquina.

### Resultados de la evaluación

Determina si la cadena de entrada es aceptada o rechazada según el estado de aceptación configurado.

## Guía de Inicio

### Instrucciones para Iniciar la Aplicación

#### Abrir NetBeans:

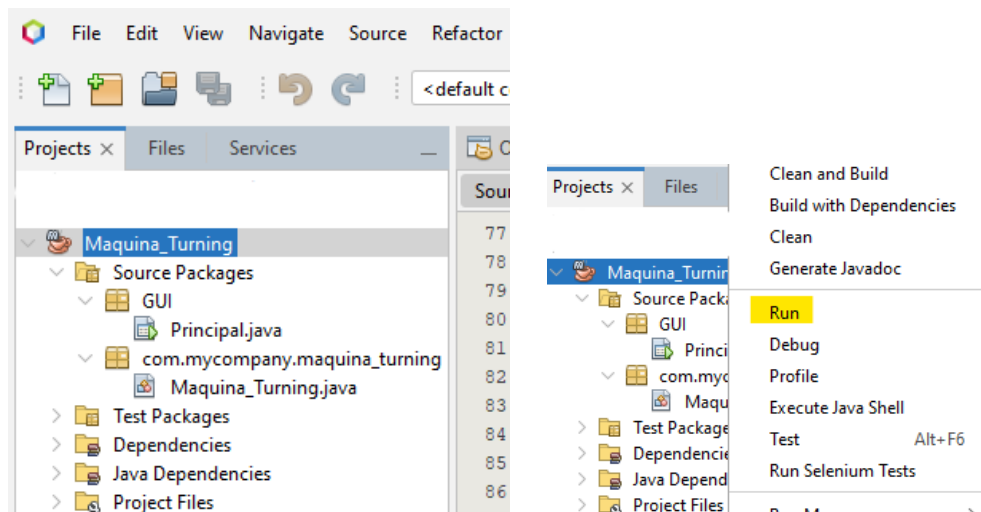
Como estudiantes se hace utilización de la IDE Apache Netbeans en su versión más reciente, por lo que se debe abrir la aplicación para visualizar el código y diseño de la aplicación.

#### Selección del Proyecto:

Si no se ha abierto el proyecto previamente, debemos ir a la opción Archivo > Abrir Proyecto y seleccionar la ruta y carpeta del proyecto de la Máquina de Turing.

#### Ejecución del Proyecto:

Dar clic derecho en el proyecto en el panel de Proyectos y dar clic en la opción Run, se compila el código y preparará la aplicación para su ejecución, lo cual iniciará la simulación de la aplicación y nos mostrará la interfaz en una ventana emergente permitiéndonos comenzar.



## Descripción de la Interfaz de Usuario

La interfaz principal de nuestra aplicación de la Máquina de Turing se compone de varias secciones sobre la misma:

Proyecto\_Final

Estado Inicial: \_\_\_\_\_

Estado Final: \_\_\_\_\_

Estado actual	Símbolo leído	Nuevo estado	Símbolo a escribir:	Movimiento (1=D, -1 =I)

Agregar Transicion

Eliminar Transicion

Ingrese una cadena

Validar Exportar Importar

---

Actual: \_\_\_\_\_

Siguiente

### Campos de Entrada

Estos campos permiten que el usuario introduzca estados, funciones de transición, lenguaje y las cadenas evaluar sobre la Máquina de Turing.

Debemos asegurar que se introduzca un formato adecuado para que la Máquina de Turing pueda interpretarla correctamente.

## Definición de estados

Acá el usuario debe ingresar los estados inicial y final para definir el camino o transiciones que debe realizar desde su inicio hasta el fin.

 Proyecto\_Final

Estado Inicial: \_\_\_\_\_

Estado Final: \_\_\_\_\_

## Definición de las funciones de transición

El usuario debe ingresar el *Estado actual*, *Símbolo leído*, *Nuevo estado*, *Símbolo a escribir*, *Movimiento (1= Derecha, -1= Izquierda)* para definir la función de transición de su elección.

Estado actual	Símbolo leído	Nuevo estado	Símbolo a escribir:	Movimiento (1=D, -1 =I)	
					Agregar Transicion
					Eliminar Transicion

## Ingreso de una cadena

El usuario ingresa una cadena de caracteres que harán referencia al lenguaje ingresado en la función de transiciones para evaluar si es aceptado o rechazado.

Ingrese una cadena

Validar

Exportar

Importar

## Botones y campos de salida

Estos componentes de la interfaz son los que lanzarán a la acción lo que anteriormente el usuario ha introducido en los campos de entrada, se emplean los siguientes:

## Agregar y Eliminar Transición

Estos botones se accionan dando clic sobre ellos luego de ingresar una función de transición y el lenguaje del mismo en la sección de campos de entrada.

Estado actual	Símbolo leído	Nuevo estado	Símbolo a escribir:	Movimiento (1=D, -1 =I)

## Validar - Exportar - Importar

Estos botones se accionan dando clic sobre ellos y su función es **validar** la entrada de una cadena luego de que el usuario agrega en la sección de campos de entrada los estados inicial-final, y la función de transición, además se puede usar *Exportar* e *Importar* para seleccionar un archivo .csv.

Ingrese una cadena




## Actual y Siguiente

El apartado **Actual** y la sección rectangular gris al lado del mismo son campos de salida donde se mostrará la cinta y el estado por el cual pasa cada iteración de la función de transición evaluando la misma.

El botón **siguiente** habilita la sección en gris y muestra la cinta y válida hasta finalizar en aceptación o rechazado.

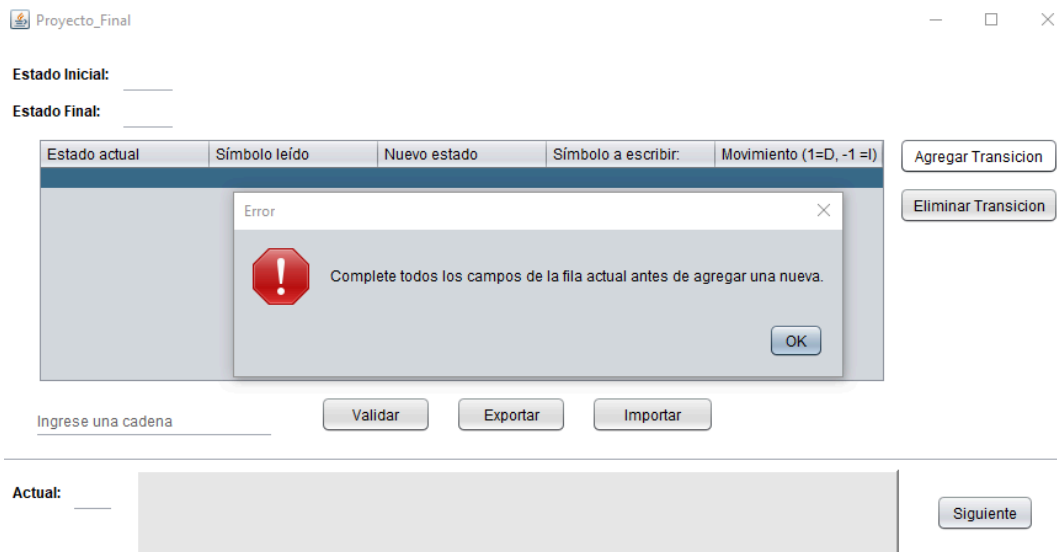
Actual: \_\_\_\_\_



## Ventanas o cuadros de diálogo adicionales

Estas son ventanas que emergen al tener una entrada inválida, al realizar una acción de exportar o importar, entre otras.

1. Al dar clic sobre el botón **Agregar** Transición sin haber llenado los campos completos o alguna columna de la fila este mensaje aparecerá indicando que se deben completar para continuar con el programa, dar clic en la z



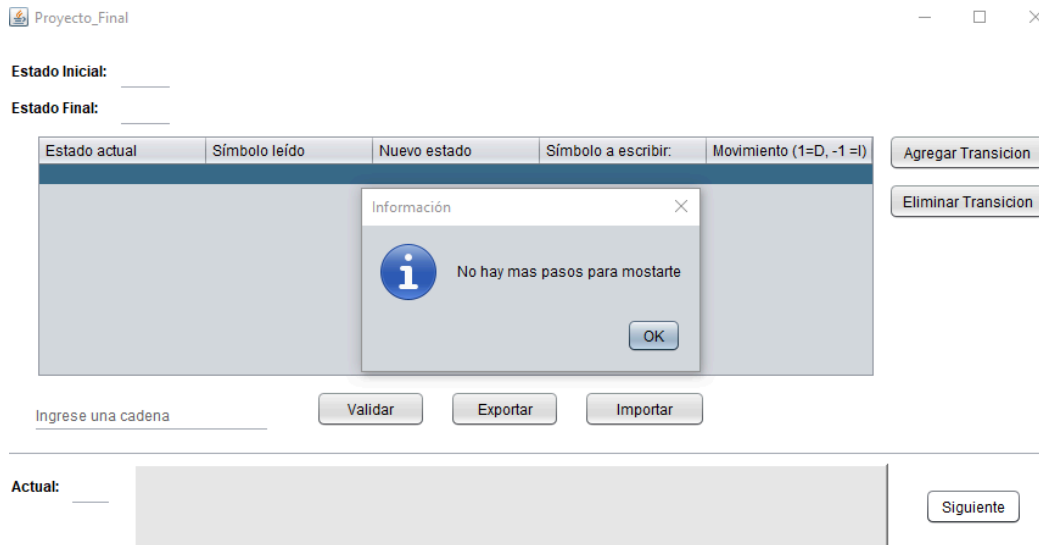
2. Al dar clic sobre el botón **Validar** sin haber introducido ningún estado inicial-final y transiciones se alerta y envía un mensaje donde indica completar los campos faltantes.

The screenshot shows the 'Proyecto\_Final' application window. At the top, there are input fields for 'Estado Inicial:' and 'Estado Final:'. Below these is a table with five columns: 'Estado actual', 'Símbolo leído', 'Nuevo estado', 'Símbolo a escribir', and 'Movimiento (1=D, -1 =I)'. To the right of the table are two buttons: 'Agregar Transición' and 'Eliminar Transición'. An error dialog box is displayed in the center, titled 'Error', with a red exclamation mark icon and the text 'Por favor, completa todas las transiciones en la tabla.' and an 'OK' button. Below the table, there is an input field labeled 'Ingrese una cadena' and three buttons: 'Validar', 'Exportar', and 'Importar'. At the bottom, there is an 'Actual:' label, a large empty text area, and a 'Siguiete' button.

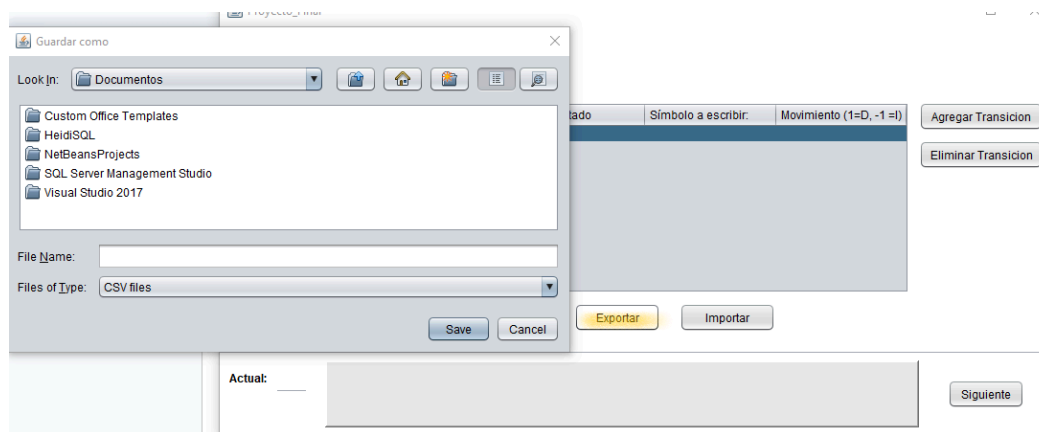
3. Al dar clic sobre el botón **Eliminar** Transición aparecerá un cuadro de diálogo con opciones Yes/No la cual se responde si la respuesta a la pregunta es positiva o negativa.

The screenshot shows the 'Proyecto\_Final' application window. It features the same interface as the previous screenshot, including the 'Estado Inicial:' and 'Estado Final:' fields, the transition table, 'Agregar Transición' and 'Eliminar Transición' buttons, the 'Ingrese una cadena' field, 'Validar', 'Exportar', and 'Importar' buttons, and the 'Actual:' label with a text area and 'Siguiete' button. A confirmation dialog box is displayed in the center, titled 'Confirmar Eliminación', with a question mark icon and the text '¿Estás seguro de que deseas eliminar esta transición?' and 'Yes' and 'No' buttons.

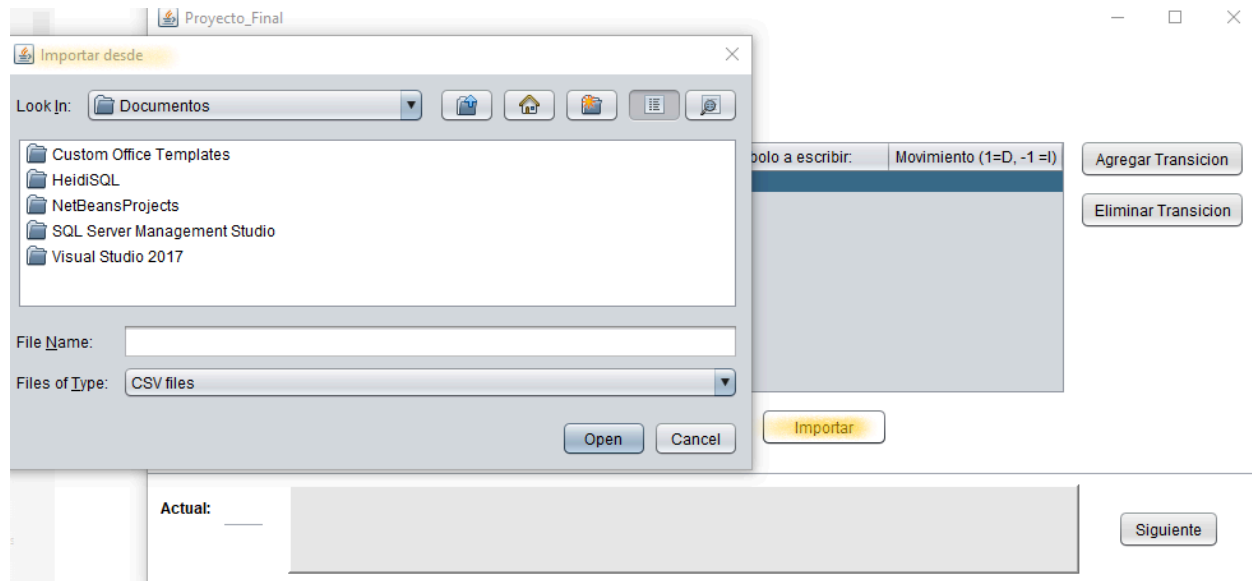
4. Al dar clic en el botón **Siguiete** de la parte inferior derecha emerge una ventana indicando que sobre la cinta no hay más opciones para mostrar, ya sea porque la cadena ingresada fue aceptada, rechazada, o bien está vacía.



- Al dar clic sobre el botón **Exportar** se abre una ventana donde podremos Guardar o "exportar" los datos actuales de la aplicación en un archivo .csv



- Al dar clic sobre el botón Importar se abre una ventana donde podremos cargar datos desde un archivo .csv este los agrega o reemplaza en la aplicación de la Máquina de Turing.



## Ejemplo de Caso de Uso

En esta sección se hará un ejemplo del uso de la aplicación Máquina de Turing.

Para ello haremos utilización de:

Alfabeto:	$\Sigma = \{1, 0\}$
Alfabeto Cinta:	$T = \{1, 0, \_ \}$
Estados:	$Q = \{q_0, q_1, q_2\}$
Est Acep:	$q_2$
Est Inic:	$q_0$
Función Transición:	


  

Estado	Símbolo Leído	Nuevo Estado	Símbolo Escrito	Movimiento
$q_0$	0	$q_1$	1	R
$q_1$	1	$q_0$	0	R
$q_1$	_	$q_2$	_	R

### Ejemplo con una cadena Rechazada

Pasos:

1. El usuario debe ingresar en los campos de **Estado Inicial** y **Estado Final** los estados con que iniciará y finalizará la Máquina de Turing, la sintaxis debe ser **q#** en ambos campos.
2. Con la tabla de transiciones brindada se ingresa en la tabla de **Función de Transición** de nuestra aplicación Máquina de Turing, en la misma llenando todos los campos necesarios para evaluar luego una cadena de caracteres del lenguaje propuesto.

 Proyecto\_Final
 — □ ×

Estado Inicial:

Estado Final:

Estado actual	Símbolo leído	Nuevo estado	Símbolo a escribir:	Movimiento (1=D, -1=L)
q0	0	q1	1	1
q1	1	q0	0	1
q1	_	q2	_	1

Agregar Transición
   
 Eliminar Transición

3. El usuario debe ingresar una cadena propia del lenguaje para evaluar el mismo, en este caso se ha colocado una cadena la cual será rechazada y luego se colocará una que será aceptada.

Estado Inicial: q0

Estado Final: q2

Estado actual	Símbolo leído	Nuevo estado	Símbolo a escribir:	Movimiento (1=D, -1 =I)
q0	0	q1	1	1
q1	1			1
q1	-			1

Agregar Transicion

Eliminar Transicion

Message

La cadena ha sido rechazada.

OK

1001

Validar Exportar Importar

4. Validación secuencial de la cinta con la cadena inválida, se debe dar clic en el botón siguiente para visualizar el estado y la cinta.

1001

Validar Exportar Importar

---

Actual: q0

Estado actual: q0

Siguiente

1001

Validar Exportar Importar

---

Actual: q0

-----[1]001-----

Siguiente

1001

Validar Exportar Importar

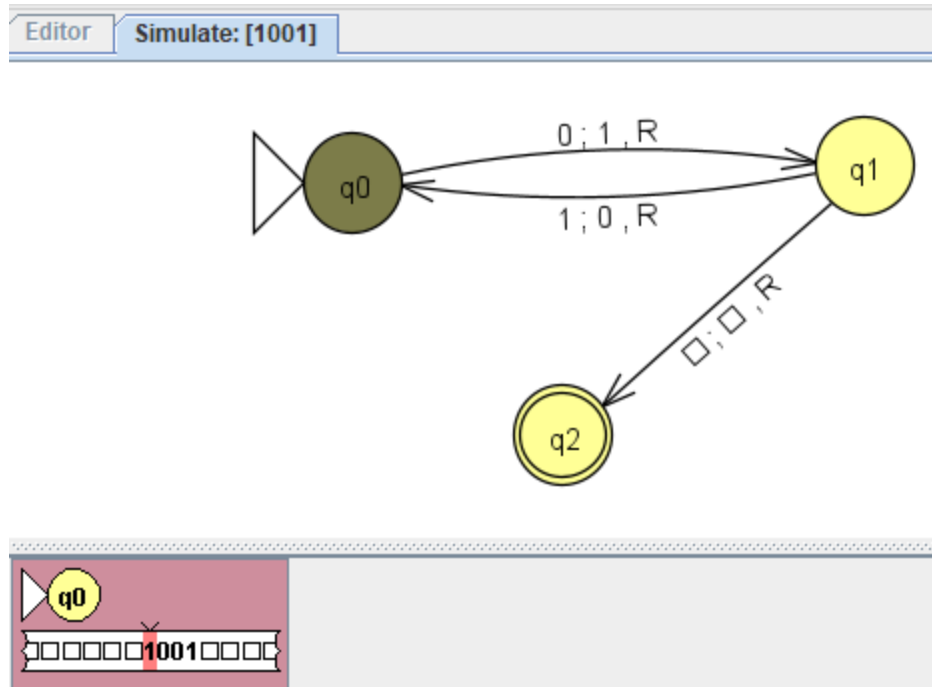
---

Actual: q0

No hay otra transicion: cadena RECHAZADA.

Siguiente

Para validación que la aplicación desarrollada funciona, utilizamos JFLAP una aplicativo que justamente válida funciones de Máquina de Turing, validando en este caso que al ingresar la cadena **1001** es rechazada debido a que al ingresar un número **1** no tiene a donde ir, y por ende el ciclo finaliza como una cadena rechazada en el mismo estado **q0**.



## Ejemplo con una cadena Aceptada

Pasos:

1. Se ingresa la cadena 010, se valida el mensaje luego de dar clic sobre el botón validar que la cadena ha sido aceptada.

Estado Inicial: q0  
Estado Final: q2


Estado actual	Símbolo leído	Nuevo estado	Símbolo a escribir:	Movimiento (1=D, -1 =I)
q0	0	q1	1	1
q1	1			1
q1	-			1

010

Validar Exportar Importar

Agregar Transicion  
Eliminar Transicion

Message

 La cadena ha sido aceptada.

OK

2. Validación secuencial de la cinta con la cadena válida, se debe dar clic en el botón siguiente para visualizar el estado y la cinta.

010

Validar Exportar Importar

---

Actual: q0

Estado actual: q0

Siguiente

---

010

Validar Exportar Importar

---

Actual: q0

-----[0]10-----

Siguiente



010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q0</u>	Escribiendo: 1, Movimiento: Derecha →			Siguiente
010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q1</u>	Estado actual: q1			Siguiente
010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q1</u>	1 [ 1 ] 0			Siguiente
010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q1</u>	Escribiendo: 0, Movimiento: Derecha →			Siguiente
010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q0</u>	Estado actual: q0			Siguiente

010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q0</u>	----- 1 0 [ 0 ] -----			Siguiente
010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q0</u>	Escribiendo: 1, Movimiento: Derecha →			Siguiente
010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q1</u>	Estado actual: q1			Siguiente
010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q1</u>	----- 1 0 1 [ _ ] -----			Siguiente
010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q1</u>	Escribiendo: _, Movimiento: Derecha →			Siguiente
010	Validar	Exportar	Importar	
Actual: <u>q2</u>	Estado actual: q2			Siguiente

010
Validar
Exportar
Importar

---

Actual: q2

1 0 1 \_ [ \_ ]

Siguiete

---

010
Validar
Exportar
Importar

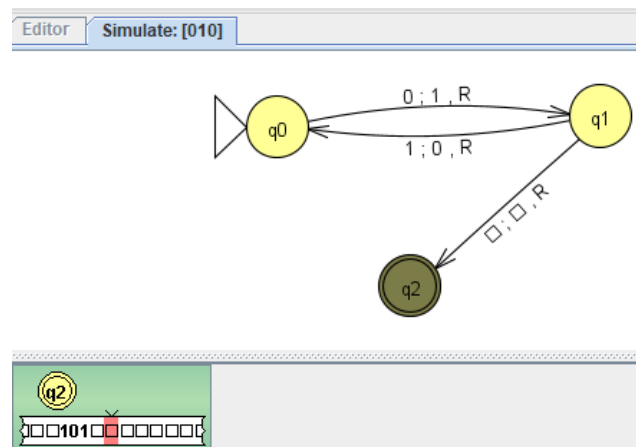
---

Actual: q2

CADENA ACEPTADA.

Siguiete

Para validación que la aplicación desarrollada funciona, utilizamos JFLAP una aplicativo que justamente válida funciones de Máquina de Turing, validando en este caso que al ingresar la cadena **010** es aceptada debido a que al ingresar un número **0** primero estará en **q0** y leerá **0** y escribirá **1** e irá a la derecha R en la cinta, llega a **q1** y leerá el número **1** siguiente de la cinta **110** esta irá a **q0** nuevamente y escribirá **0** e irá a la derecha R en la cinta acá estaría el resultado de momento como **100** y luego de esto estando en **q0** leerá el **0** y escribirá **1** nuevamente y se moverá a la derecha R de la cinta, acá llega a **q1** y lee un espacio en blanco, el espacio en blanco se lee en **q1**, va hacia **q2** estado de aceptación y sobrescribe espacio en blanco y se acepta la cadena ingresada.



## Otros ejemplos Maquina de Turing

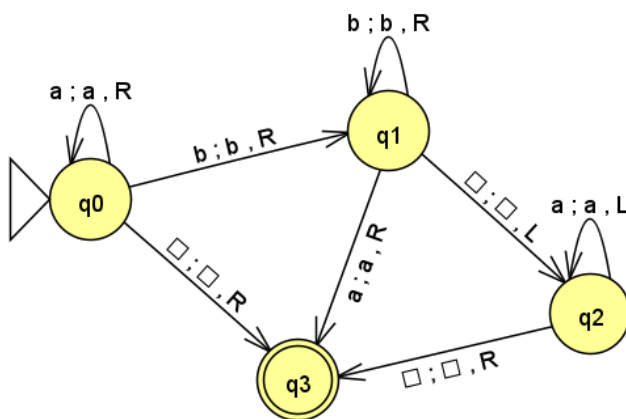
En esta sección se encuentran dos ejemplos adicionales los cuales pueden implementarse en nuestro aplicativo desarrollado en JAVA siguiendo los pasos de la sección ejemplos de caso de uso.

Alfabeto:	$\Sigma = \{a, b\}$
Alfabeto Cinta:	$T = \{a, b, \_ \}$
Estados:	$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$
Est Acep:	$q_3$
Est Inic:	$q_0$
Función Transición:	

Ejemplo #2.

Estado	Simbolo Leido	Nuevo Estado	Simbolo Escrito	Movimiento
q0	a	q0	a	R
q0	b	q1	b	R
q0	_	q3	_	R
q1	b	q1	b	R
q1	_	q2	_	L
q2	a	q2	a	L
q2	_	q3	_	R
q1	a	q3	a	R

aabab	si
aaaabbbb	no
abab	si
aaabbb	no
aabbbb	no
aabbba	si

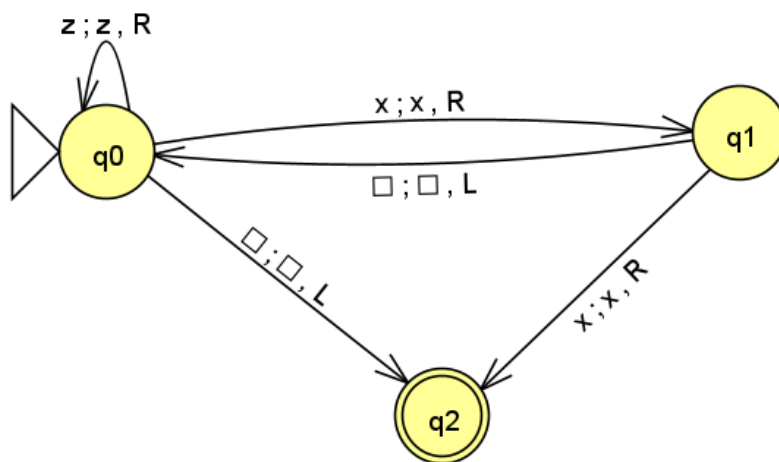


## Ejemplo #3

Alfabeto:	$\Sigma = \{x, z\}$
Alfabeto Cinta:	$T = \{x, z, \_ \}$
Estados:	$Q = \{q_0, q_1, q_2\}$
Est Acep:	$q_2$
Est Inic:	$q_0$
Función Transición:	

Estado	Simbolo Leido	Nuevo Estado	Simbolo Escrito	Movimiento
$q_0$	$z$	$q_0$	$z$	R
$q_0$	$x$	$q_1$	$x$	R
$q_1$	$\_$	$q_0$	$\_$	L
$q_0$	$\_$	$q_2$	$\_$	L
$q_1$	$x$	$q_2$	$x$	R

$zzxx$	si
$xx\_x$	si
$zzxz$	no
$xzzxx$	no
$xzxxz$	no
$zx\_zx$	no
$\_$	si



## Glosario

**Automatización:** Uso de sistemas y tecnología para realizar tareas de manera automática, sin intervención humana directa.

**Cinta:** La memoria de la Máquina de Turing, representada como una cinta infinita en la que se puede escribir, leer y mover a la derecha o izquierda.

**Código Fuente:** El conjunto de instrucciones y sentencias escritas en un lenguaje de programación (en este caso, Java) que describen el funcionamiento de la aplicación.

**Dirección de Movimiento:** La dirección en la que el cabezal de la Máquina de Turing se mueve en la cinta (1 = derecha, -1 = izquierda).

**Estado Inicial:** Estado en el que comienza la ejecución de la Máquina de Turing. Es el punto de partida en la evaluación de una cadena.

**Estado Final:** Estado de aceptación o de rechazo en el que termina la ejecución de la Máquina de Turing, indicando si la cadena de entrada cumple con las reglas definidas.

**Función de Transición:** Conjunto de reglas que define cómo la Máquina de Turing debe cambiar de estado, escribir en la cinta y moverse, en función del símbolo que lee.

**IDE (Entorno de Desarrollo Integrado):** Herramienta que proporciona un ambiente unificado para escribir, compilar y ejecutar código. En este proyecto, se utiliza NetBeans.

**Interfaz de Usuario:** Parte visual de la aplicación que permite al usuario interactuar con el programa, introduciendo datos y viendo los resultados.

**JFLAP:** Software educativo que permite simular y probar diferentes modelos de autómatas y máquinas de Turing. Utilizado para validar el comportamiento de la aplicación.

**Lenguaje Formal:** Conjunto de cadenas que cumplen con reglas específicas. En una Máquina de Turing, el lenguaje define las cadenas que la máquina puede aceptar.

**Máquina de Turing:** Modelo computacional teórico que utiliza una cinta infinita y un conjunto de reglas para procesar cadenas de entrada y determinar su validez dentro de un lenguaje.

**NetBeans:** Entorno de desarrollo en el cual se desarrolla y ejecuta el proyecto de la Máquina de Turing.

**Simulación:** Ejecución de la Máquina de Turing dentro de la aplicación, replicando el funcionamiento teórico del modelo.

**Símbolo:** Carácter en la cinta que el cabezal de la máquina lee y puede escribir o sobrescribir.

**Transición:** Cambio de un estado a otro dentro de la Máquina de Turing, dependiendo del símbolo leído y la función de transición definida.

**Validación:** Proceso de verificación en el que la aplicación revisa si la cadena de entrada cumple con el conjunto de reglas y es aceptada o rechazada.

**Visualización de Pasos:** Función de la aplicación que permite al usuario observar el estado de la cinta en cada paso de la ejecución.

