



Práctica 08
Máquinas de Turing en JFLAP
Computabilidad y Algoritmia
Universidad de La Laguna

Francesco Marelli
(alu0101161730)

7 de noviembre de 2023

Indice

1. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{a^n b^m c^{n+m} \mid n \geq 0, m \geq 0\}$.	2
1.1. Diseño de la Máquina Monocinta	2
1.2. Diseño de la Máquina Multicinta	3
1.2.1. Cadenas Aceptadas	4
1.2.2. Cadenas No Aceptadas	7
2. Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{w \mid w = w^{-1}\}$ sobre el alfabeto $\Sigma = \{a, b\}$.	10
2.1. Diseño de la Máquina Monocinta	10
2.2. Diseño de la Máquina Multicinta	11
2.2.1. Cadenas Aceptadas	12
2.2.2. Cadenas No Aceptadas	15
3. 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.	18
3.1. Diseño de la Máquina Monocinta	18
3.2. Diseño de la Máquina Multicinta	19
3.2.1. Cadenas Aceptadas	20
3.2.2. Cadenas No Aceptadas	23

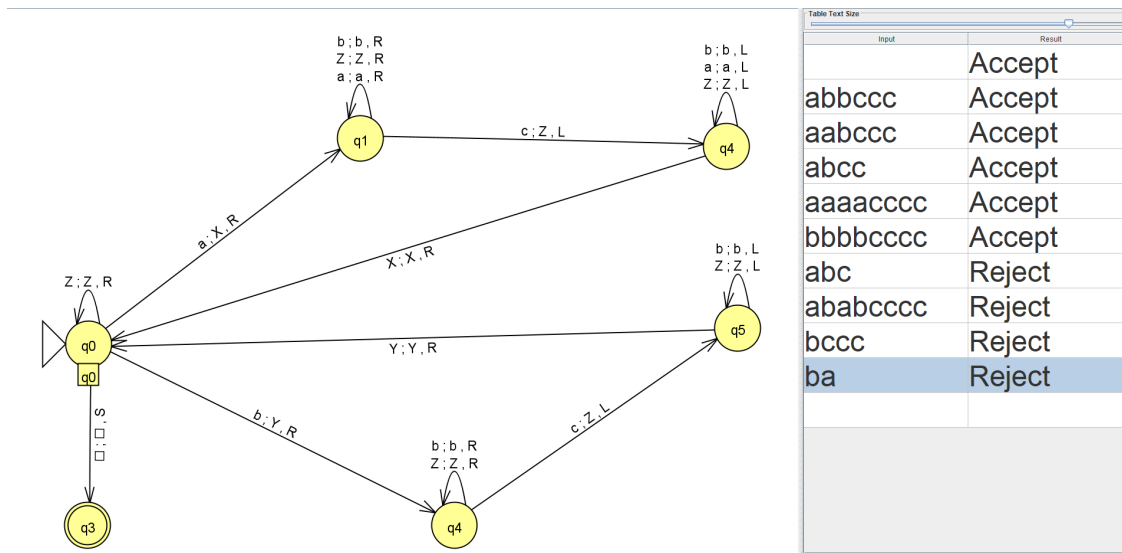
1 Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{a^n b^m c^{n+m} \mid n \geq 0, m \geq 0\}$.

A continuación se han diseñado tanto la máquina de Turing monocinta como la de cinta multiple.

1.1 Diseño de la Máquina Monocinta

Las funciones principales de esta máquina son: sustituir los símbolos a por X, b por Y y c por Z, asegurar que la suma del numero de aes y bes sea igual al numero de ces y asegurar que no haya aes después de bes.

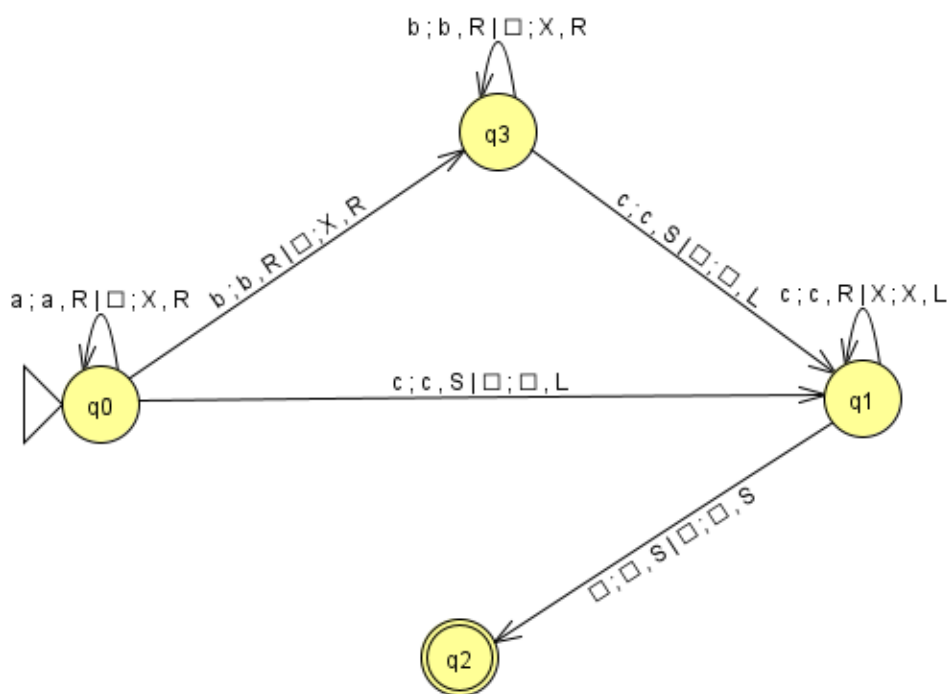
La máquina comienza en q0. Si la cabeza lee un a, se sustituye por una X y se busca la siguiente c. Si encuentra una c, se sustituye por una Z y la máquina pasa al estado q4. Si la cabeza lee un b en el estado q0, se sustituye por una Y. Si encuentra una Y, la máquina vuelve al estado q0. Si encuentra una X, la cadena no se acepta porque significa que había una a antes de la b. Si la cabeza lee un blanco en el estado q0, la cadena se acepta. Así nos aseguramos que no haya aes despues de bes. Si estando en q0 la cabeza lee un blanco, se pasa al estado de aceptación q3.



Máquina de Turing monocinta en modo multirun

1.2 Diseño de la Máquina Multicinta

La máquina de Turing de dos cintas diseñada se basa en la idea de que en la 1ª cinta se itera sobre la cadena leyendo qué símbolos del alfabeto se obtienen y en la 2ª se verifica que el número de ces coincida con la suma del número de aes y bes. Cada vez que se encuentra una a o b en la 2ª cinta se sobrescribe una X. Al encontrarse con una c en la 1ª cinta, en la 2ª se empezará contando las X. Cuando las dos cintas terminen con un blanco en ambas, significará que la cadena se acepta.



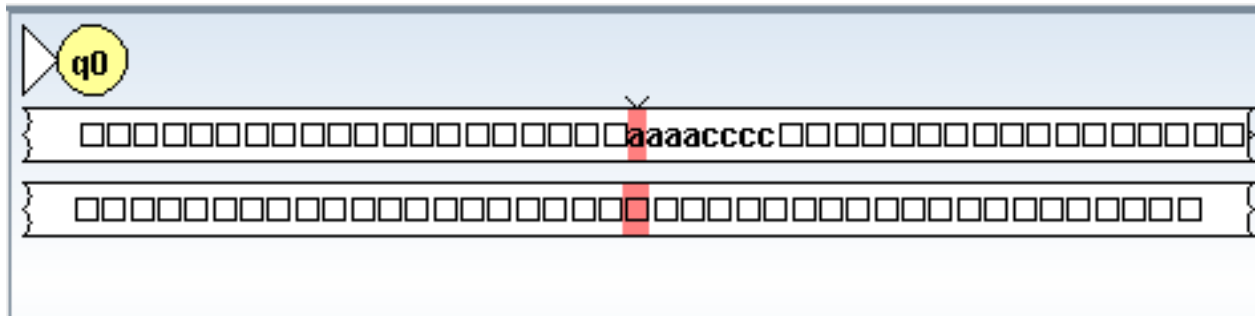
Máquina de Turing con dos cintas

A continuación se incluyen las simulaciones para algunas cadenas procesadas por la máquina multicinta. A causa de un bug en JFLAP que no permite realizar la simulación del todo correcta en el modo multirun, se mostrará para cada cadena el estado inicial, un estado intermedio y el estado final de comprobación; el fondo aparecerá en verde cuando la cadena se acepte y en rojo cuando no.

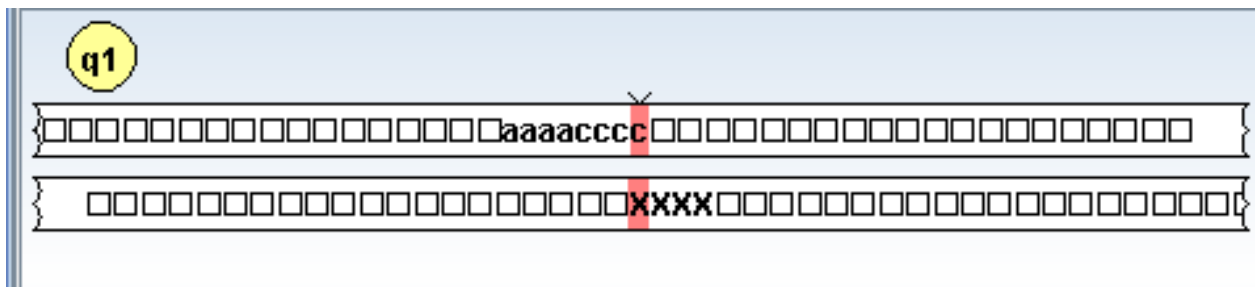
1.2.1. Cadenas Aceptadas

Cadena $w = aaaccc$

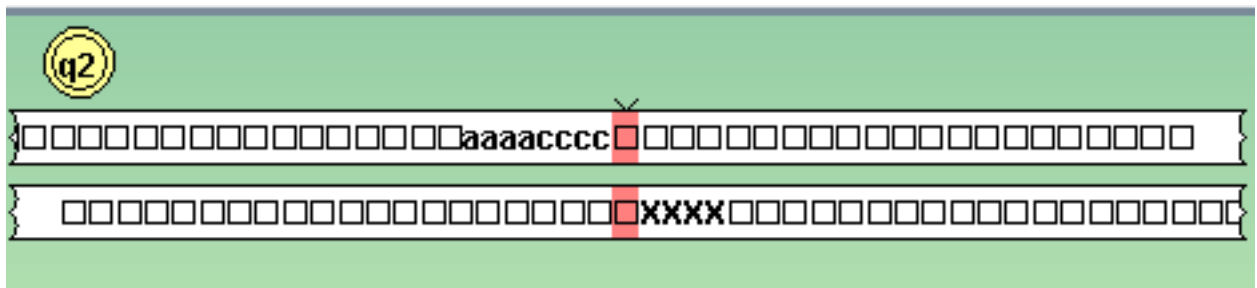
Cadena con mismo numero de c's que aes, por lo tanto se acepta.



Estado Inicial



Estado Intermedio



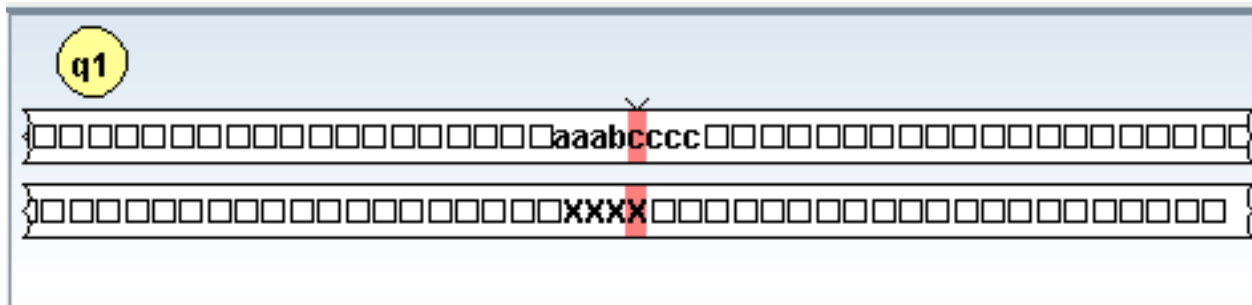
Estado final

Cadena $w = aaabcccc$

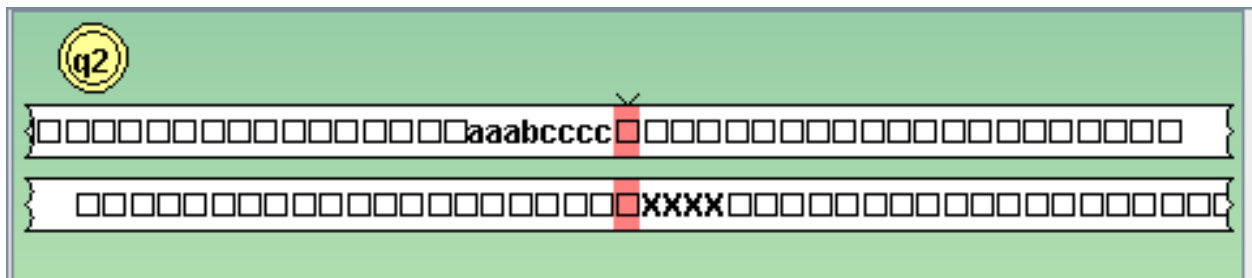
Cadena con mismo numero de c's que a's y b's, por lo tanto se acepta.



Estado Inicial



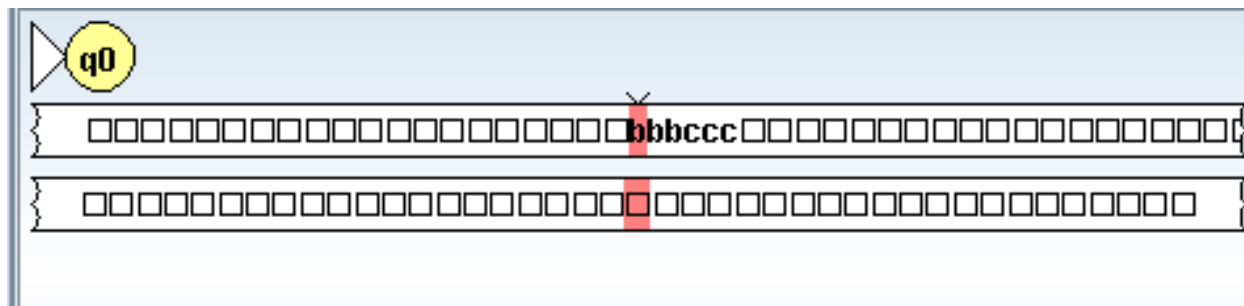
Estado Intermedio



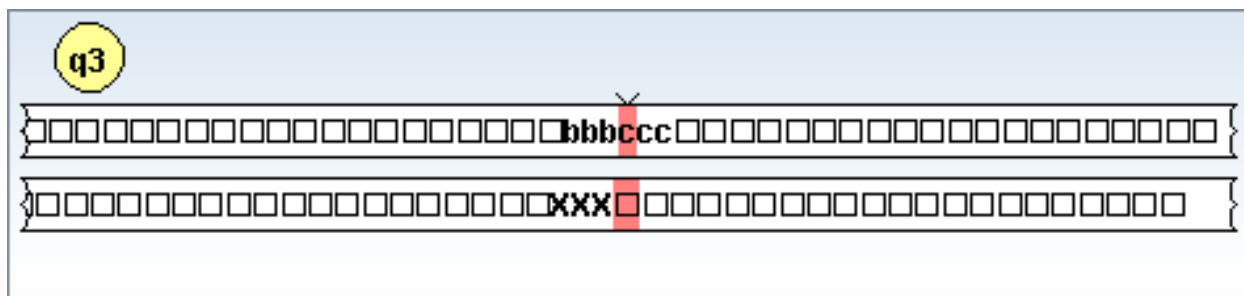
Estado final

Cadena $w = \text{bbbccc}$

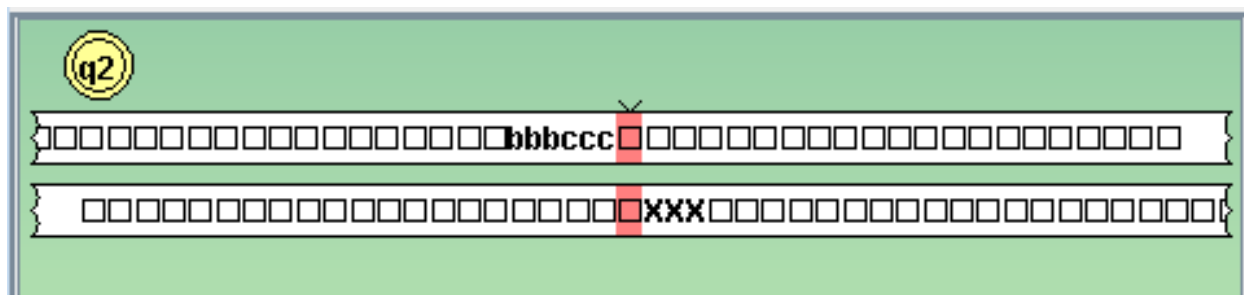
Cadena con mismo numero de c's que b's, por lo tanto se acepta.



Estado Inicial



Estado Intermedio

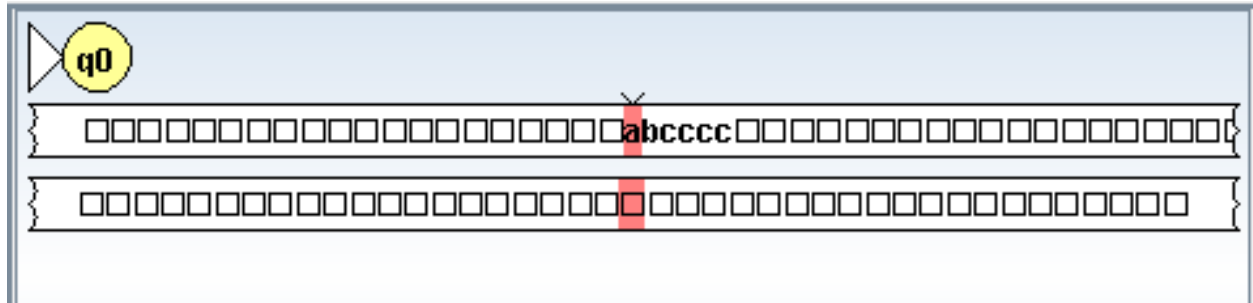


Estado final

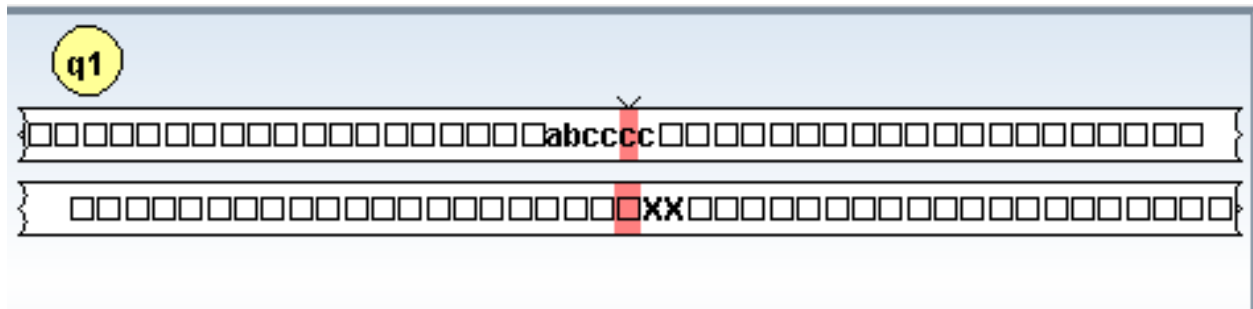
1.2.2. Cadenas No Aceptadas

Cadena $w = abccccc$

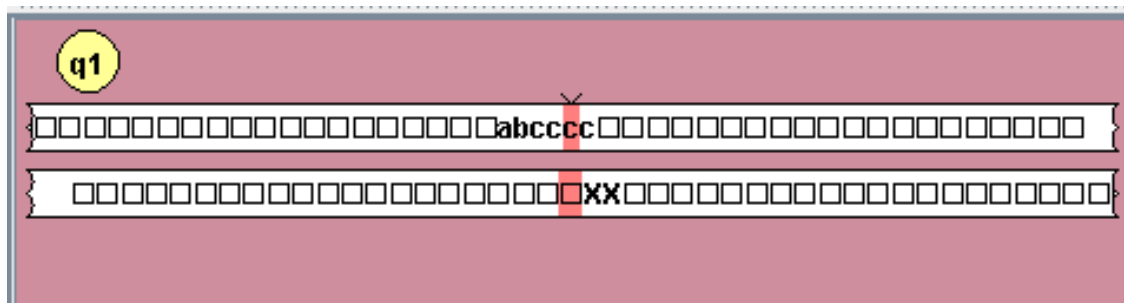
Cadena con más c's que a's y b's, por lo tanto no se acepta.



Estado Inicial



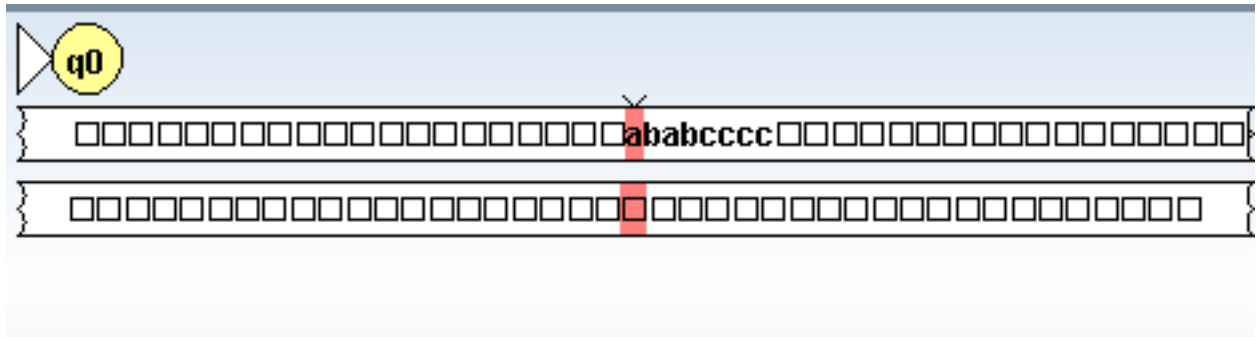
Estado Intermedio



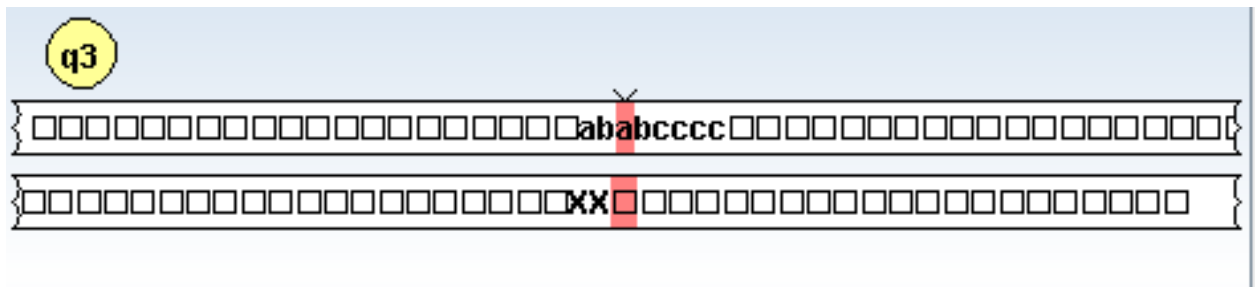
Estado final

Cadena $w = ababccccc$

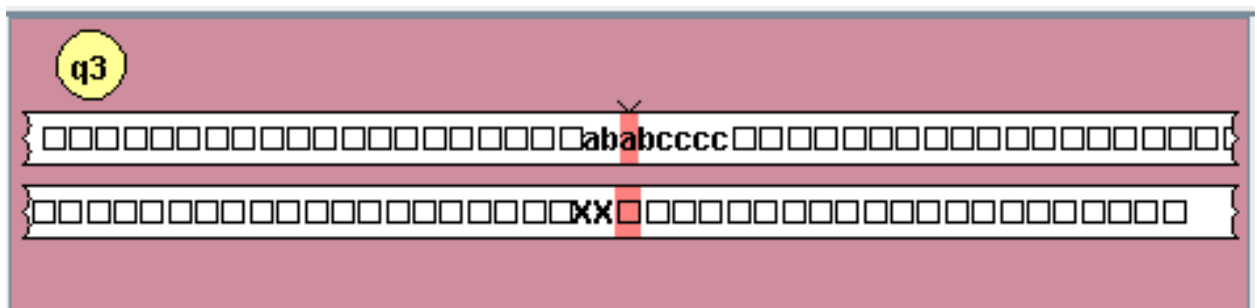
Cadena con mismas a's y b's que c's, pero las a's y b's vienen alternadas, por lo tanto no se acepta.



Estado Inicial



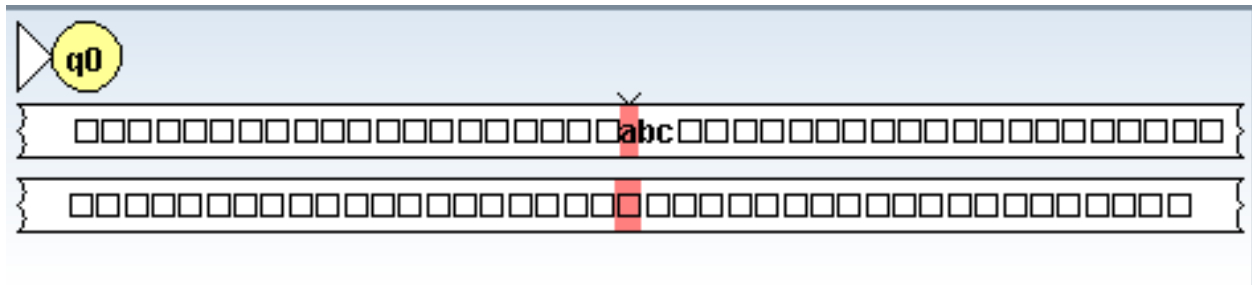
Estado Intermedio



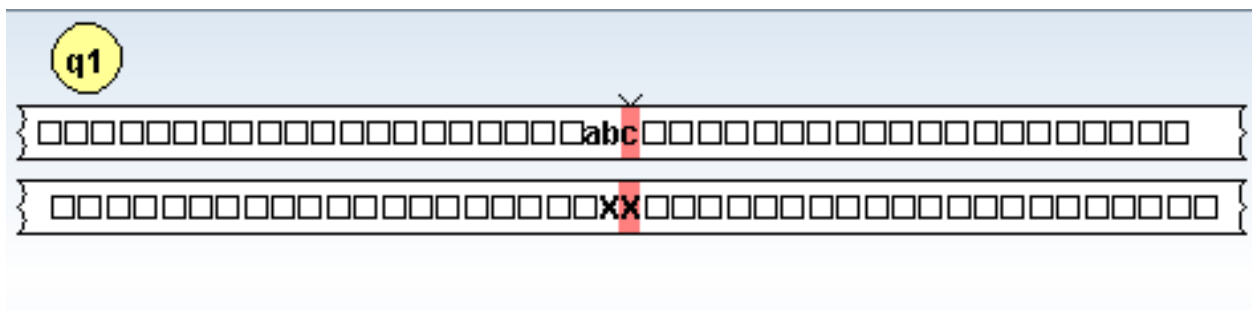
Estado final

Cadena $w = abc$

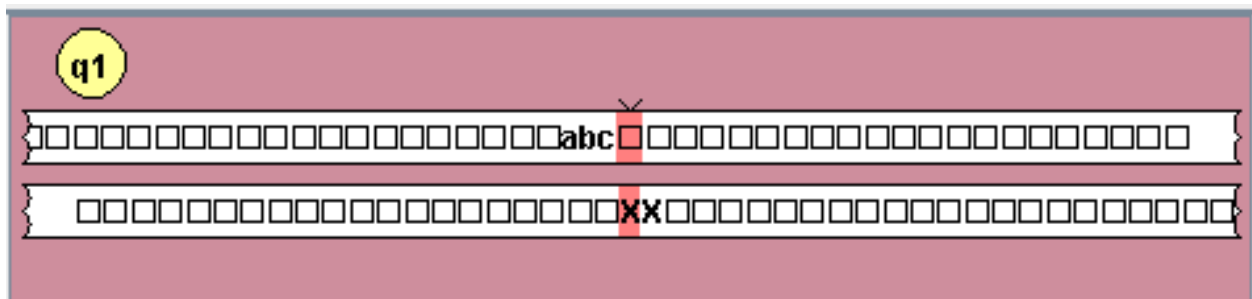
Cadena cuyos simbolos se repiten el mismo numero de veces, pero el numero de c's sigue siendo inferior, por lo tanto no se acepta.



Estado Inicial



Estado Intermedio



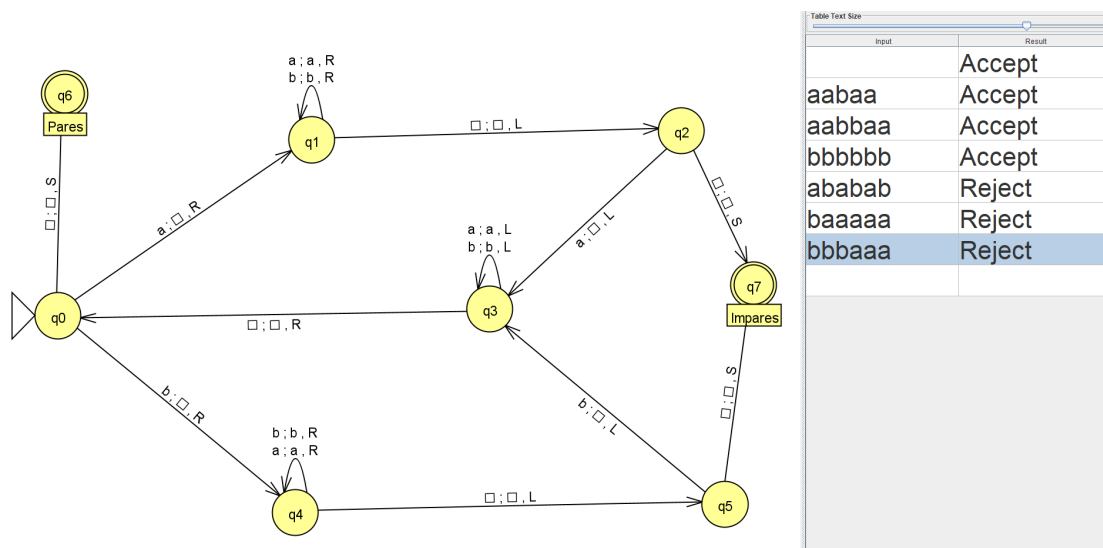
Estado final

2 Diseñar y simular en JFLAP máquinas de Turing que acepten el lenguaje $L = \{w \mid w = w^{-1}\}$ sobre el alfabeto $\Sigma = \{a, b\}$.

A continuación se han diseñado tanto la máquina de Turing monocinta como la de cinta multiple.

2.1 Diseño de la Máquina Monocinta

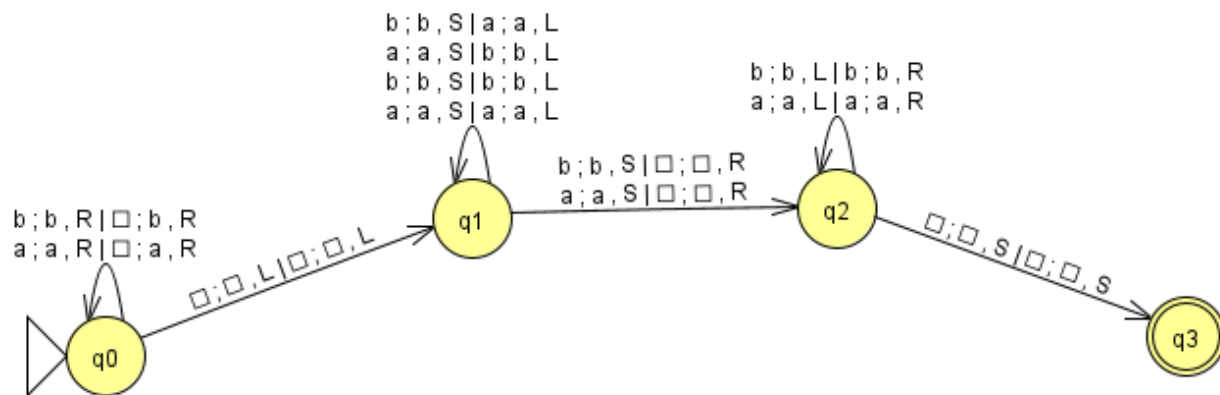
En la siguiente máquina monocinta se distingue las cadenas sean pares de las impares. Se puede apreciar que el diagrama de estados de la máquina se divide en dos ramas, la rama superior va emparejando las aes que lee: si la cadena empieza con a, la sustituye por un blanco y va a comprobar que el último simbolo sea una a. En el caso de que empiece con b hace lo mismo pero en la rama inferior. En el caso de cadenas pares, cada vez se vuelve a q0 donde, si la cadena es palindroma en la cinta quedarán solo blancos y se acepta moviéndose a q6. En el caso de ser impares quedará solo un símbolo. En este caso estaríamos en q1 (aes) o q4 (bes) y al sustituir el símbolo por un blanco, se buscaría su correspondiente pareja, que obviamente no está, pero habiendo un blanco, se acepta en q7.



Máquina de Turing monocinta en modo multirun

2.2 Diseño de la Máquina Multicinta

La máquina diseñada es una máquina de dos cintas y sigue el siguiente planteamiento: copiar en la 2ª cinta la cadena que se encuentra en la 1ª. A continuación, se intenta leer la cadena desde el final en la 1ª cinta y desde el principio en la 2ª, si cada simbolo coincide entonces la cadena es palindroma y portanto pertenece al lenguaje. Si algun simbolo no coincide en ambas cintas la máquina se para y la cadena no es aceptada. // Para conseguirlo, una vez copiada en la 2ª cinta la cadena, se itera sobre ella hasta llegar al primer simbolo. A continuación se realiza la lectura en ambas cintas en sentidos contrarios; al llegar ambas a un blanco se acepta.



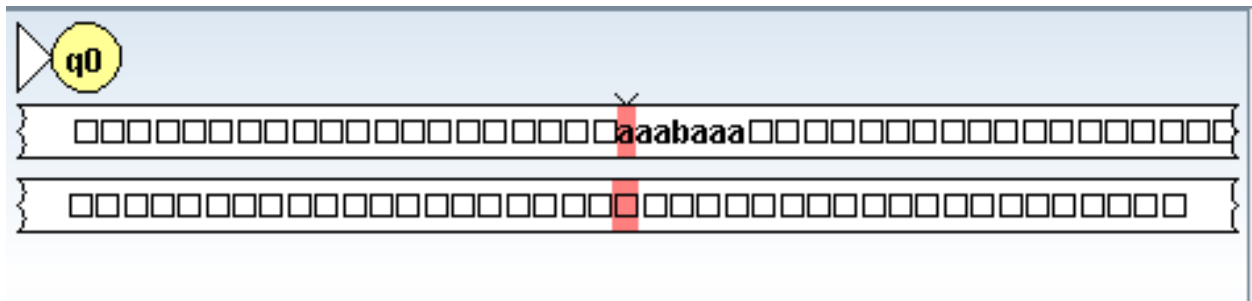
Máquina de Turing con dos cintas

A continuación se incluyen las simulaciones para algunas cadenas procesadas por la máquina multicinta. A causa de un bug en JFLAP que no permite realizar la simulación del todo correcta en el modo multirun, se mostrará para cada cadena el estado inicial, un estado intermedio y el estado final de comprobación; el fondo aparecerá en verde cuando la cadena se acepte y en rojo cuando no.

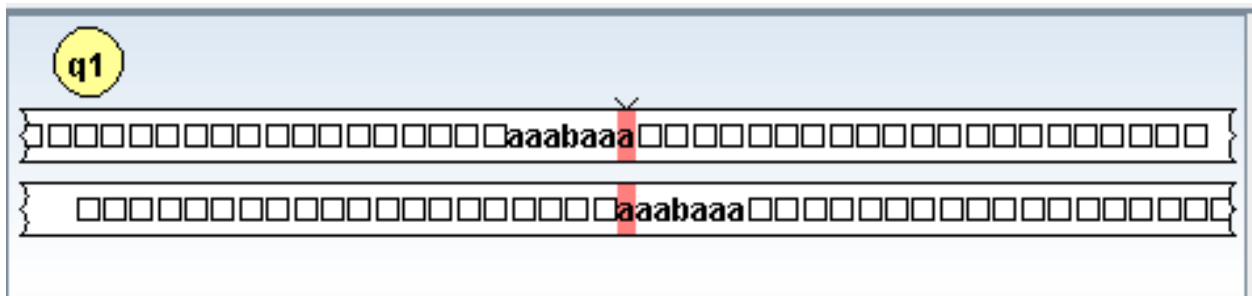
2.2.1. Cadenas Aceptadas

Cadena $w = aaabaaa$

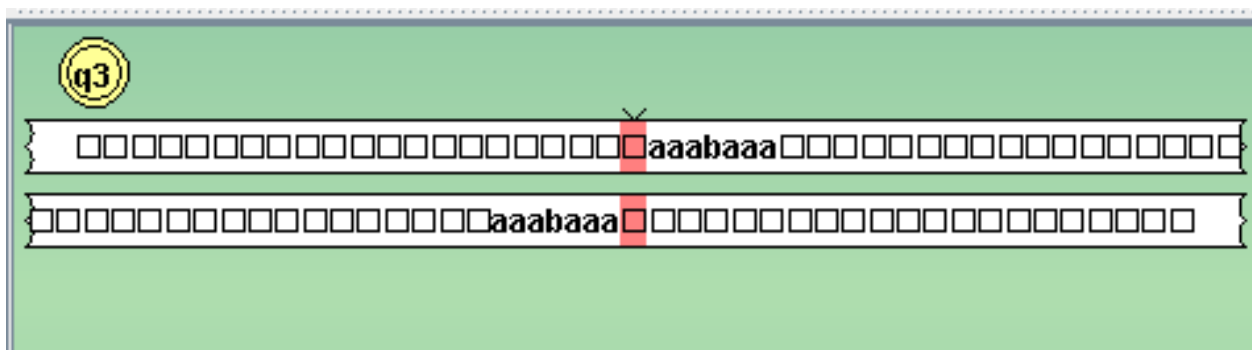
Cadena palindroma con tres aes seguidas de una b como pivot y tres aes



Estado Inicial



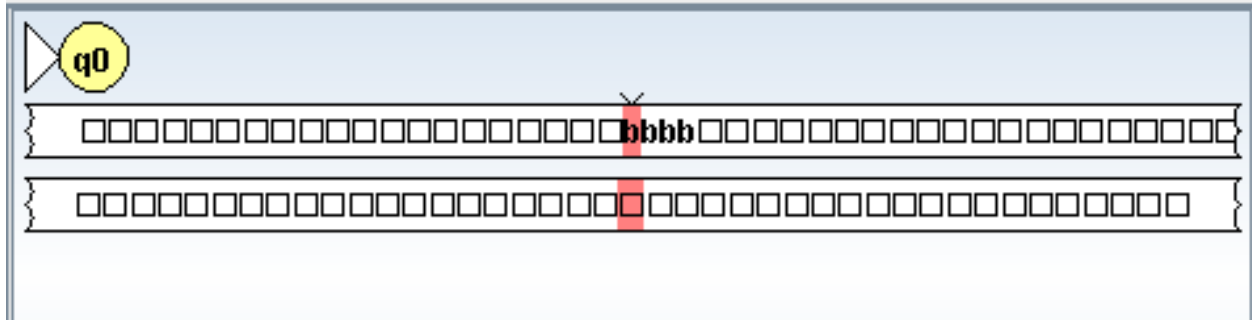
Estado Intermedio



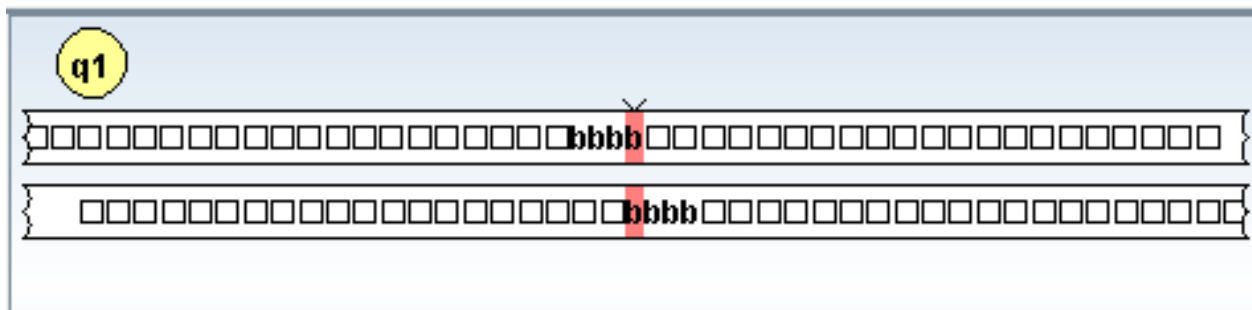
Estado final

Cadena $w = \text{bbbb}$

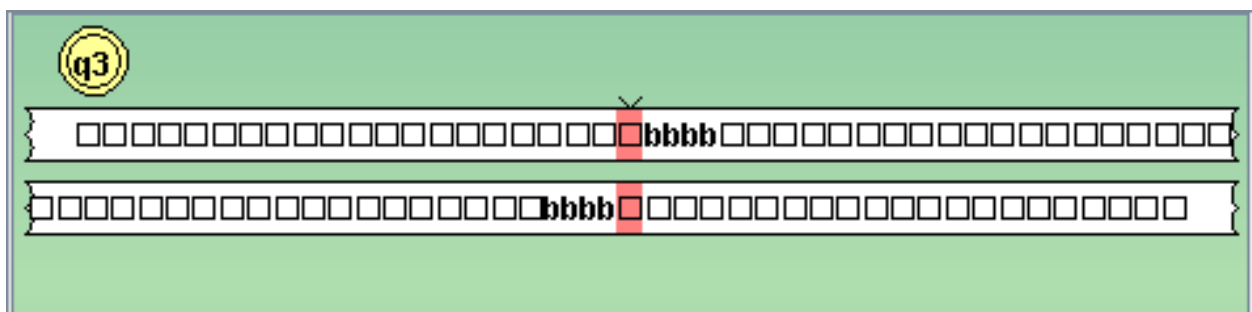
Cadena palindroma que contiene un solo simbolo (b) repetido 3 veces (podría repetirse n veces).



Estado Inicial



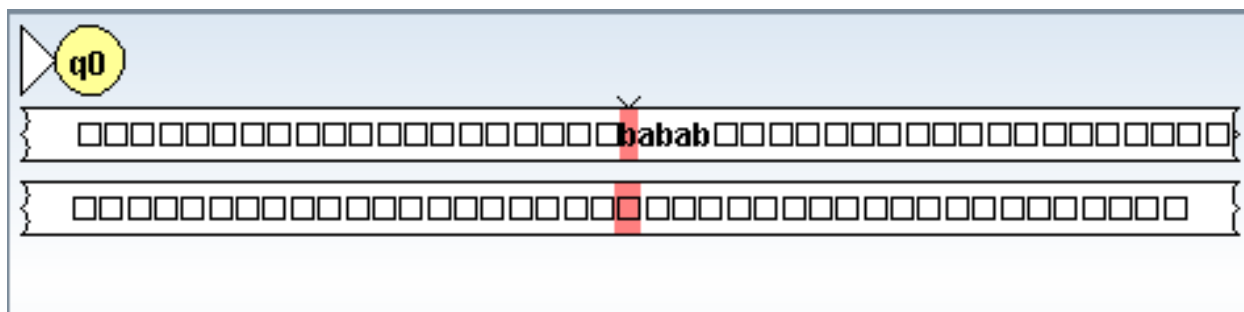
Estado Intermedio



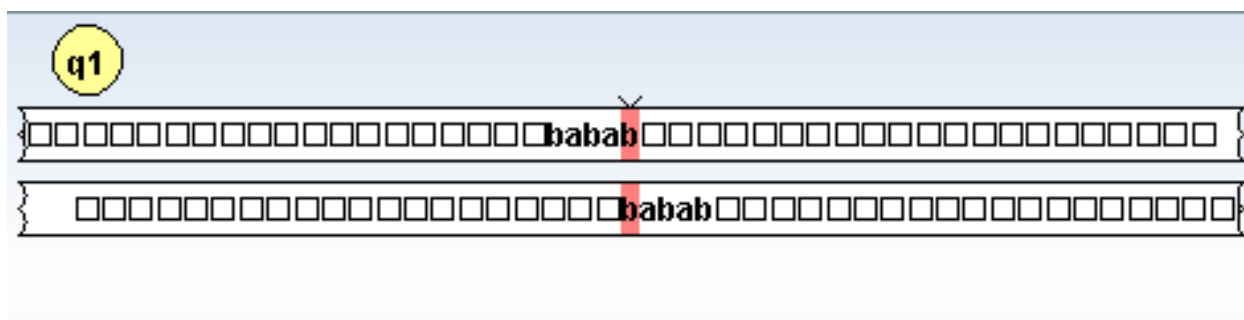
Estado final

Cadena $w = \text{babab}$

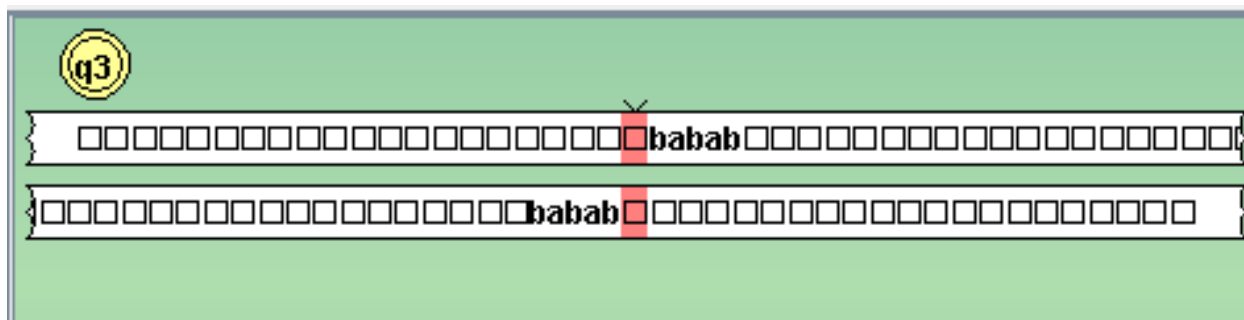
Cadena palindroma con una b como pivot.



Estado Inicial



Estado Intermedio

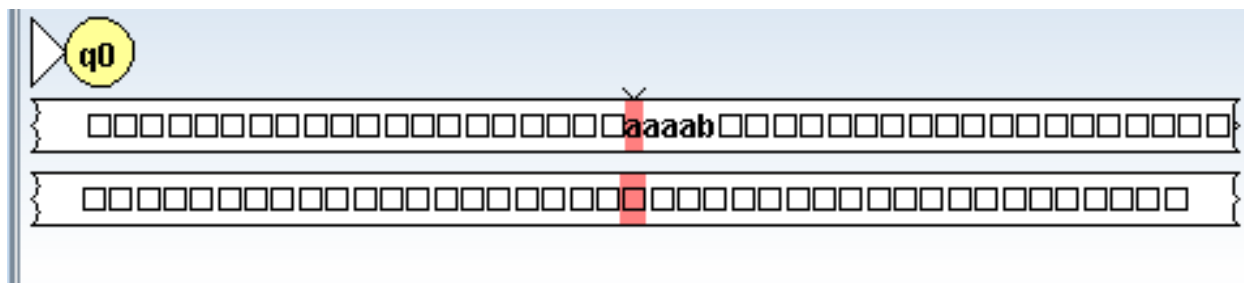


Estado final

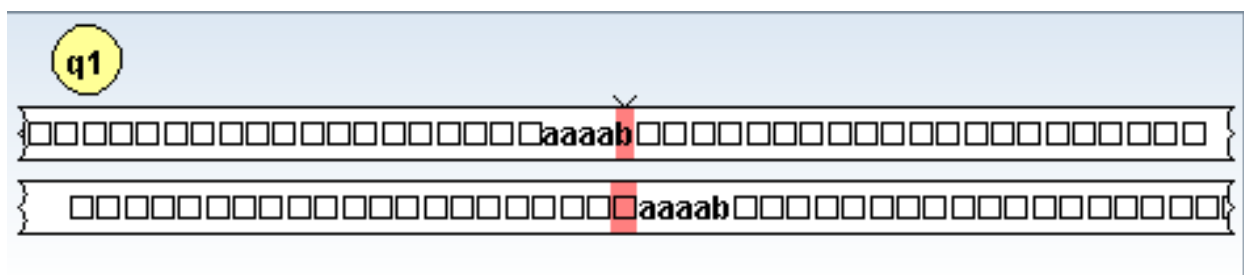
2.2.2. Cadenas No Aceptadas

Cadena $w = \text{aaaab}$

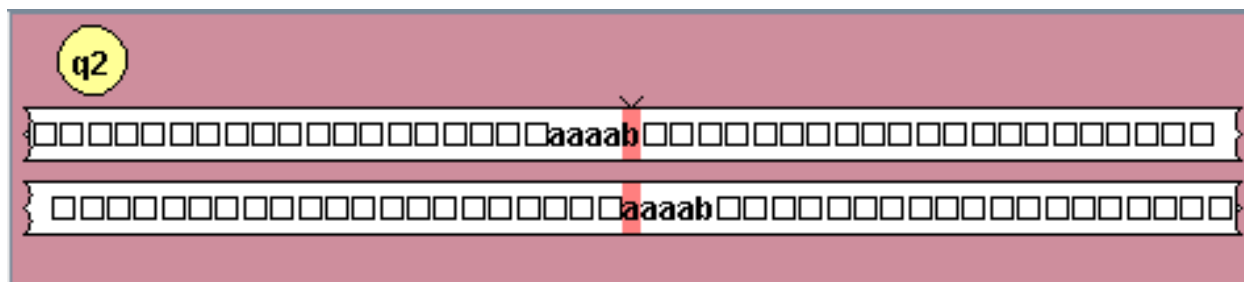
Fíjese que la máquina cuando llega a q_2 se interrumpe porque los símbolos no coinciden.



Estado Inicial



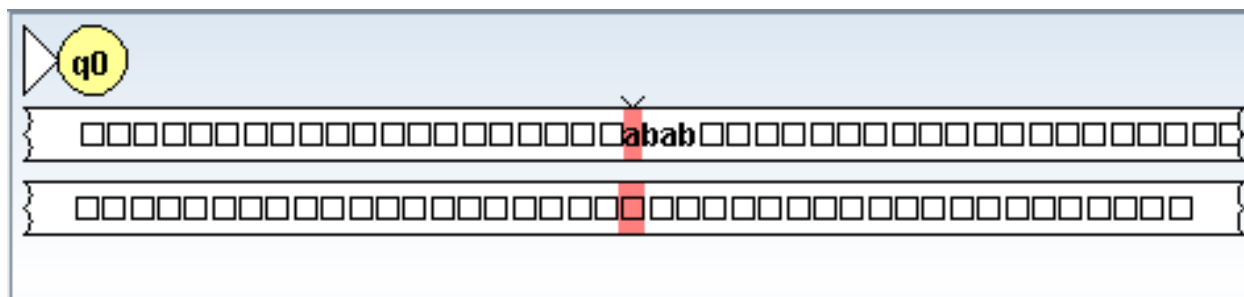
Estado Intermedio



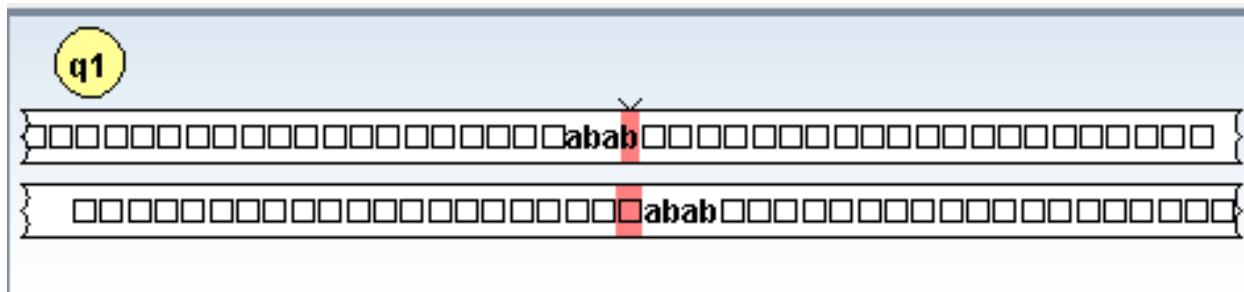
Estado final

Cadena $w = abab$

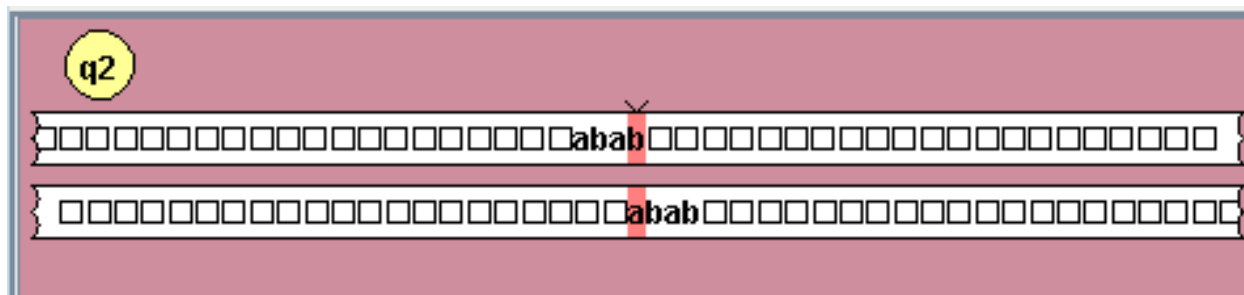
Fíjese que la máquina cuando llega a q_2 se interrumpe porque los símbolos no coinciden.



Estado Inicial



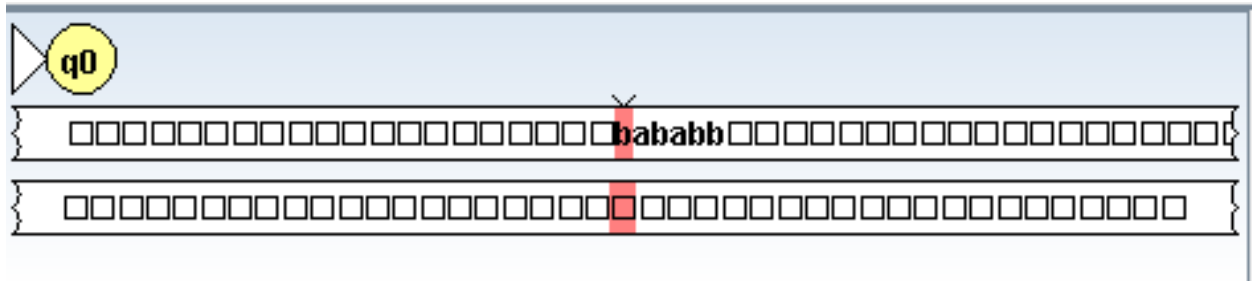
Estado Intermedio



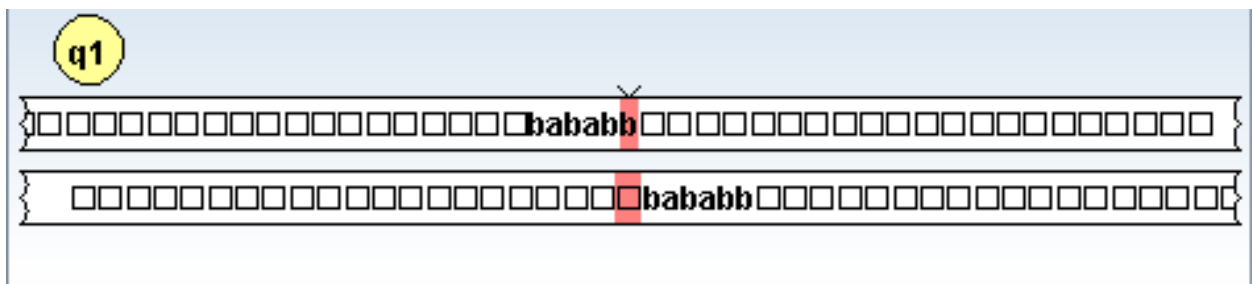
Estado final

Cadena $w = \text{bababb}$

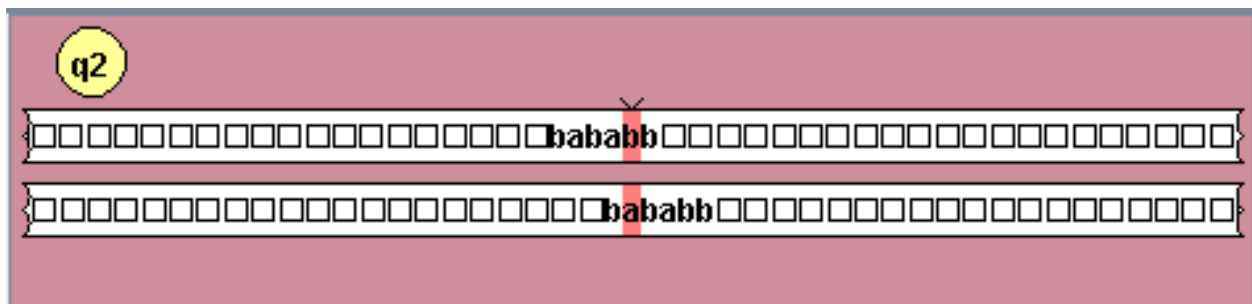
Fíjese que la máquina cuando llega a q_2 se interrumpe porque el penultimo simbolo de la cadena original no coincide con el segundo de la cadena invertida.



Estado Inicial



Estado Intermedio



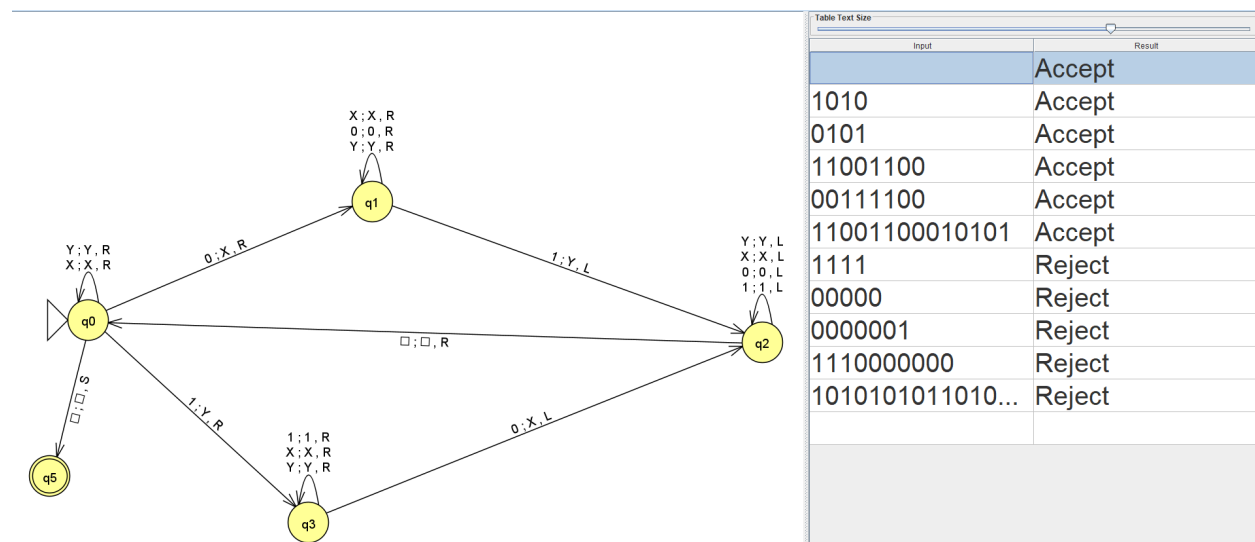
Estado final

3 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.

A continuación se han diseñado tanto la máquina de Turing monocinta como la de dos cintas.

3.1 Diseño de la Máquina Monocinta

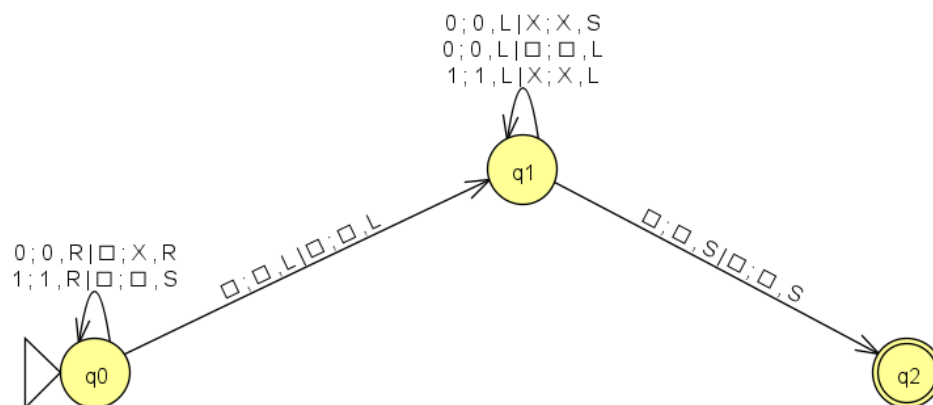
La máquina de Turing sigue la idea de ir emparejando cada simbolo (0 o 1) con su complementario. Empezando por el estado q_0 , si se encuentra un 1 el siguiente estado es q_3 sustituyendolo por una Y. A continuación se va cazando un 0 y cuando se encuentra se sustituye por una X y se va al estado q_2 . La cabeza vuelve al estado q_0 que por tanto indica que la cadena tiene actualmente un numero de 0s igual a 1s. El mismo procedimiento ocurre en la rama superior cuando se encuentra un 0. Si la cadena pertenece al lenguaje, la cabeza itera sobre toda la cadena en ambos sentidos hasta encontrar un blanco. Llegados a este punto, no hay más símbolos que comprobar y la cadena se acepta, sino se parará entre q_1 , q_2 y q_3 .



Máquina de Turing monocinta en modo multirun

3.2 Diseño de la Máquina Multicinta

La máquina de Turing con dos cintas es mucho más fácil de realizar, aprovechando la 2ª cinta para tener un contador de 0's. Así se itera hacia la derecha sobre la cadena en la 1ª cinta y cada vez que se encuentre un 0, se marca en la 2ª cinta una X y se mueve hacia la derecha. Cuando la cabeza superior llega a un blanco significa que la cadena ha acabado leerse, así que ambas cabezas se mueven a la izquierda leyendo el último símbolo de la cadena y la última X marcada en el caso de la 2ª cabeza y la máquina pasa al estado q1. En este estado se cuentan los 1's en la cinta superior, es decir que mientras la 1ª cabeza sigue ocupándose de leer los símbolos, la cabeza inferior se moverá solo en el caso de que la cabeza superior lea un 1. Cuando ambas cabezas lean un blanco significa que la cadena se ha aceptado. Se puede también dar el caso que la cabeza superior lea un 0 y la inferior un blanco: se aceptará también.



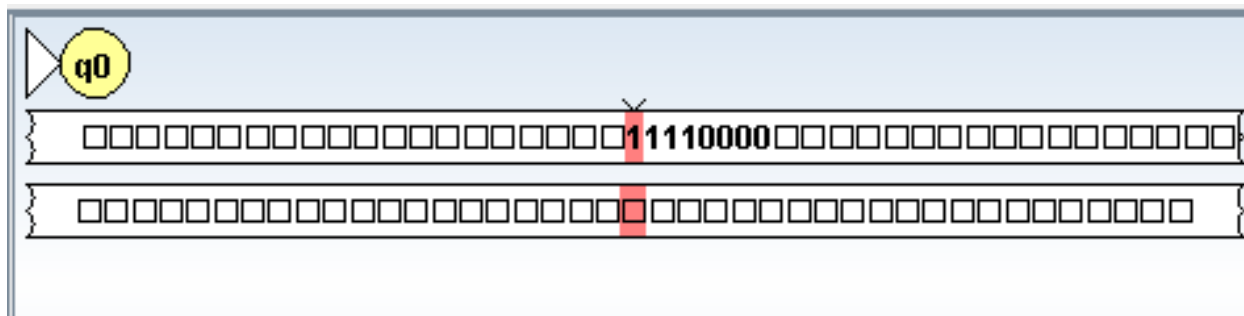
Máquina de Turing con dos cintas

A continuación se incluyen las simulaciones para algunas cadenas procesadas por la máquina multicinta. A causa de un bug en JFLAP que no permite realizar la simulación del todo correcta en el modo multirun, se mostrará para cada cadena el estado inicial, un estado intermedio y el estado final de comprobación; el fondo aparecerá en verde cuando la cadena se acepte y en rojo cuando no.

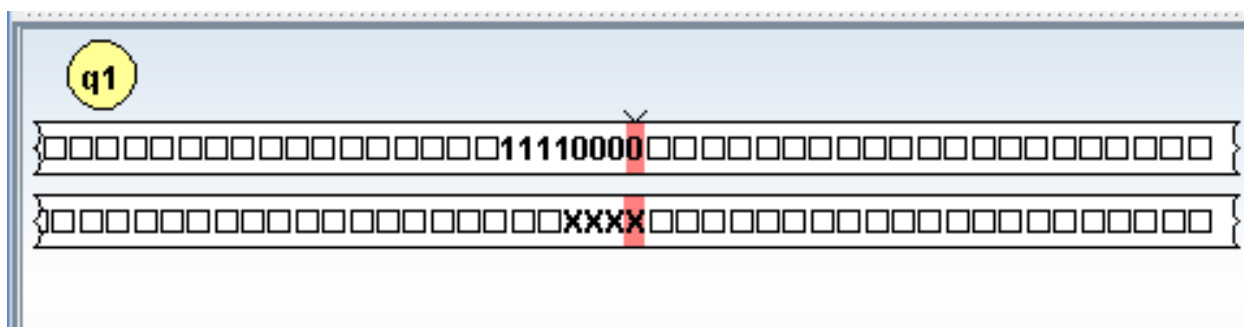
3.2.1. Cadenas Aceptadas

Cadena $w = 11110000$

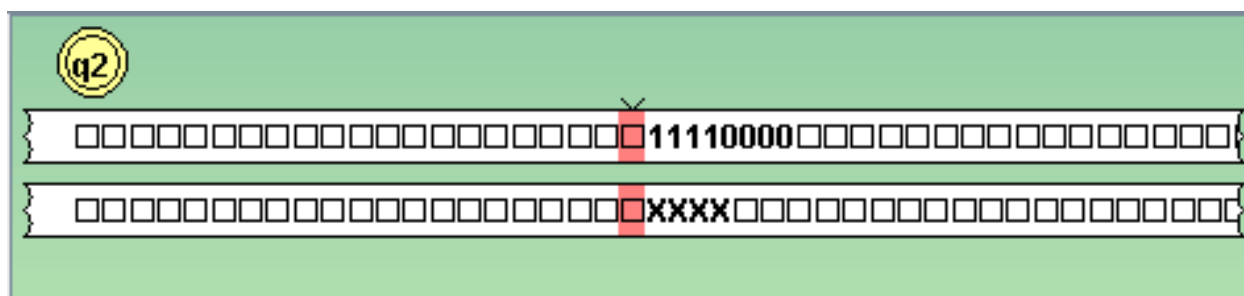
Cadena con n 1's seguidos de n 0's.



Estado Inicial



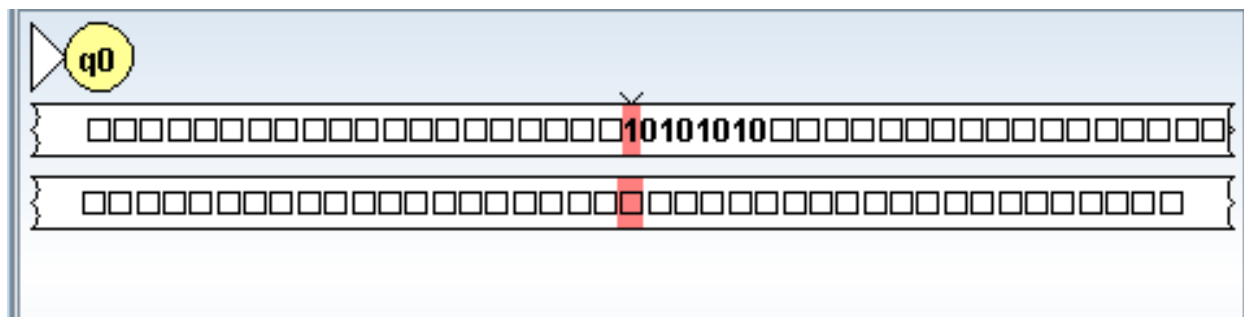
Estado Intermedio



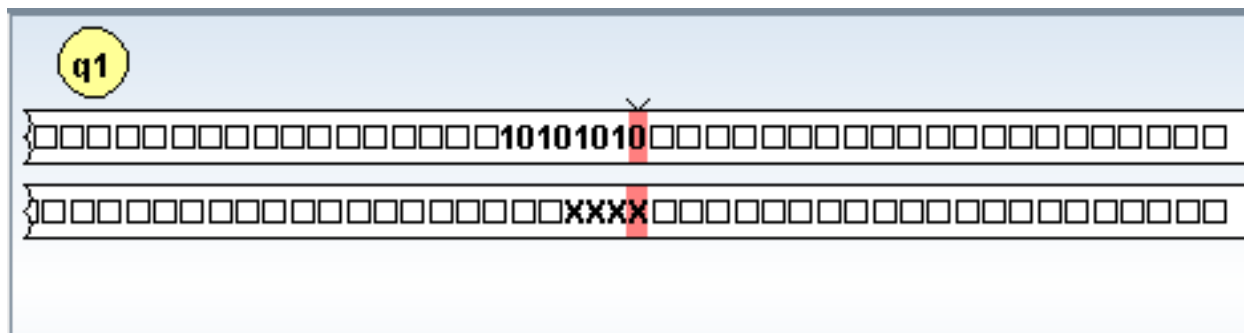
Estado final

Cadena $w = 10101010$

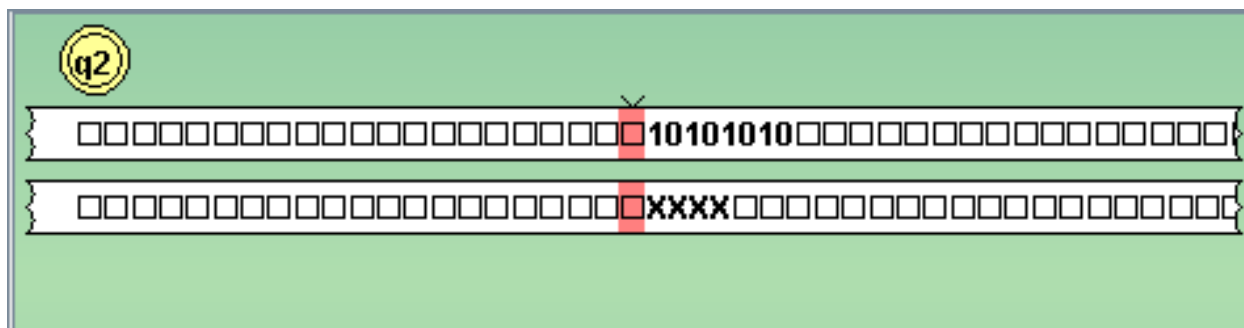
Cadena de n 1's y n 0's intercalados que comienza por 1.



Estado Inicial



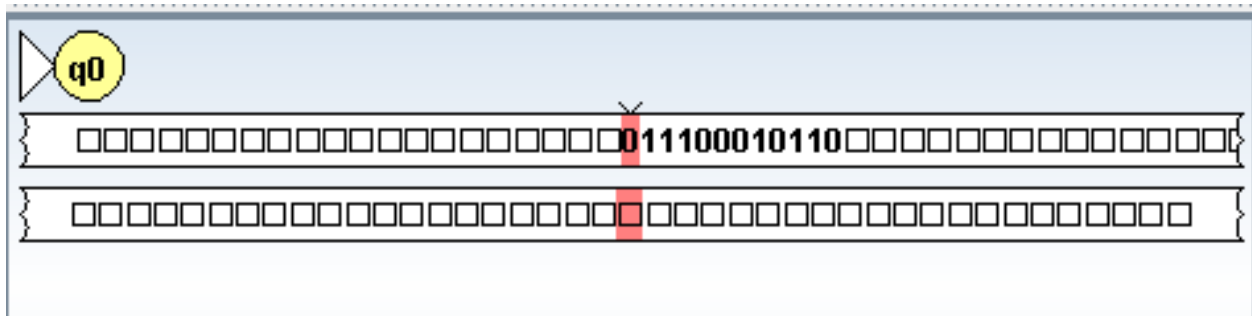
Estado Intermedio



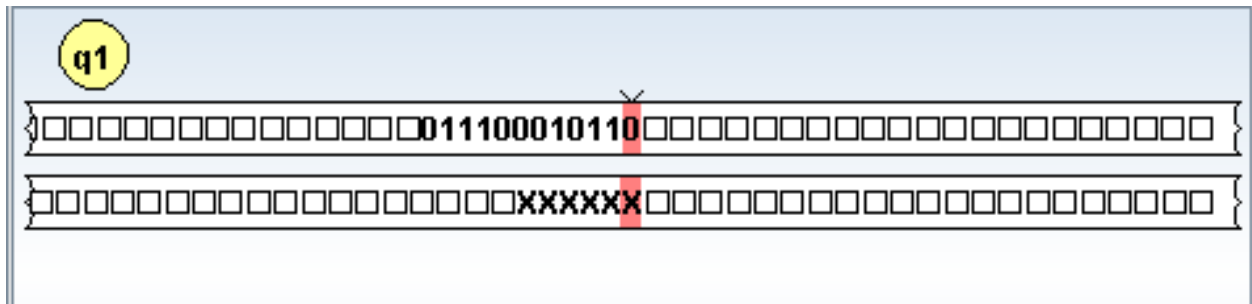
Estado final

Cadena $w = 011100010110$

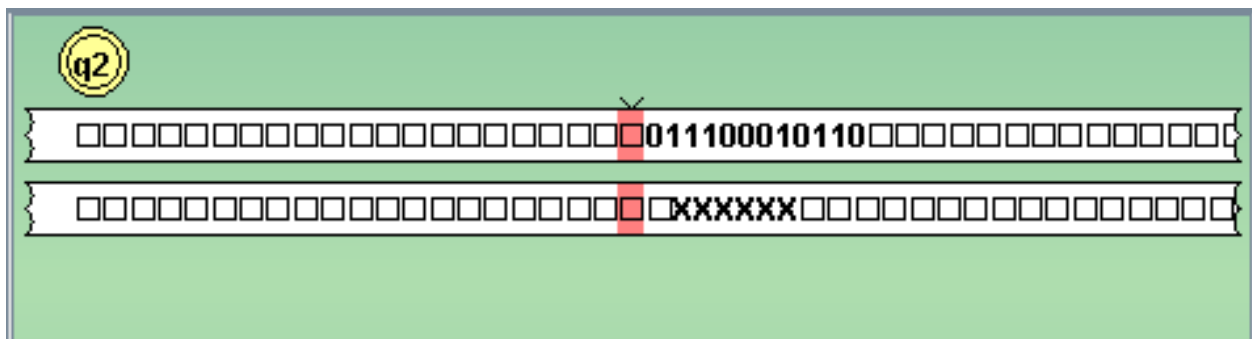
Cadena de n 1's y n 0's mezclados. Caso que falta un 0 por leer.



Estado Inicial



Estado Intermedio

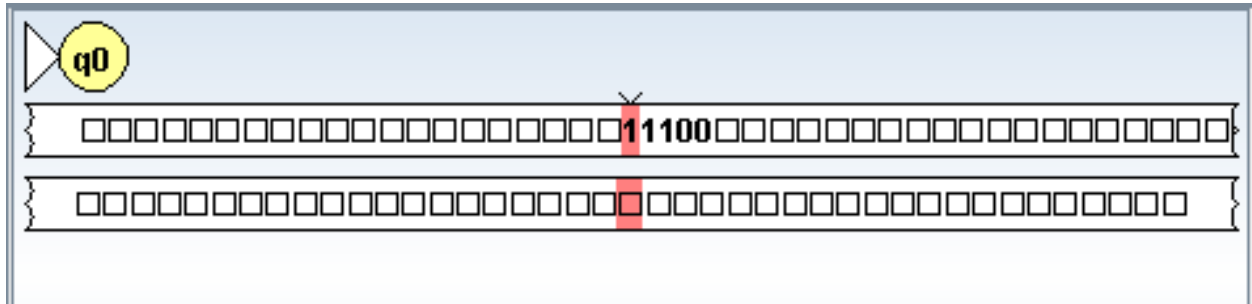


Estado final

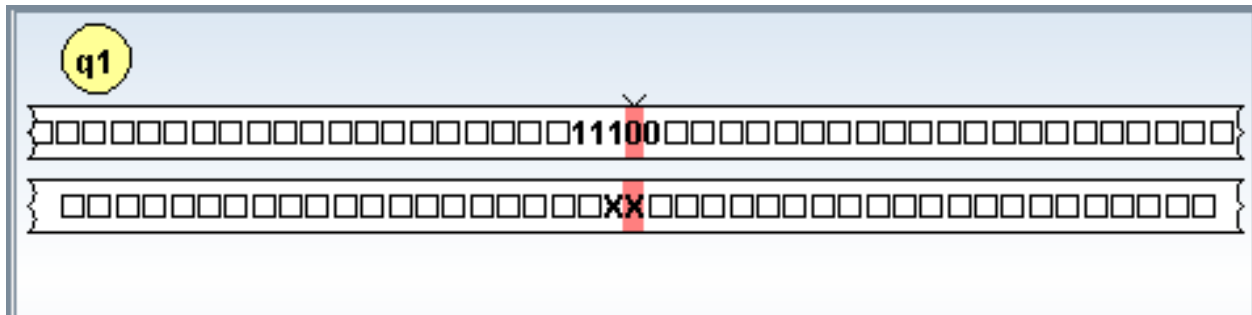
3.2.2. Cadenas No Aceptadas

Cadena $w = 11100$

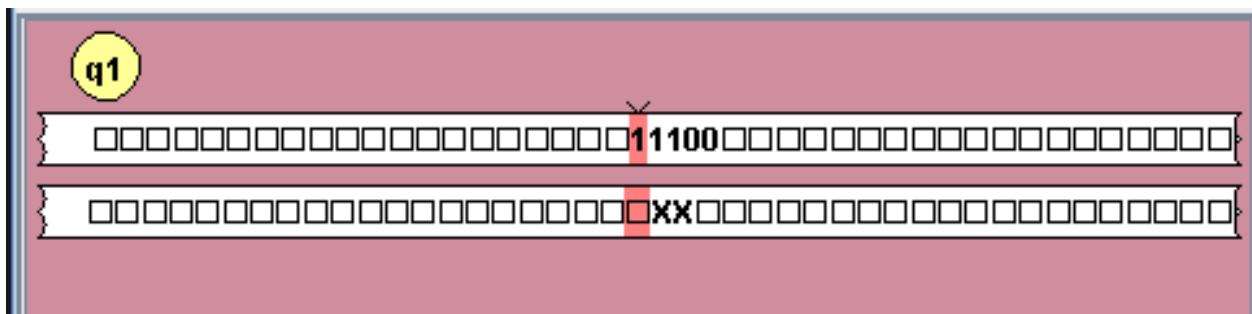
Cadena con más 1's que 0's



Estado Inicial



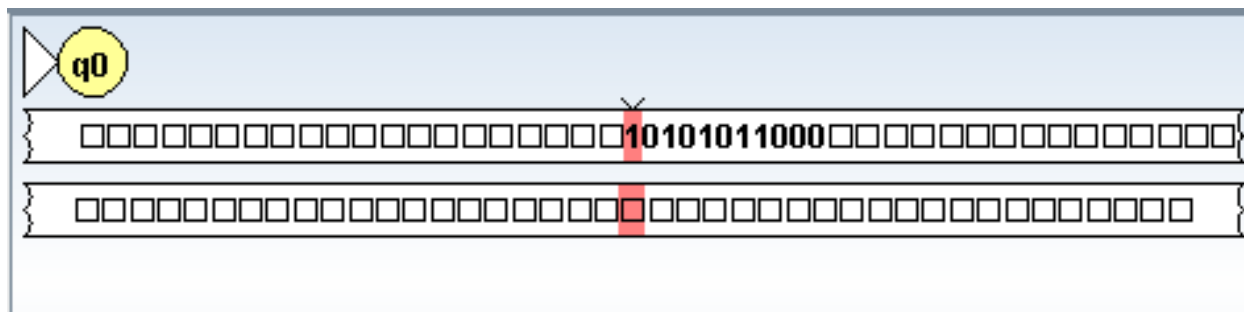
Estado Intermedio



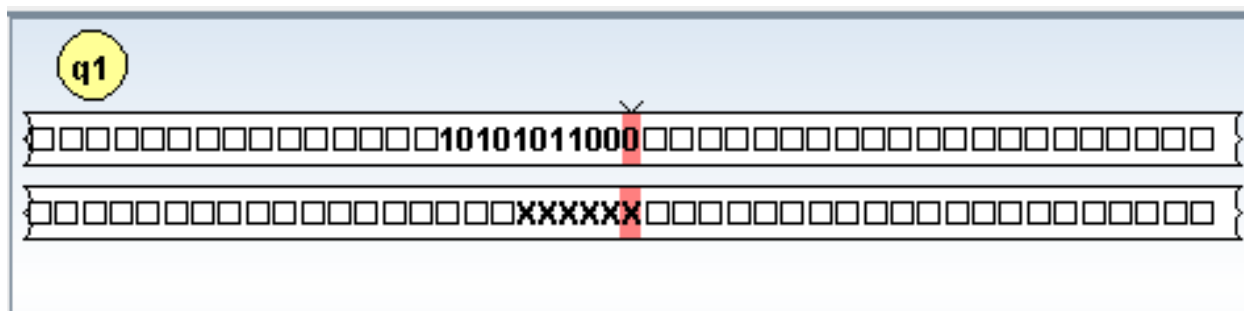
Estado final

Cadena $w = 10101011000$

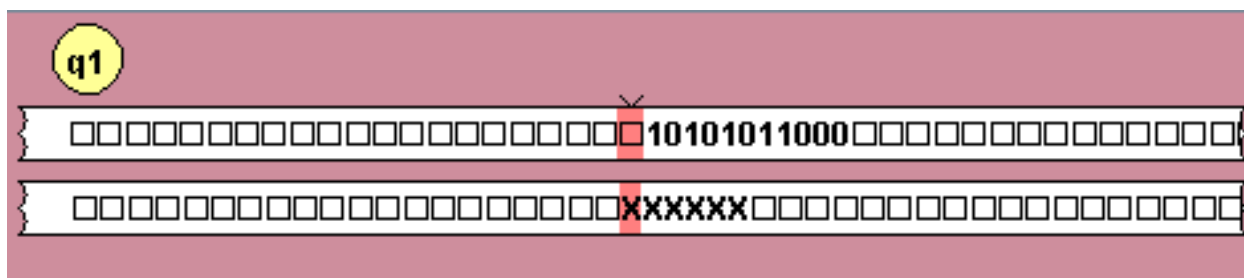
Cadena aleatoria con más 0's que 1's.



Estado Inicial



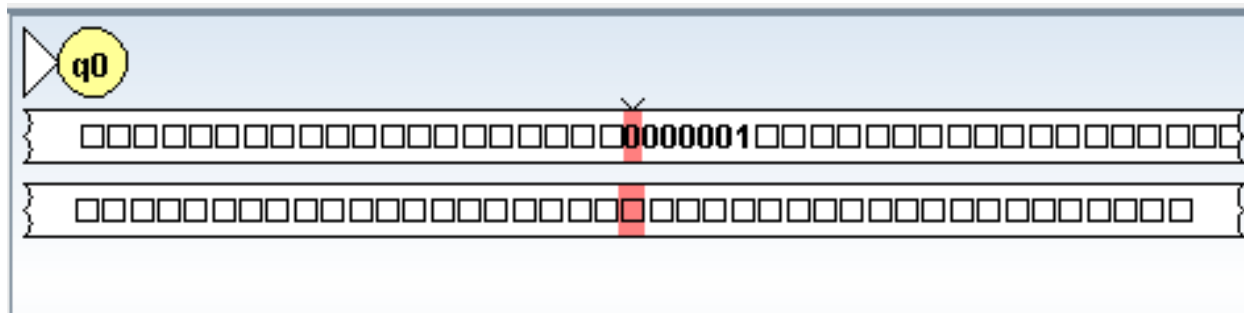
Estado Intermedio



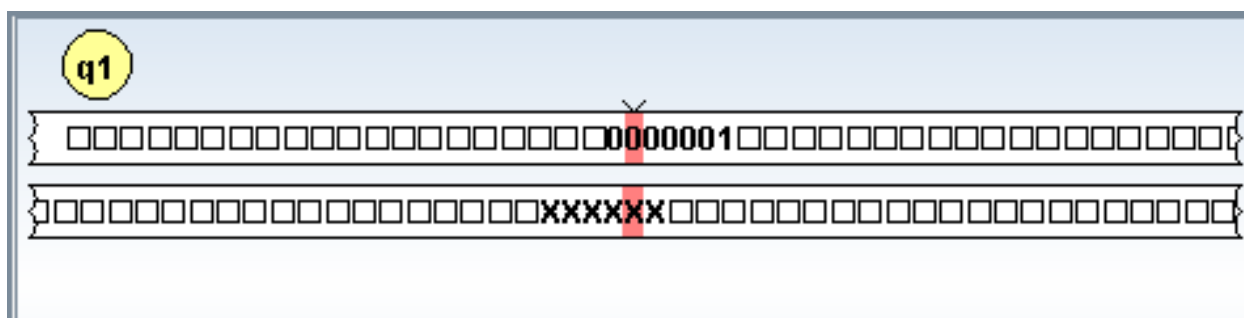
Estado final

Cadena $w = 0000001$

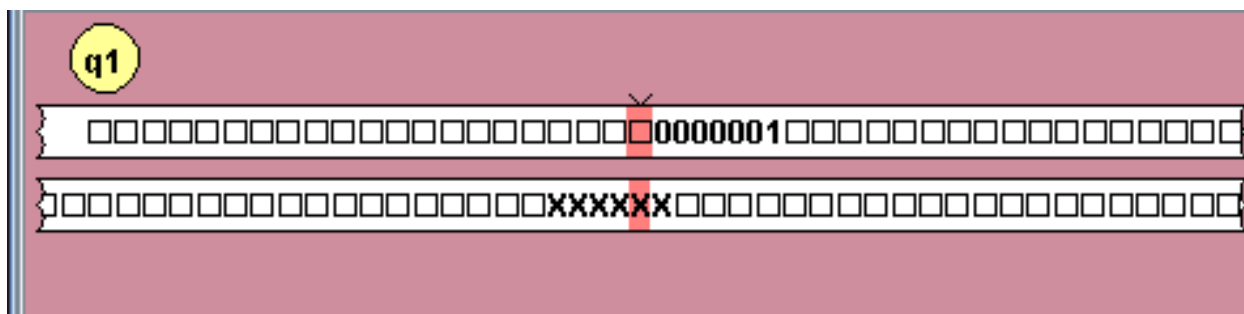
Cadena aleatoria con una secuencia de 0's que acaba en 1.



Estado Inicial



Estado Intermedio



Estado final