

Práctica 09: Máquinas de Turing en JFLAP

Computabilidad y Algoritmia

Alejandro Rodríguez Rojas
alu0101317038@ull.edu.es

Índice

1. Ejercicios de diseño y simulación de máquinas de Turing.

1.1. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$.

1.1.1. Diseño de la máquina de Turing de una cinta.

1.1.2. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

1.2. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{a^n b^m c^{n+m} \mid n \geq 0, m \geq 0\}$.

1.2.1. Diseño de la máquina de Turing de una cinta.

1.2.2. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

1.3. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{a^n b^m c^{n*m} \mid n \geq 1, m \geq 1\}$.

1.3.1. Diseño de la máquina de Turing de una cinta.

1.3.2. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

1.4. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{w \mid w = w^R\}$ sobre el alfabeto $\Sigma = \{0, 1\}$.

1.4.1. Diseño de la máquina de Turing de una cinta.

1.4.2. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

1.5. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje formado por todas las cadenas binarias que tienen igual número de ceros que de unos (en cualquier orden de aparición).

1.5.1. Diseño de la máquina de Turing de una cinta.

1.5.2. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

2. Modificación.

2.1. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{a^n b^n c^{2n}\}$

2.1.1. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

1. Ejercicios de diseño y simulación de máquinas de Turing.

1.1. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0\}$.

1.1.1. Diseño de la máquina de Turing de una cinta.

Descripción:

La máquina marca la primera "a" como "x", luego la primera "b" como "y" y finalmente la primera "c" como "z". Después, vuelve hacia la izquierda hasta la primera "x" y repite el proceso. Al final, si solo quedan "x", "y" y "z" al moverse hacia la izquierda, el conteo es correcto. Si encuentra algo distinto, se detiene.

Diseño:

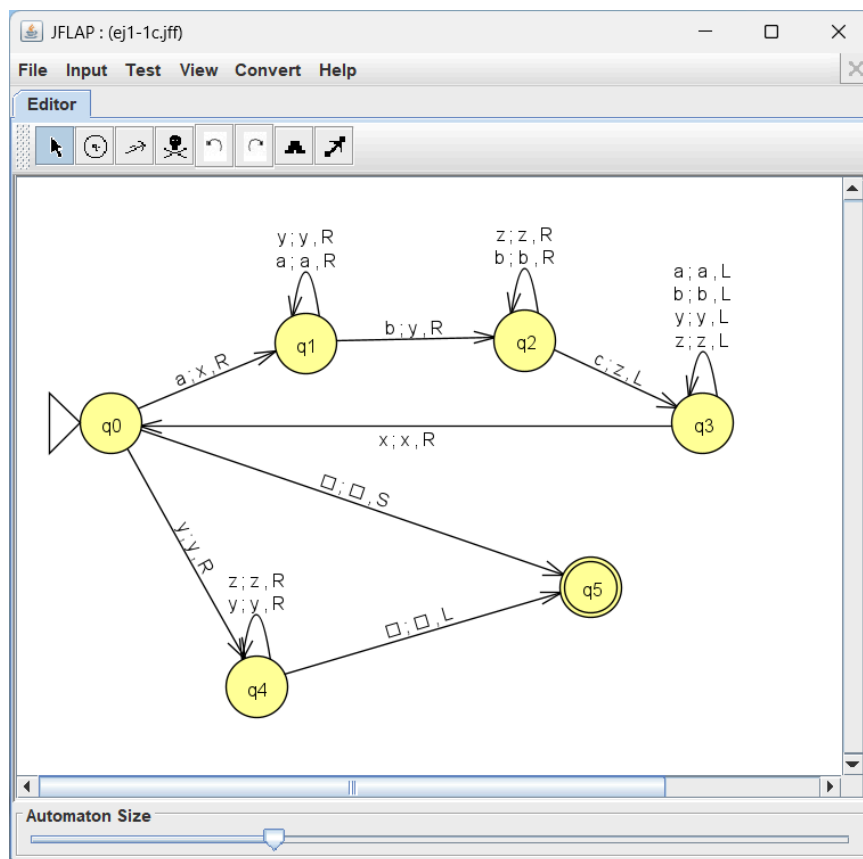


Figura 1: Máquina de Turing de una cinta - Ejercicio 1.

Simulación:

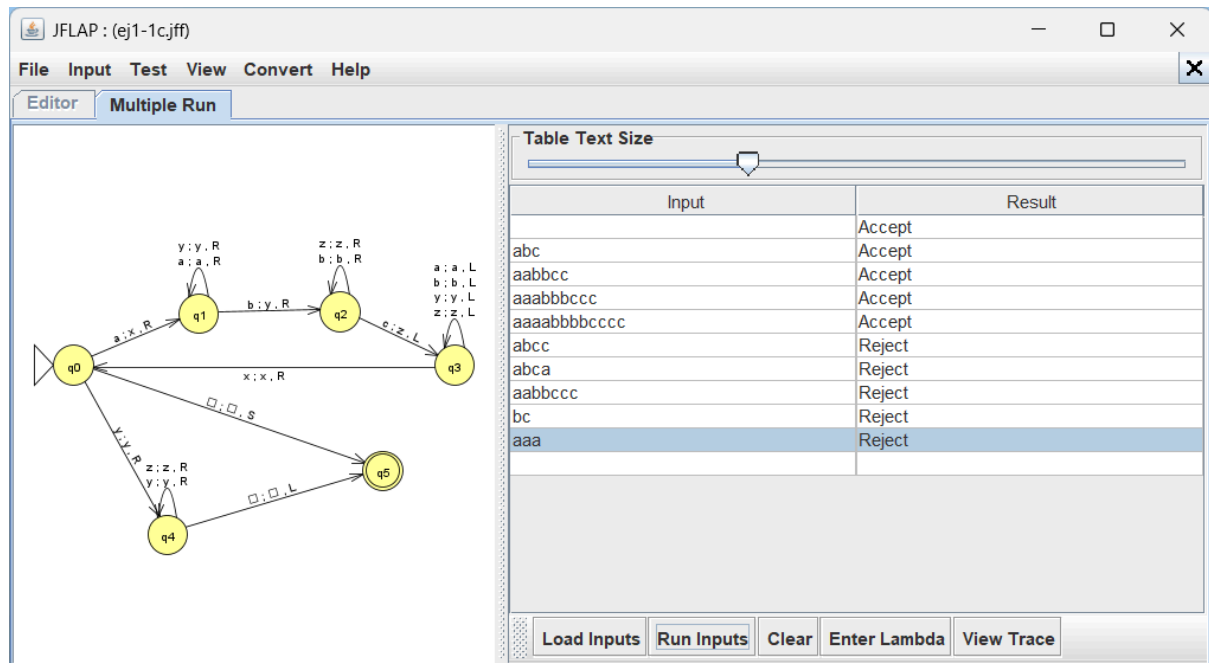


Figura 2: Simulación con múltiples cadenas para la Máquina de Turing de una cinta - Ejercicio 1.

1.1.2. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

Descripción

Para construir esta máquina, primero copiamos las "a" de la primera cinta a la segunda. Luego, contamos las "b" moviéndonos a la derecha en la primera cinta y a la izquierda en la segunda, verificando que coincidan con las "a". Finalmente, repetimos el mismo proceso con las "c", pero moviéndonos hacia la derecha.

Diseño:

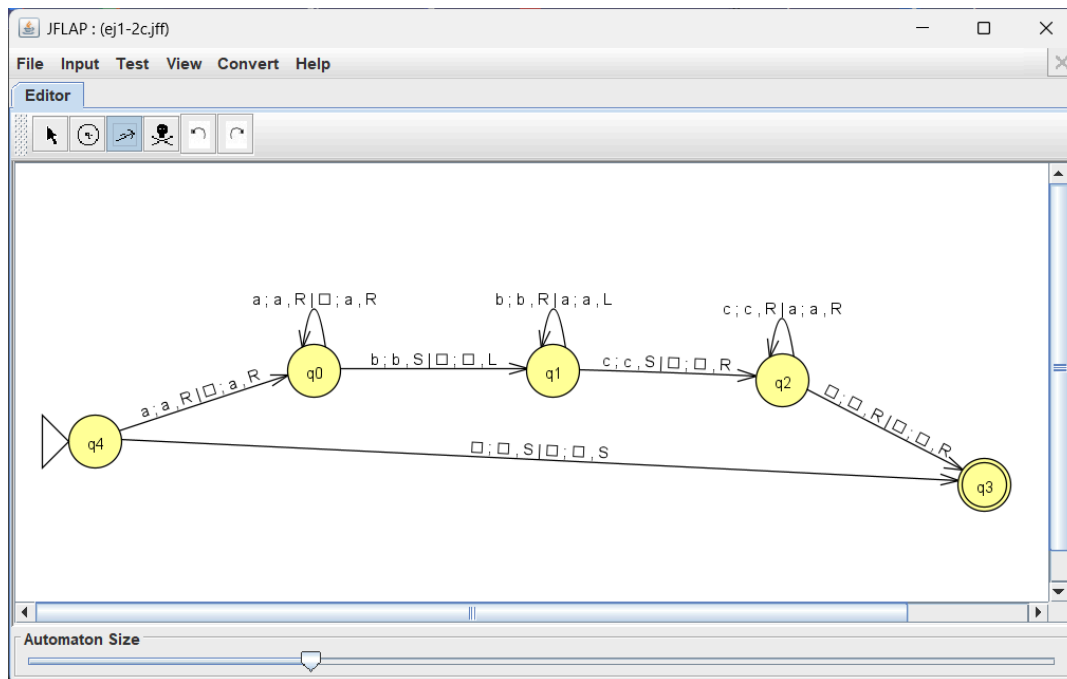


Figura 3: Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 1.

Simulación:

The screenshot shows the JFLAP software interface. The left pane displays a Turing machine state transition diagram with four states: q_0 (start), q_1 , q_2 , and q_3 (final). The transitions are as follows:

- $q_0 \xrightarrow{a:a,R|a,R} q_1$
- $q_1 \xrightarrow{b:b,S|b,L} q_2$
- $q_2 \xrightarrow{c:c,S|a,R} q_3$
- $q_0 \xrightarrow{\square:\square,S|\square,S} q_3$

The right pane shows a table of test inputs and their results:

Input 1	Input 2	Result
		Accept
abc		Accept
aabbcc		Accept
aaabbbccc		Accept
aaaabbbbcccc		Accept
abcc		Reject
abca		Reject
aabbccc		Reject
bc		Reject
aaa		Reject
abcabc		Reject
a		Reject

Buttons at the bottom right: Load Inputs, Run Inputs, Clear, Enter Lambda, View Trace.

Figura 4: Simulación con múltiples cadenas para la Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 1.

1.2. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{a^n b^m c^{n+m} \mid n \geq 0, m \geq 0\}$.

1.2.1. Diseño de la máquina de Turing de una cinta.

Descripción:

Esta máquina de Turing, lo que hace es ir marcando por cada "a" una "c" y por cada "b" una "c". Luego, regresa al inicio de la cadena y repite el proceso hasta que no haya más a's y b's. Cuando termina de procesar la cadena, la máquina verifica que no haya caracteres restantes sin marcar. El diseño de la máquina de Turing es el siguiente

Diseño:

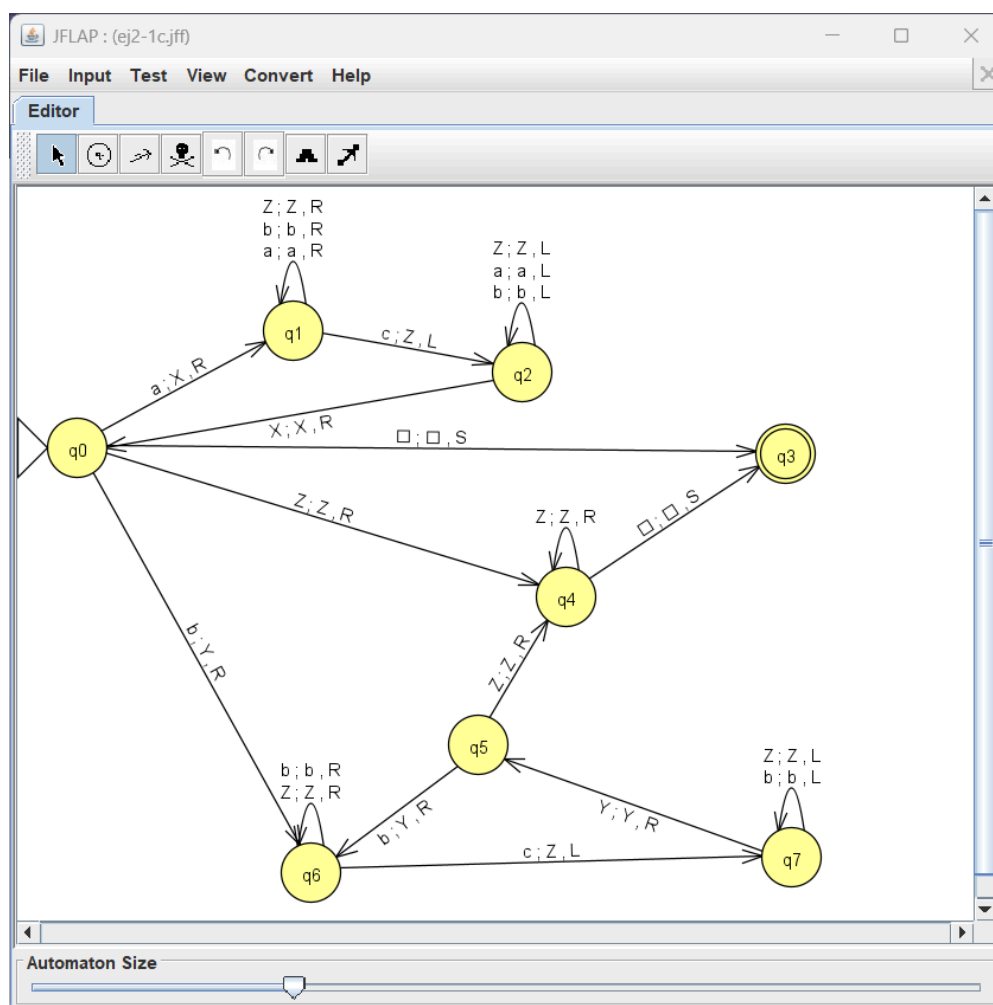


Figura 5: Máquina de Turing de una cinta - Ejercicio 2.

Simulación:

Table Text Size

Input	Result
	Accept
abcc	Accept
abbccc	Accept
aabbcccc	Accept
aaabbbccccc	Accept
aabbcccc	Accept
aacc	Accept
a	Reject
aaabc	Reject
c	Reject
abba	Reject
cc	Reject
c	Reject

Load Inputs Run Inputs Clear Enter Lambda View Trace

Figura 6: Simulación con múltiples cadenas para la Máquina de Turing de una cinta - Ejercicio 2.

1.2.2. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

Descripción:

Esta máquina de Turing tiene dos cintas, la primera se encarga de procesar la cadena y la segunda en hacer una copia de tantos a's que hay y luego así contar si hay el mismo número de b's y c's. El diseño de la máquina de Turing es el siguiente:

Diseño:

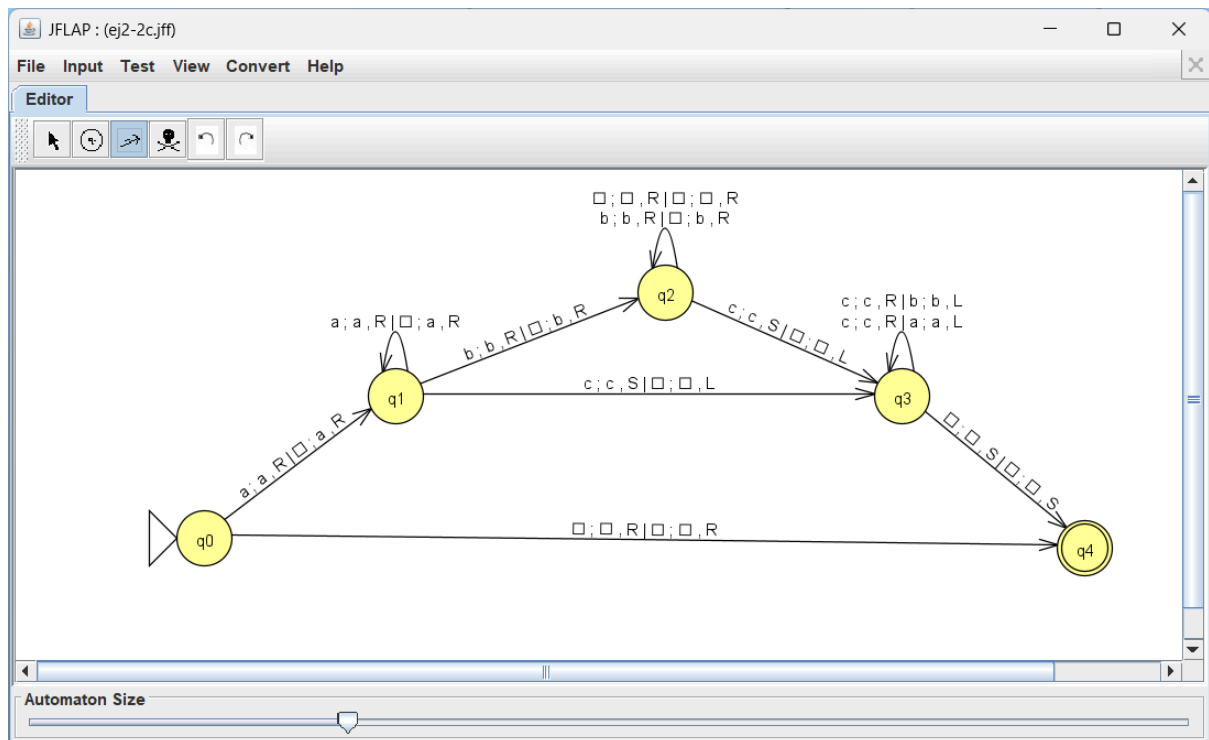


Figura 7: Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 2.

Simulación:

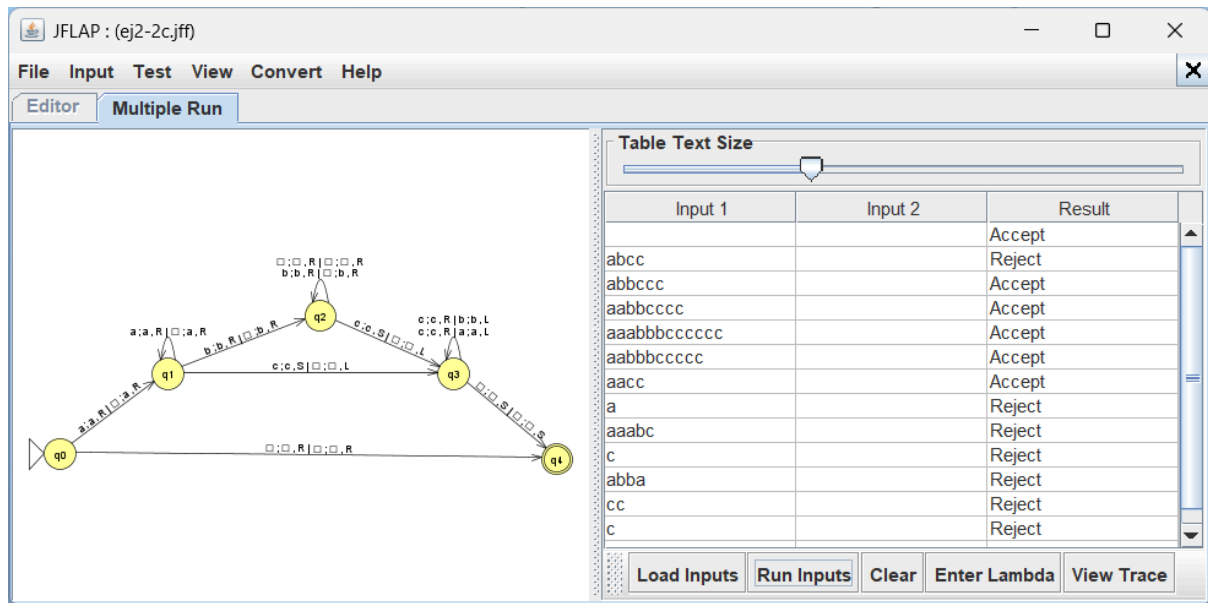


Figura 8: Simulación con múltiples cadenas para la Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 2.

Observación:

Al ejecutar la máquina de Turing con la cadena “abcc” en la simulación múltiple rechaza la cadena, pero si la ejecutamos con la cadena de forma individual, la acepta.

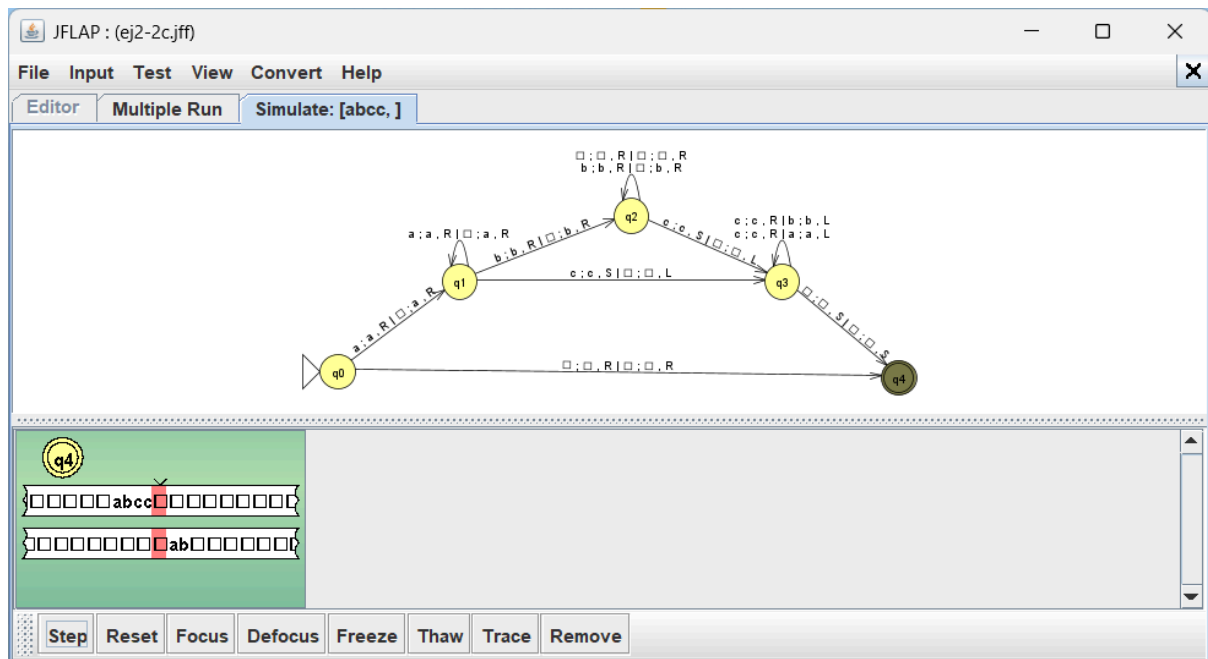


Figura 9: Simulación paso a paso aceptada para la cadena “abcc” en la Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 2.

1.3. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{a^n b^m c^{n*m} \mid n \geq 1, m \geq 1\}$.

1.3.1. Diseño de la máquina de Turing de una cinta.

Descripción:

La máquina de Turing, verifica que el número de "c" sea el producto entre el número de "a" y de "b". Para ello, por cada "a" marcada recorre todas las "b", y por cada combinación marca una "c", simulando la multiplicación. Repite el proceso hasta procesar todas las "a" y "b". Finalmente, acepta la cadena si no quedan símbolos sin marcar.

Diseño:

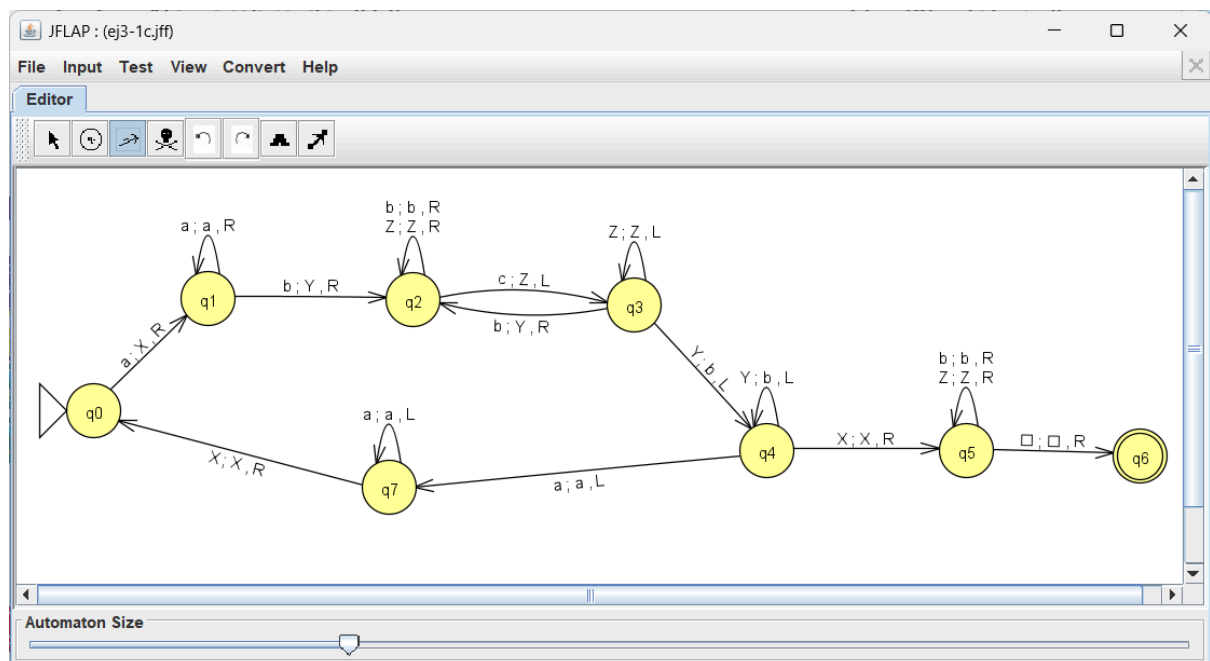


Figura 10: Máquina de Turing de una cinta - Ejercicio 3.

Simulación:

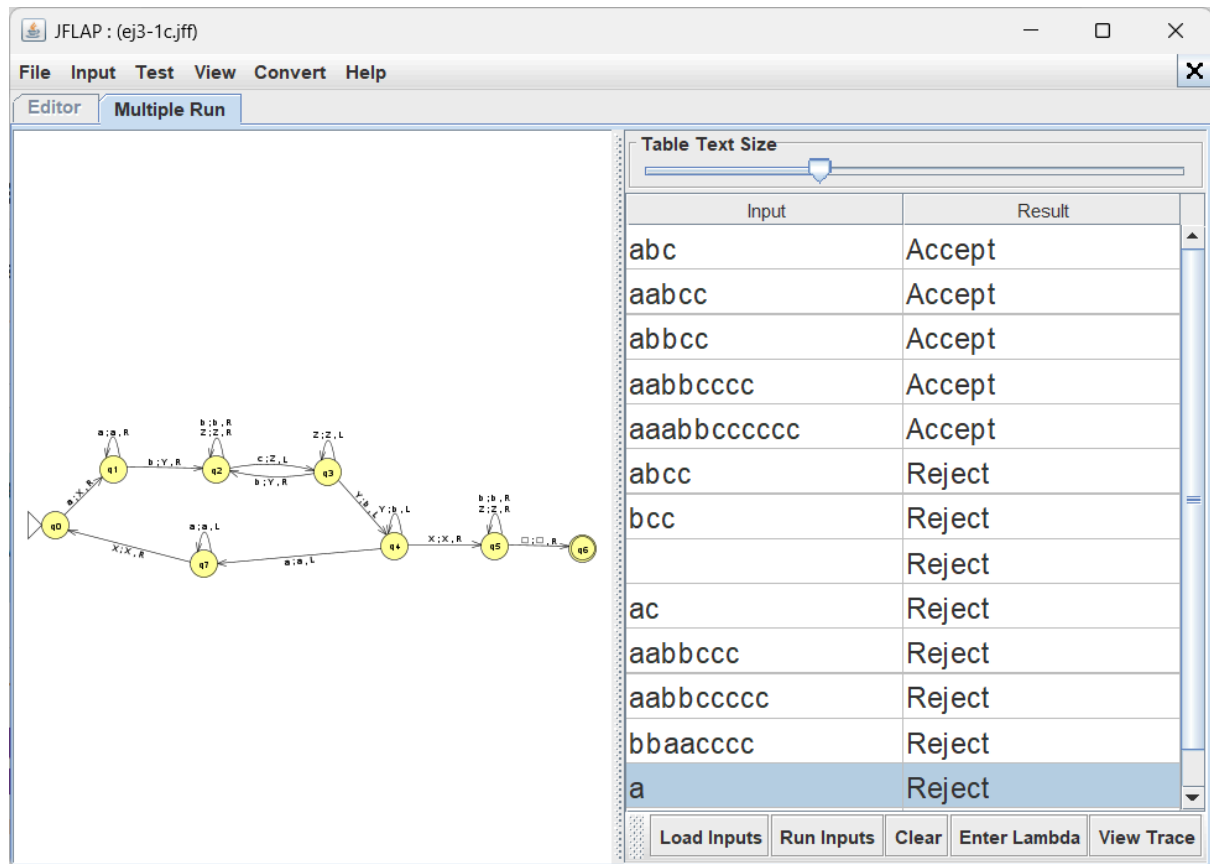


Figura 11: Simulación con múltiples cadenas para la Máquina de Turing de una cinta - Ejercicio 3.

1.3.2. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

Descripción:

Una máquina de Turing con dos cintas funciona copiando los valores intermedios para simplificar el cálculo.

En la primera cinta leería los bloques de “a” y “b”, y en la segunda cinta iría generando y contando las “c” resultantes.

Por cada “a” leída en la primera cinta, recorrería todas las “b” y escribiría una “c” en la segunda, simulando así la multiplicación $n \times m$.

Finalmente, comprobaría que la cantidad de “c” escrita coincide con la parte final de la entrada original antes de aceptar.

Diseño:

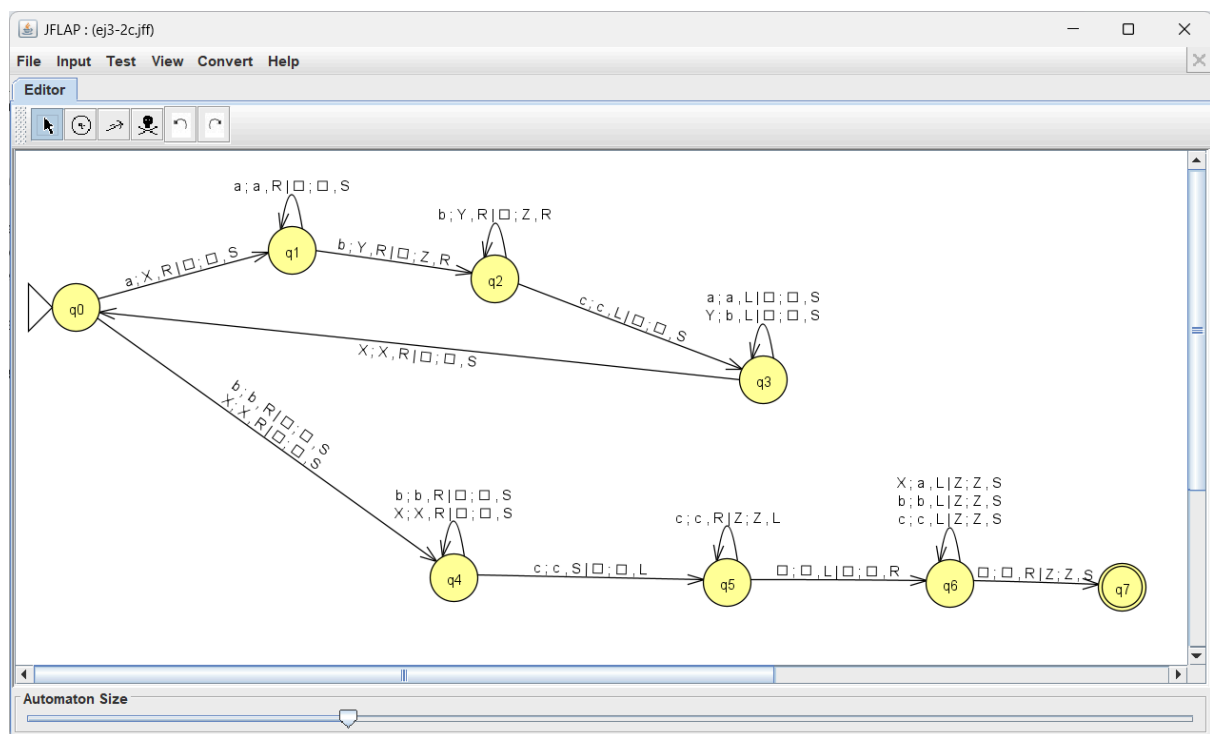


Figura 12: Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 3.

Simulación:

Para este ejemplo, el JFLAP no está mostrando los resultados correctos al realizar una evaluación múltiple. Sin embargo, evaluando paso a paso cada cadena, si se muestra el resultado que debería. Por ellos se adjuntan las evaluaciones individuales para cada cadena a continuación:



Figura 13: Simulación (paso a paso) de cadenas para la Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 3.

1.4. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{w \mid w = w^R\}$ sobre el alfabeto $\Sigma = \{0, 1\}$.

1.4.1. Diseño de la máquina de Turing de una cinta.

Descripción:

Esta máquina de Turing de una cinta se encarga de aceptar cadenas que son palíndromos para el alfabeto $\Sigma = \{0,1\}$. Funciona marcando los extremos de la cadena y moviéndose progresivamente hacia el centro, comparando los símbolos de ambos lados. Inicia en el extremo izquierdo, marcando el primer símbolo y desplazándose hacia la derecha hasta encontrar el último símbolo, que también marca. Luego, vuelve hacia la izquierda para repetir este proceso con los símbolos internos, avanzando hacia el centro de la cadena. Si todos los símbolos coinciden simétricamente desde ambos extremos y la máquina llega al centro sin encontrar inconsistencias, acepta la cadena como palíndromo y se detiene.

Diseño:

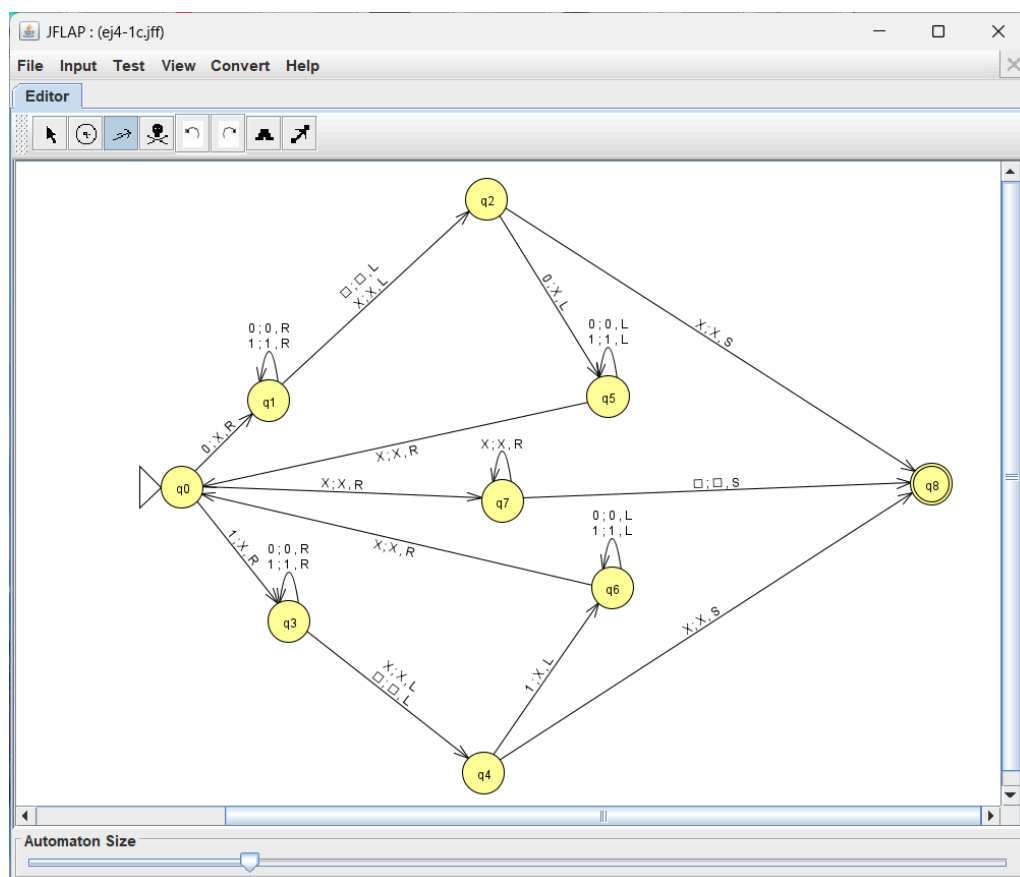


Figura 14: Máquina de Turing de una cinta - Ejercicio 4.

Simulación:

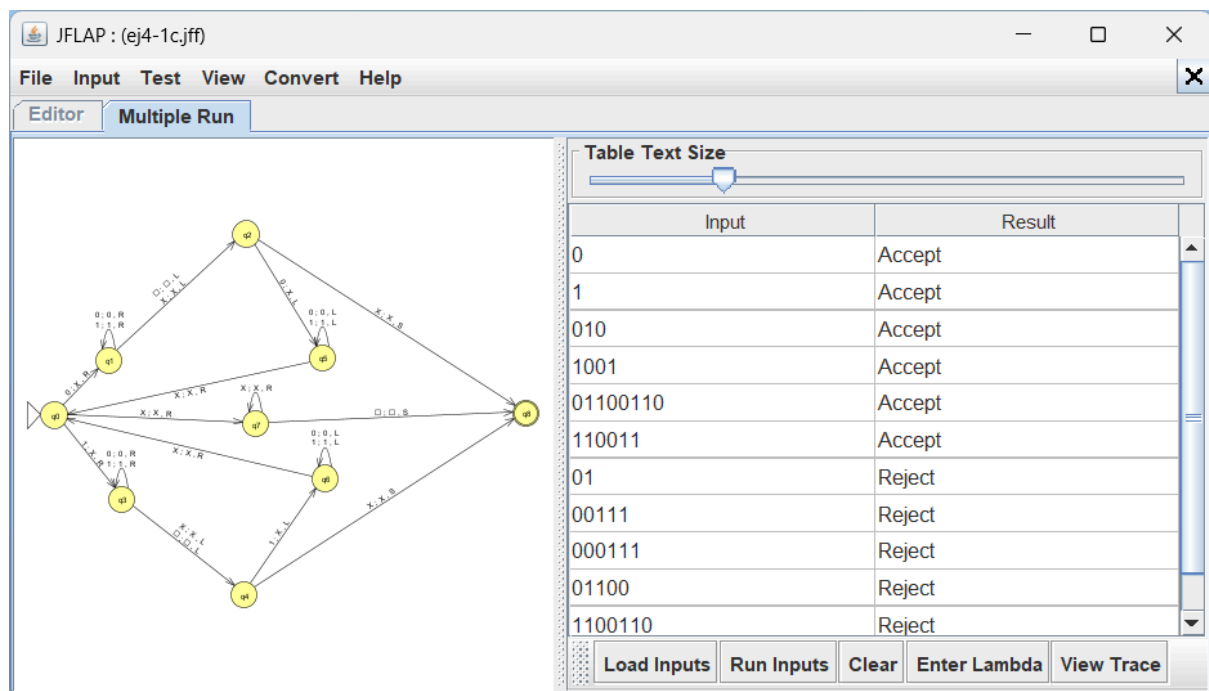


Figura 15: Simulación con múltiples cadenas para la Máquina de Turing de una cinta - Ejercicio 4.

1.4.2. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

Descripción:

Esta máquina de Turing de dos cintas se encarga de aceptar cadenas que son palíndromas para el alfabeto $\Sigma = \{0,1\}$. La primera cinta se encarga de procesar la cadena y la segunda estará vacía. En 'q0' nos pondremos al final de la primera cinta. Una vez en 'q1' se copiará la cadena del revés en la segunda cinta y se transitará a 'q4'. Una vez ahí, situaremos los dos punteros en el principio de la cadena. De aquí pasamos a 'q2', en este estado comprobaremos que las dos cadenas coinciden, si se cumple esta condición, al llegar al blanco (final de la cadena), se pasa al estado de aceptación.

Diseño:

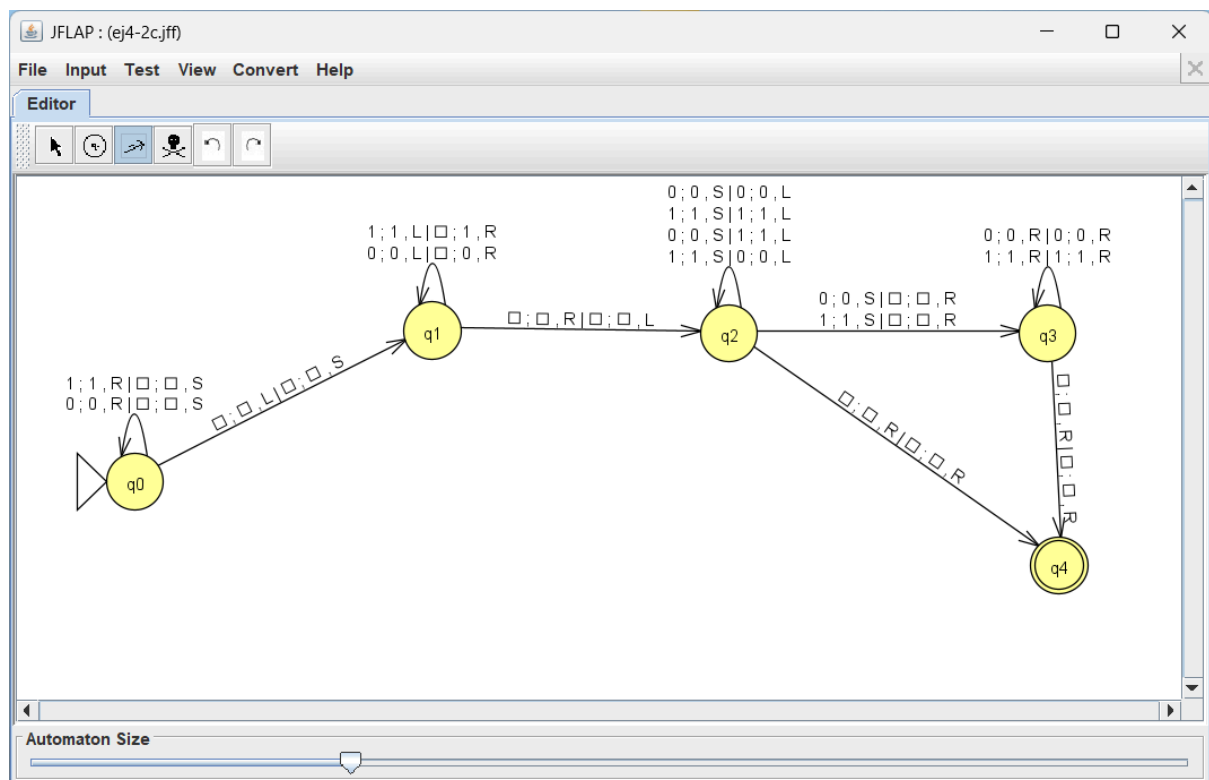


Figura 16: Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 4.

Simulación:

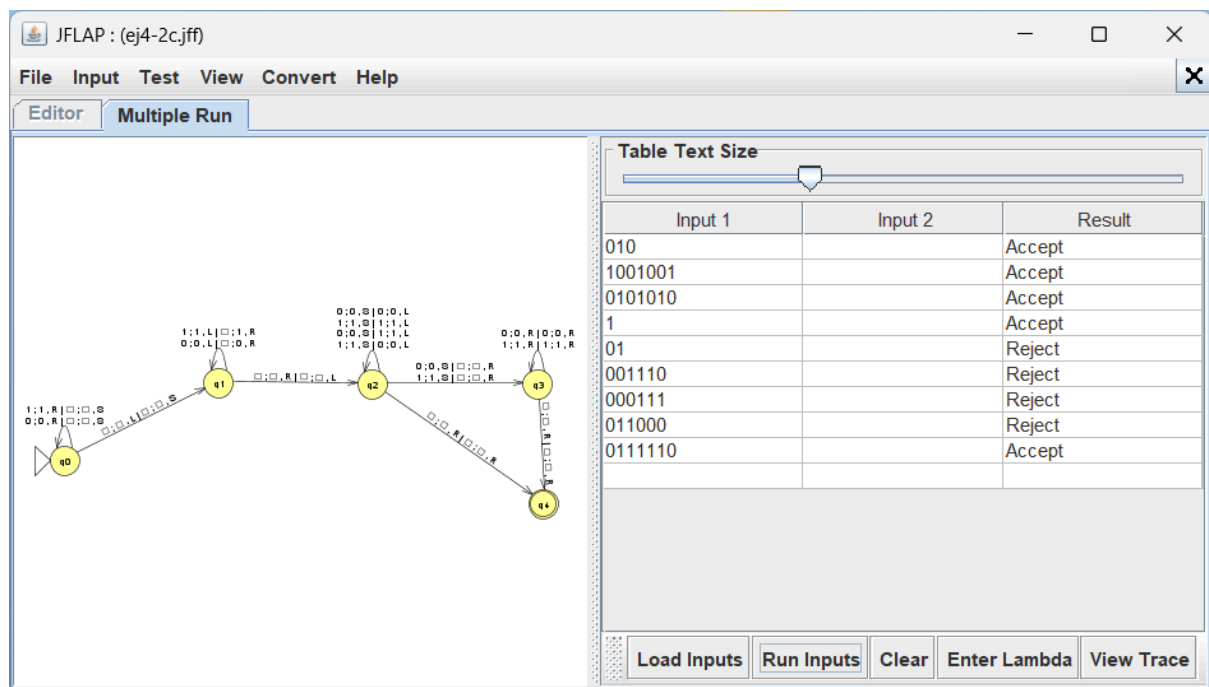


Figura 17: Simulación con múltiples cadenas para la Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 4.

1.5. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje formado por todas las cadenas binarias que tienen igual número de ceros que de unos (en cualquier orden de aparición).

1.5.1. Diseño de la máquina de Turing de una cinta.

Descripción:

Esta máquina de Turing de una cinta se encarga de aceptar cadenas binarias que tienen igual número de ceros que de unos, sin importar el orden de aparición. Por una parte busca por cada "0" su "1" correspondiente. Por otro lado busca por cada "1" su "0" correspondiente. Finalmente acepta si no quedan ningún símbolo por marcar.

Diseño:

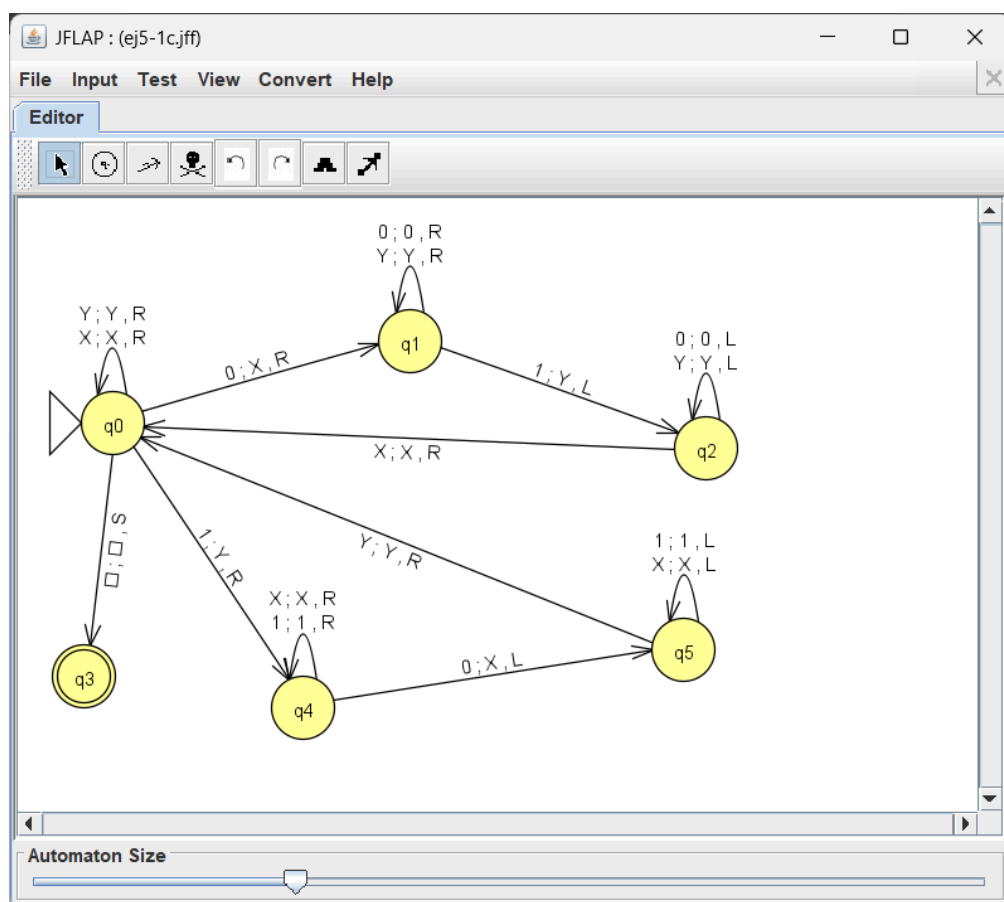


Figura 18: Máquina de Turing de una cinta - Ejercicio 5.

Simulación:

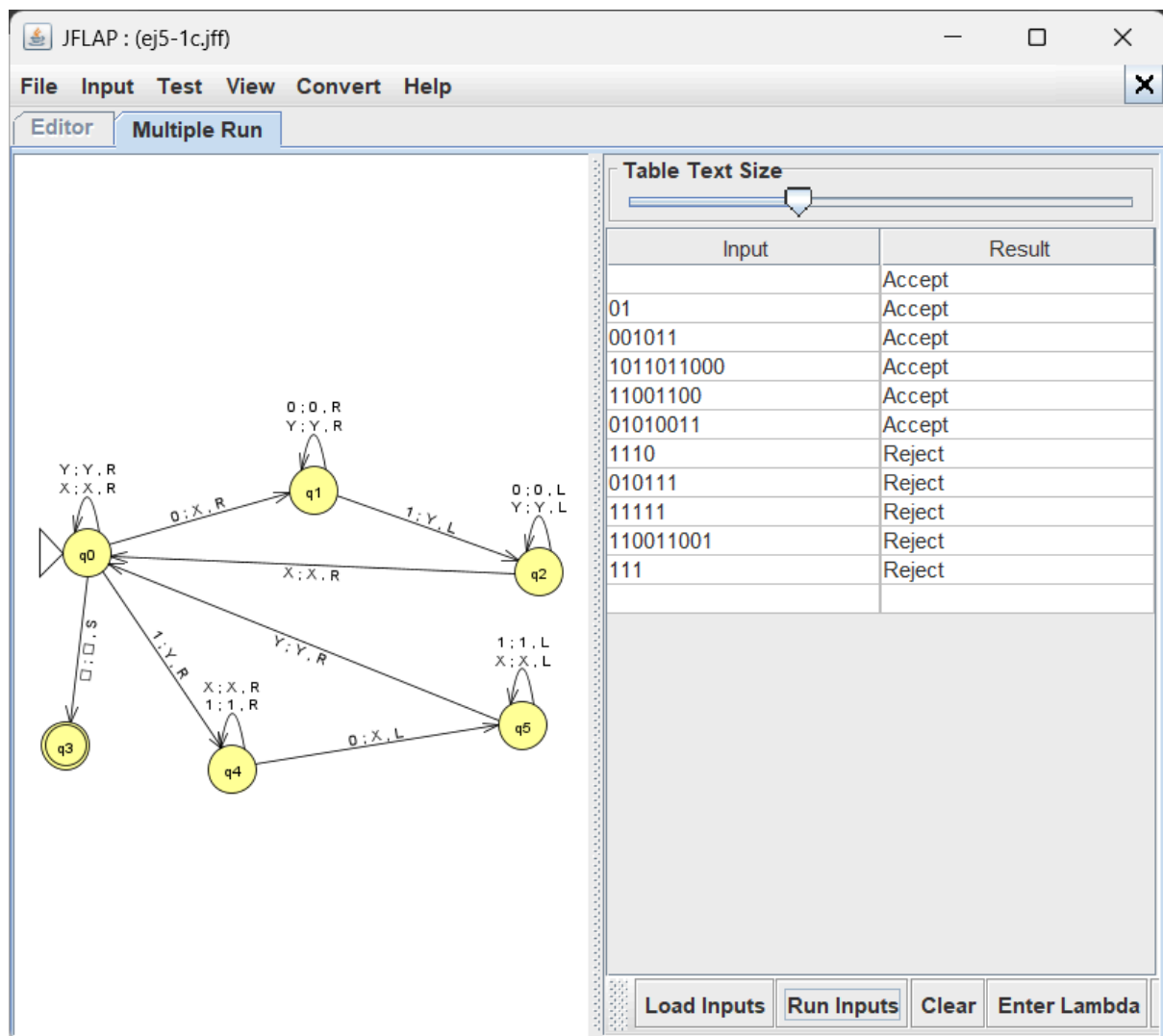


Figura 19: Simulación con múltiples cadenas para la Máquina de Turing de una cinta - Ejercicio 5.

1.5.2. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

Descripción:

En esta Máquina de Turing de dos cintas, el funcionamiento consiste en copiar todos los "0" de la primera cinta en la segunda. Luego se va de derecha a izquierda comprobando que por cada "1" que hay en la primera cinta, se avanza un "0" en la segunda cinta. De esta forma, si hay tanto "0" como "1" se aceptará la cadena.

Diseño:

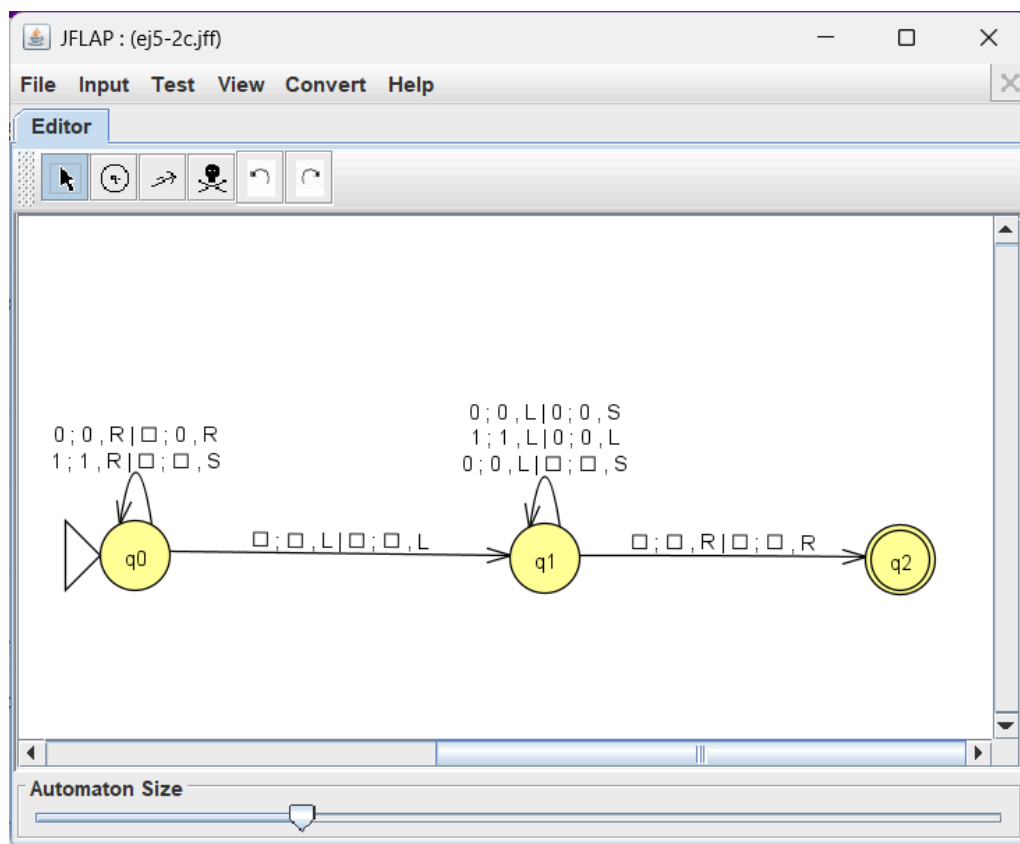


Figura 20: Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 5.

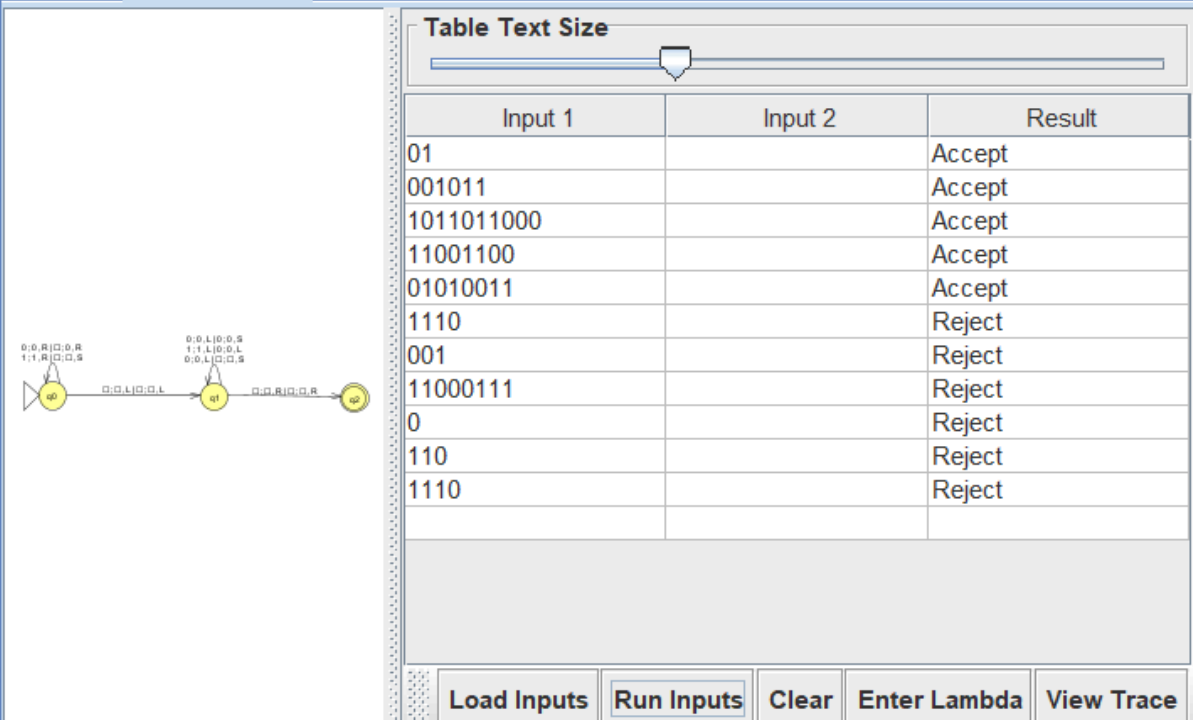
Simulación:

JFLAP : (ej5-2c.jff)

File Input Test View Convert Help

Editor Multiple Run

Table Text Size



The diagram shows a Turing machine with three states: q0, q1, and q2. q0 is the start state and q2 is the final state. The transitions are as follows:

- q0: 0:0,R|0:0,R; 1:1,R|0:0,S
- q1: 0:0,L|0:0,S; 1:1,L|0:0,L; 0:0,L|0:0,S
- q2: 0:0,R|0:0,R

Input 1	Input 2	Result
01		Accept
001011		Accept
1011011000		Accept
11001100		Accept
01010011		Accept
1110		Reject
001		Reject
11000111		Reject
0		Reject
110		Reject
1110		Reject

Load Inputs Run Inputs Clear Enter Lambda View Trace

Figura 21: Simulación con múltiples cadenas para la Máquina de Turing multi-cinta - Ejercicio 5.

2. Modificación.

2.1. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{ a^n b^n c^{2n} \}$

2.1.1. Diseño de la máquina de Turing multi-cinta.

Definición:

Para este diseño se ha implementado una Máquina de Turing multi-cinta en la que, por cada "a" en la primera cinta se busca una "b" y dichas "a" y "b" se van copiando en la segunda cinta. Finalmente se recorren las "c" de la primera cinta con las "a" y "b" de la segunda y para que la cadena sea aceptada tiene que haber la misma cantidad.

Diseño:

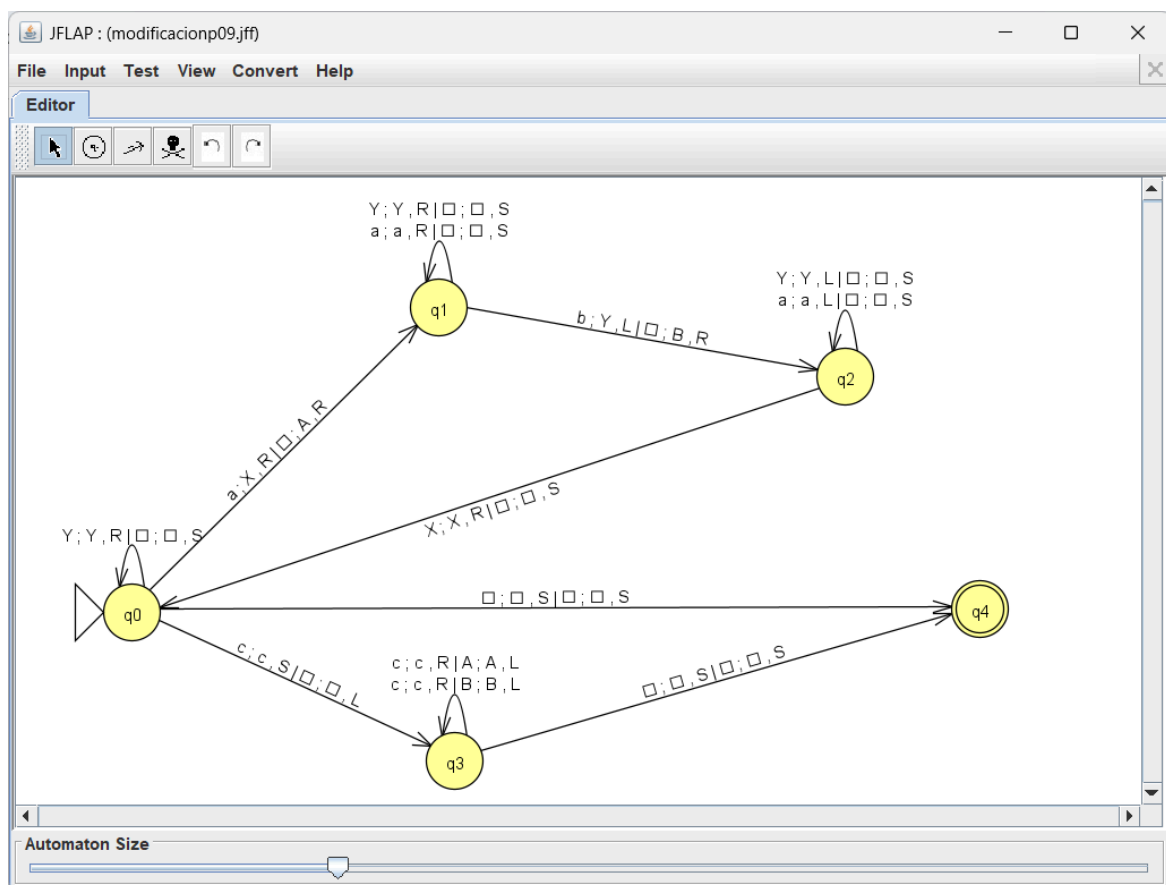
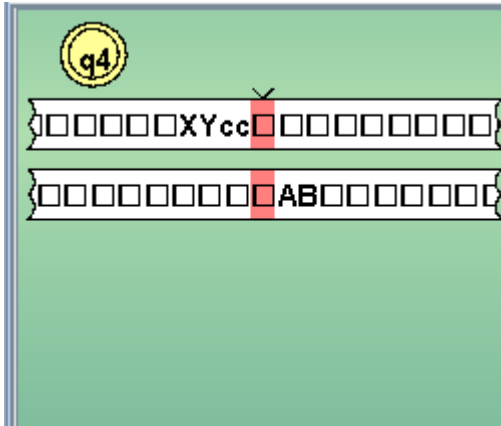


Figura 22: Máquina de Turing multi-cinta - Modificación.

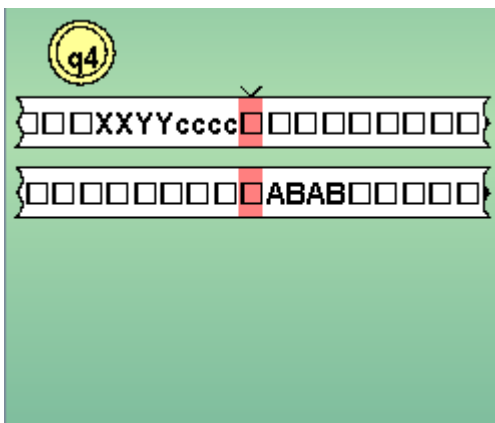
Simulación:

Cadenas aceptadas (simulación paso a paso):

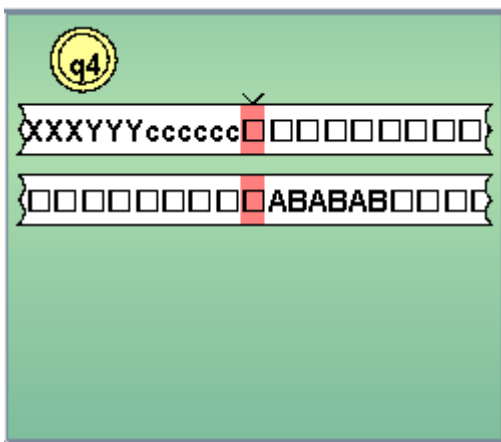
abcc



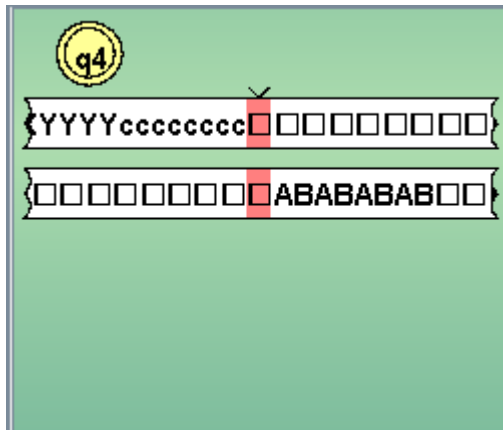
aabbcccc



aaabbbcccccc

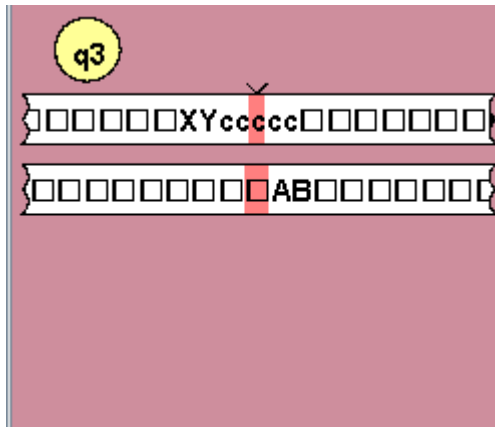


aaaabbbbcccccccc

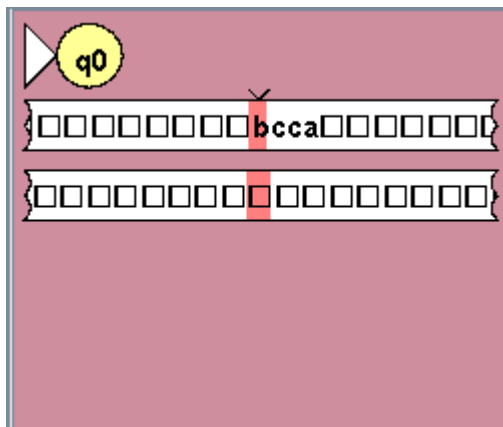


Cadenas rechazadas (simulación paso a paso):

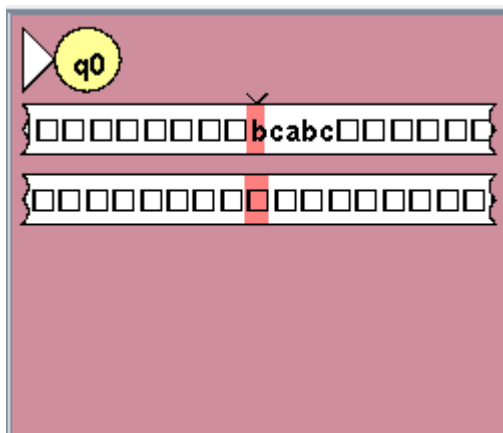
abcccc



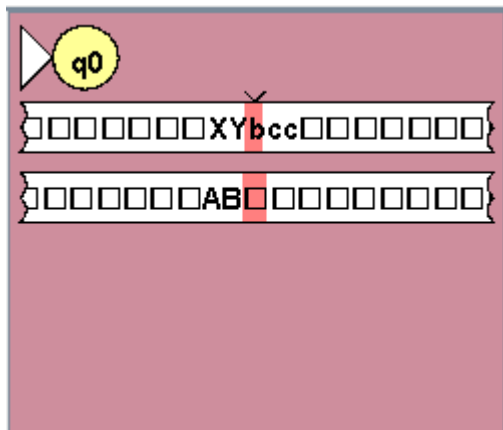
bcca



bcabc



abbcc



aabbcccc

