

Universidad de Guadalajara

Centro Universitario de Ciencias

Exactas e Ingenierías

Asignatura: Teoría de la Computación

PROYECTO FINAL

Tema: Autómata de Estado Finito sobre Máquina de cobro
de Pasaje del Transporte Público

Planteamiento del problema

Son diferentes los medios de transporte público que se encuentran todos los días por la ciudad circulando para llevar a la población mexicana a su destino, pero uno que sobresale de entre todos los demás, por ser uno de los medios de transporte más utilizados a diario por las personas, son los camiones de pasaje, por su gran cantidad de rutas y por su precio accesible.

Por lo tanto, es uno de los que se ve más propenso a que surjan conflictos, entre operadores y pasajeros u operadores y la empresa que administra las rutas. Devolución de cambios, boleto de pasaje no entregado o entre otros problemas más que ocurren frecuentemente. Un autómata de estado finito es capaz de simular el funcionamiento de una máquina cobradora, mediante estados de aceptación y de no aceptación y con transiciones puede ser posible desarrollar una máquina que beneficia a muchas personas en diferentes cuestiones, es por ello, que en este proyecto se busca encontrar una alternativa de crear una máquina de cobro por medio de un Autómata de Estado Finito.

Considere interesante aplicar en un Autómata de Estado Finito este proyecto, ya que normalmente se utiliza una Máquina de Estado Finito cuando se necesita crear una máquina que tenga funciones similares a las que ejecuta la máquina cobradora. Tome como referencia el libro de "Teoría de la Computación" del autor J.Gleen Brookshear, que me ayudo como guía para desarrollar el Autómata de Estado Finito enfocado a este tipo de casos. Al ser una situación que yo constantemente vivo y observo, me pareció interesante conocer de cierta manera el proceso interno de una máquina que realiza ciertas funciones específicas y cómo puede un Autómata Finito ser desarrollado para ejecutar esa misma función de tanta utilidad en nuestra vida cotidiana.

Objetivo

Decidí implementar este proyecto, ya que, el propósito de las maquinas cobradoras es que el flujo del ingreso de los pasajeros y el cobro de pasaje, sea un proceso con mayor seguridad y con mínimos riesgos de cometerse errores. Este proyecto busca simular mediante un autómata de estado finito, el funcionamiento de una máquina que cobra los pasajes de un determinado medio de transporte público. Contabiliza las monedas que el pasajero deposite en la caja de cobro, mientras estas sean del tamaño de moneda que la máquina acepta y al final, entrega un boleto.

Uno de los objetivos principales del desarrollo de este proyecto, es el probar que un Autómata de Estado Finito puede ser de gran utilidad y se puede aplicar en diversas situaciones con las que convivimos a diario, y no exclusivamente son útiles para aplicarlos en temas relacionados con computadores digitales.

Justificación

Una maquina cobradora trae múltiples beneficios a diferentes personas, entre esas personas se encuentran tanto la empresa que administra las rutas como a los operadores, ya que el operador no se ve obligado a responsabilizarse sobre el dinero que va ingresando a la unidad por cada persona que toma este transporte, o por la entrega de boleto y de realizar cambios de dinero, mientras que la empresa, conocerá la cantidad aproximada real de pasajeros que toman esa ruta durante un cierto tiempo del día, gracias a los boletos que entrega la máquina y al dinero que cada usuario deposita por sí mismo en la caja de cobro como pago de su pasaje.

Este autómata de manera segura se encarga de cobrar los pasajes al usuario, sin riesgo de errores o de equivocaciones y cada persona se hace responsable de traer el dinero exacto o suficiente para depositar en la máquina para cubrir el costo, en otras palabras, se hace responsable de pagar su pasaje, ya sea si el cobro del pasaje está cubierto o sino no trae el dinero exacto, ya que las maquinas no devuelven cambio, y de siempre, pagar con el tamaño de moneda que la maquina autómata recibe.

Marco teórico

Teoría de Autómatas

Los Autómatas Finitos son máquinas teóricas que van cambiando de estado dependiendo de la entrada que reciban. La salida de estos Autómatas está limitada a dos valores: aceptado y no aceptado, que pueden indicar si la cadena que se ha recibido como entrada es o no válida.

El Autómata Finito Determinista es aquel que sólo puede estar en un único estado después de leer cualquier secuencia de entradas. El término “determinista” hace referencia al hecho de que para cada entrada sólo existe uno y sólo un estado al que el autómata puede hacer la transición a partir de su estado actual. Un autómata Finito determinista no debe contener ambigüedades.

Todas las situaciones que se lleguen a presentar durante la lectura de una cadena, deben estar definidas. Es decir, si la máquina se encuentra en cierto estado y llega un determinado símbolo, siempre debe de existir transiciones para todo símbolo que llegue a cada estado, aunque no sea de relevancia en el lenguaje que acepte y la transición lleve a un estado sin salida, siempre toda situación debe de estar definida.

Los AFD son máquinas ideales dentro de los lenguajes regulares por su cercanía formal hacia la creación de máquinas fundamentalmente lexicográficas, y desde un estado actual tiene transiciones únicas por símbolo, por lo que se convierten en máquinas de gran facilidad de implementar en software, matemática, física y en otras áreas. Normalmente, se aplican en el contexto de los computadores digitales modernos. Sin embargo, el concepto de autómata finito determinista no se restringe al ambiente de computadores tradicional, ya que estos autómatas están en todas partes y se aplican en diferentes áreas, para realizar funciones variadas.

Problema a resolver:

Desarrollar Máquina de Cobro de Pasajes mediante un Autómata de Estado Finito

Las máquinas de cobro son mecanismos de control que se pueden observar con frecuencia en los camiones de pasaje, ya que esta máquina se encarga de contar las monedas que un usuario deposita como pago de su pasaje por utilizar tal medio de transporte y entregar boleto. Con este proyecto se pretende conocer el mecanismo de una máquina de cobro y sus funciones y encontrar una alternativa para desarrollar una de estas mediante el uso de un Autómata de Estado Finito Determinista, y probar que es posible crear una máquina que ejecute las mismas funciones pero mediante un mecanismo diferente.

El AFD desarrollado, al igual que una maquina deberá de contar las monedas depositadas y no entregar boleto hasta que el monto del cobro del pasaje no se haya completado. Y solo recibirá determinados tamaños de monedas. Por lo que las transiciones, deberán tener como símbolos los tamaños de monedas que se pueden ingresar a una maquina cobradora.

Metodología

Este proyecto, consta del diseño de un Autómata de Estado Finito destinado a funcionar en beneficio de la población mexicana que hace uso diariamente de los camiones de pasaje. La máquina cobradora que se desarrolló mediante un AFD en este proyecto, solo acepta tres tamaños determinados de moneda, por lo que, está diseñada para recibir solo y exclusivamente monedas de \$1.00, \$2.00, \$5.00 y \$10.00 en peso mexicano, es decisión del usuario que tamaño de moneda depositar en la máquina para que se cubra el costo del pasaje, el cual es de \$11.00.

Por lo tanto, el autómata de estado finito tiene en totalidad 12 estados, y cada estado hace referencia a la cantidad de dinero que se ha depositado dentro de la máquina cobradora, desde el último pasaje pagado. Cuando el autómata está en el estado inicial "0" significa que no han depositado dinero en la maquina desde la entrega del ultimo boleto de pasajero, y cuando está en el estado de aceptación "11", significa que las monedas ingresadas ya han sumado la cantidad del cobro del pasaje, en otras palabras, las monedas ingresadas son del tamaño que el autómata reconoce y ya se ingresaron las suficientes para cubrir el costo, aunque, basándonos en algunos tipos de maquina cobradora en la vida real, podrás entrar al camión siempre y cuando el total del dinero sea igual a \$11.00, mientras tanto

no puedes entrar al camión, y debes continuar depositando monedas, pero cuando completas el costo, y continuas ingresando más monedas, la maquina no genera ninguna clase de error, si no que sin problema puede seguir recibiendo monedas, o puede presentarse el caso en el que, el usuario no trae consigo el dinero exacto, y tiene que depositar unos cuantos pesos de más, para pagar el pasaje, ya que no trae las monedas que sumen con exactitud el pasaje. Y es lo que sucede en este autómata, cuando se llega al estado “11 o más”, existe un lazo para continuar recibiendo monedas de los 4 tamaños de moneda que acepta, aunque, ya se llegó al estado “11 o más”, ya no sería necesario seguir contando las monedas, porque ya llego a un estado de aceptación, pero aún existe la posibilidad de que se ingresen más monedas de las que eran necesarias, y aun así, son por así decirlo, “cantidad de dinero aceptado”.

El estado inicial es “0”, haciendo referencia al hecho de que la maquina después de la entrega del ultimo boleto de pasajero, empieza con una cantidad de dinero igual a cero, lo cual quiere decir que no han ingresado dinero después de la última entrega del boleto y está lista para que empiecen a depositar. De ese estado inicial, existen 4 transiciones, cada una corresponde a una moneda aceptada por la máquina de cierto valor monetario, es decir, existe una transición para cuando el usuario deposite una moneda de \$1.00, \$2.00, \$5.00 o \$10.00 y cada una llega al estado, que corresponde a la cantidad de dinero, que ahora existe en la maquina después de ingresar la primer moneda, es decir cada transición llega al estado “1”, “2”, “5” o “10”, según sea el caso de la moneda que se ingresó en primer lugar y su valor. Y de cada estado, surgen de igual manera 4 transiciones, y según sea la moneda que se deposite, será la transición a tomar y llegara al estado correspondiente a la suma del dinero que ya tenía la máquina (contando solo las monedas que se ingresaron después de la entrega del ultimo boleto) y de la moneda que recientemente se ingresó. Y de esa manera las transiciones se van realizando de acuerdo a la moneda que se vaya depositando y se llega al estado de aceptación “11 o más”, cuando ya se hayan sumado, en monedas depositadas, los \$11.00 y solo hasta ese entonces, se hará entrega del boleto de pasajero. Y como ya he mencionado antes, en este estado existe un lazo, para que después de haber reunido \$11.00, se pueda ingresar más dinero del que se necesita para pagar el costo de pasaje del camión. En caso contrario, si las monedas depositadas suman un valor menor, nunca se llegara al estado de aceptación, por ende, no se puede calificar como un pasaje pagado y el dinero, no es suficiente para ingresar al camión, por lo que contaría como “cadena no aceptada”, o cantidad de monedas no valida. Y no se podría hacer uso de este medio de transporte.

Pruebas y resultados

Prueba 1

1 peso + 5 pesos + 2 pesos + 1 peso + 2 pesos

= 11 pesos (Estado de aceptación "11 o mas" / Si ajusta el costo de pasaje)

Cuando el autómata recibe una cadena de esta manera:

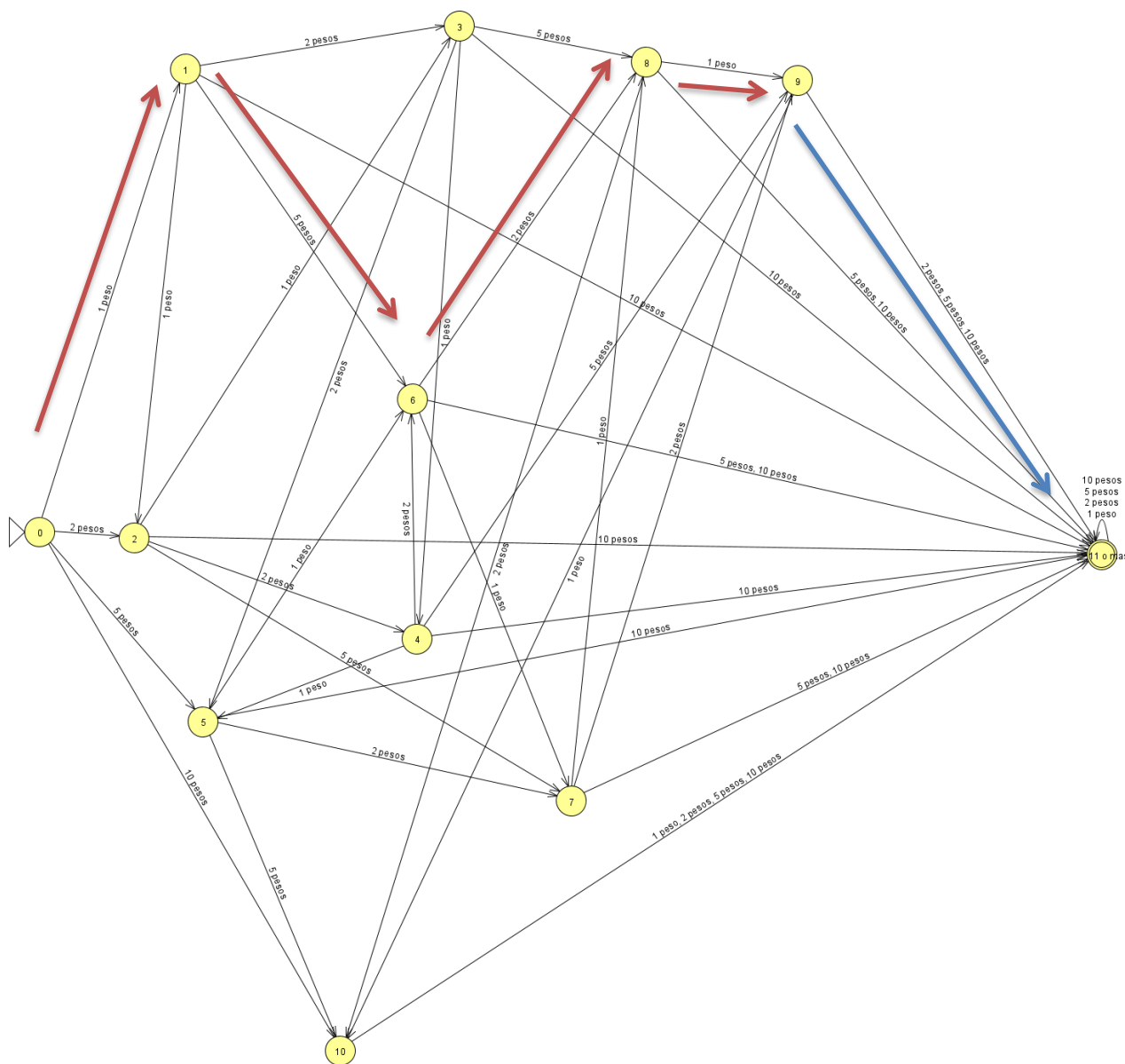
1 peso 5 pesos 2 pesos 1 peso 2 pesos, el autómata trabaja de esta forma:

1. Se encuentra la maquina en el estado inicial "0", la cabeza de lectura lee el símbolo de entrada "1 peso", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo, por lo que la maquina se mueve y toma la transición que corresponde a ese símbolo, y cambia al estado "1" ($0 + 1 \text{ peso} = 1 \text{ peso}$).
2. En el estado "1", la cabeza de lectura lee como símbolo "5 pesos", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo, por lo cual, la maquina se mueve y toma la transición que sale del estado "1", que corresponde a dicho símbolo y cambia al estado "6" ($1 \text{ peso} + 5 \text{ pesos} = 6 \text{ pesos}$).
3. Posicionada la maquina en el estado "6", la cabeza de lectura lee el símbolo "2 pesos", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo entonces, la maquina en el estado "6", se mueve y toma la transición que corresponda a ese símbolo, y cambia al estado "8" ($6 \text{ pesos} + 2 \text{ pesos} = 8 \text{ pesos}$).
4. En el estado "8", la cabeza de lectura lee como símbolo "1 peso", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo entonces, la maquina se mueve y toma la transición que corresponda a ese símbolo, y cambia al estado "9" ($8 \text{ pesos} + 1 \text{ peso} = 9 \text{ pesos}$).
5. En el estado "9", la cabeza de lectura lee el símbolo "2 pesos", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo entonces, la maquina se mueve y toma la transición que corresponde a dicho símbolo, la cual posicionara la maquina en el estado de aceptación "11 o más" ($9 \text{ pesos} + 2 \text{ pesos} = 11 \text{ pesos}$).

Resultado: Por lo tanto, la cantidad de monedas depositadas fueron aceptadas, porque se llegó a la suma de dinero requerida.

Como se puede notar, cada estado tiene como nombre el número que hace referencia a la suma de las monedas, es decir, a la suma del dinero depositado en la maquina desde la última entrega de boleto de pasajero, (o en otras palabras, el nombre del estado en el que está posicionado la maquina) y la moneda recién recibida.

Recorrido del Autómata



Prueba 2

2 pesos + 10 pesos + 1 peso

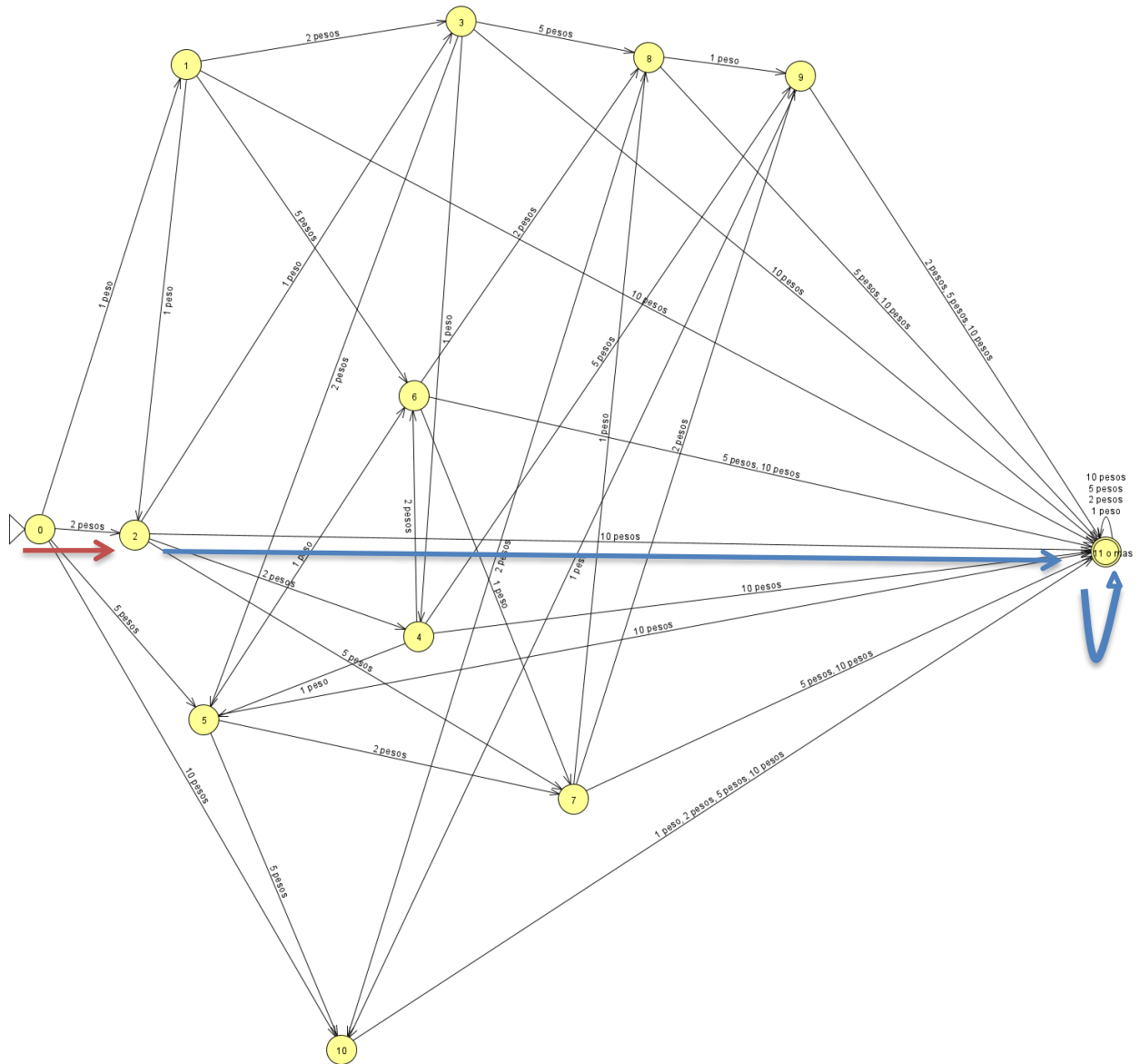
= 13 pesos (Estado de aceptación "11 o mas" / Si ajusta el costo de pasaje)

Cuando el autómata recibe una cadena de esta manera: 2 pesos10 pesos1 peso, el autómata trabaja de esta forma:

1. Se encuentra la maquina en el estado inicial "0", la cabeza de lectura lee como símbolo de entrada "2 pesos", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo entonces, la maquina se mueve y toma la transición que corresponde a ese símbolo y cambia al estado "2" ($0 + 2 \text{ pesos} = 2 \text{ pesos}$).
2. En el estado "2", la cabeza de lectura lee como símbolo "10 pesos", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo entonces, la maquina se mueve y toma la transición que corresponde a ese símbolo y cambia al estado de aceptación "11 o mas" ($2 \text{ pesos} + 10 \text{ pesos} = 12 \text{ pesos}$).
3. En el estado de aceptación "11 o mas", la cabeza de lectura lee como símbolo "1 peso", por lo tanto, se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo entonces, la maquina toma el lazo que corresponde a ese símbolo que sale del estado "11 o mas" y llega a ese mismo estado, es decir, permanece en el estado de aceptación ($12 \text{ pesos} + 1 \text{ peso} = 13 \text{ pesos}$).

Resultado: Por lo tanto, la cantidad de monedas depositadas fueron aceptadas, o en otras palabras, "la cadena fue aceptada" porque se llegó a la suma de dinero requerida y a pesar, de que se depositaron más, permanece en el estado de aceptación; ya que para que sea una cantidad de monedas aceptada, tiene que sumar el costo del pasaje, y este caso, lo hizo e incluso, se pasó del costo. Pero esta máquina, como ya he explicado antes puede ser capaz de recibir más monedas de las que son necesarias, para eso está el lazo que se encuentra en el estado de aceptación "11 o mas".

Recorrido del Autómata



Prueba 3

5 pesos + 1 peso + 1 peso + 2 pesos

= 9 pesos (Estado "9" / No ajusta el costo de pasaje)

Cuando el autómata recibe una cadena de esta manera:

5 pesos 1 peso 1 peso 2 pesos, el autómata trabaja de esta forma:

1. Se encuentra en el estado inicial "0", la cabeza de lectura lee como símbolo de entrada "5 pesos", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo entonces, la maquina se mueve y toma la transición que corresponde a ese símbolo y cambia al estado "5" ($0 + 5 \text{ pesos} = 5 \text{ pesos}$).
2. En el estado "5", la cabeza de lectura lee como símbolo "1 peso", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo entonces, la maquina se mueve y toma la transición correspondiente a dicho símbolo y cambia al estado "6" ($5 \text{ pesos} + 1 \text{ peso} = 6 \text{ pesos}$).
3. En el estado "6", la cabeza de lectura lee como símbolo "1 peso", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo entonces, la maquina se mueve y toma la transición correspondiente a dicho símbolo y llega al estado "7" ($6 \text{ pesos} + 1 \text{ peso} = 7 \text{ pesos}$).
4. En el estado "7", la cabeza de lectura lee como símbolo "2 pesos", se revisa que exista una transición con ese símbolo, y en este caso, si existe una transición para ese símbolo entonces, la maquina se mueve y toma la transición correspondiente a dicho símbolo y llega al estado "9" ($7 \text{ pesos} + 2 \text{ pesos} = 9 \text{ pesos}$).

En el estado "9" no recibe ningún símbolo mas, por lo que permanece en el estado "9".

Resultado: Por lo tanto, la cantidad de monedas depositadas no fueron aceptadas, o en otras palabras, la "cadena no fue aceptada". Ya que la maquina quedo en el estado "9", el cual no es un estado de aceptación.

Tomando dicho proceso en la vida real, \$9.00 no es dinero suficiente para pagar un pasaje de un camión en específico que su costo de pasaje es de \$11.00, por lo tanto, con \$9.00 no puedes ingresar a un camión con un costo de pasaje más alto.

Recorrido del Autómata

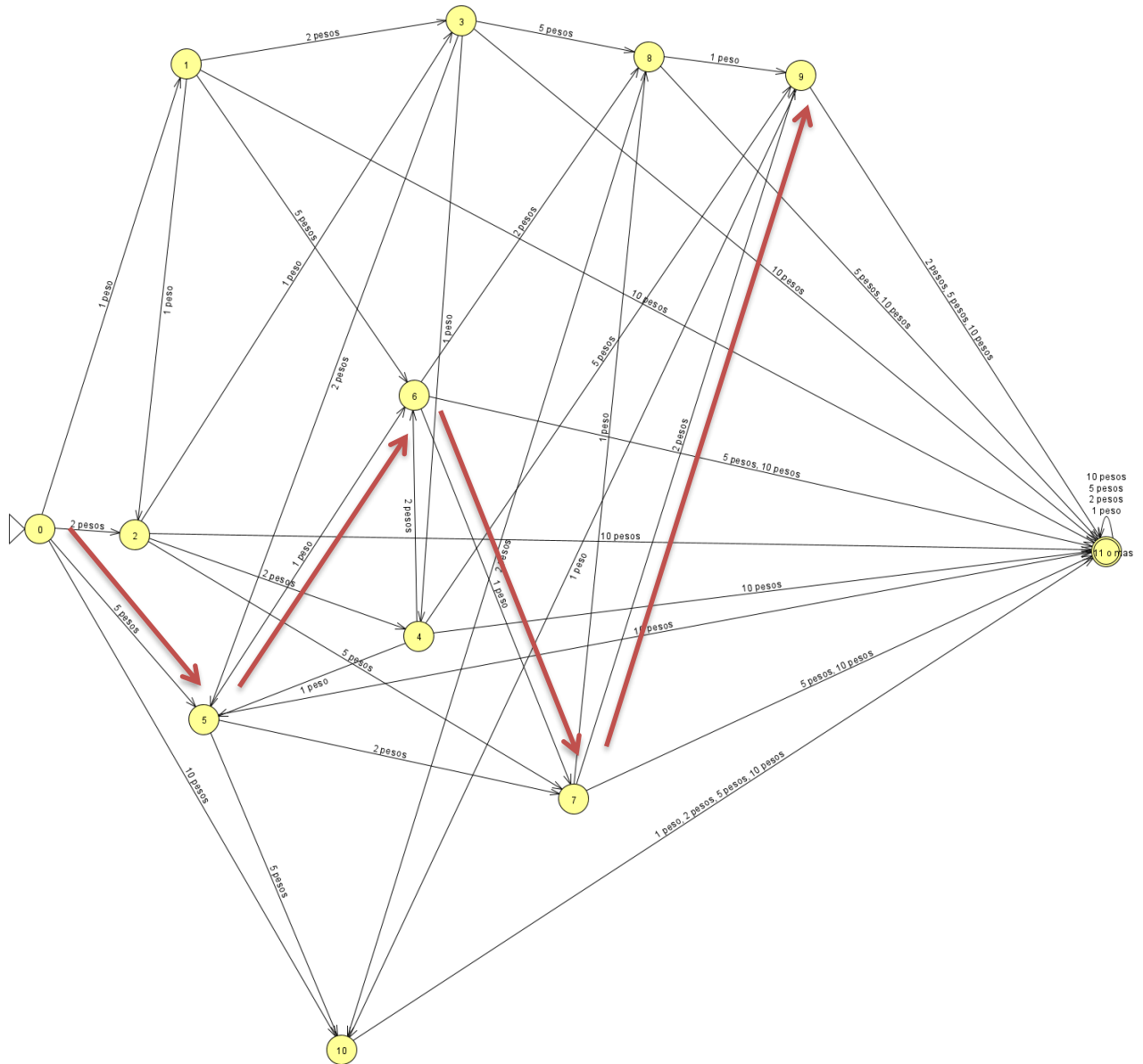


Diagrama de Transición de Estados

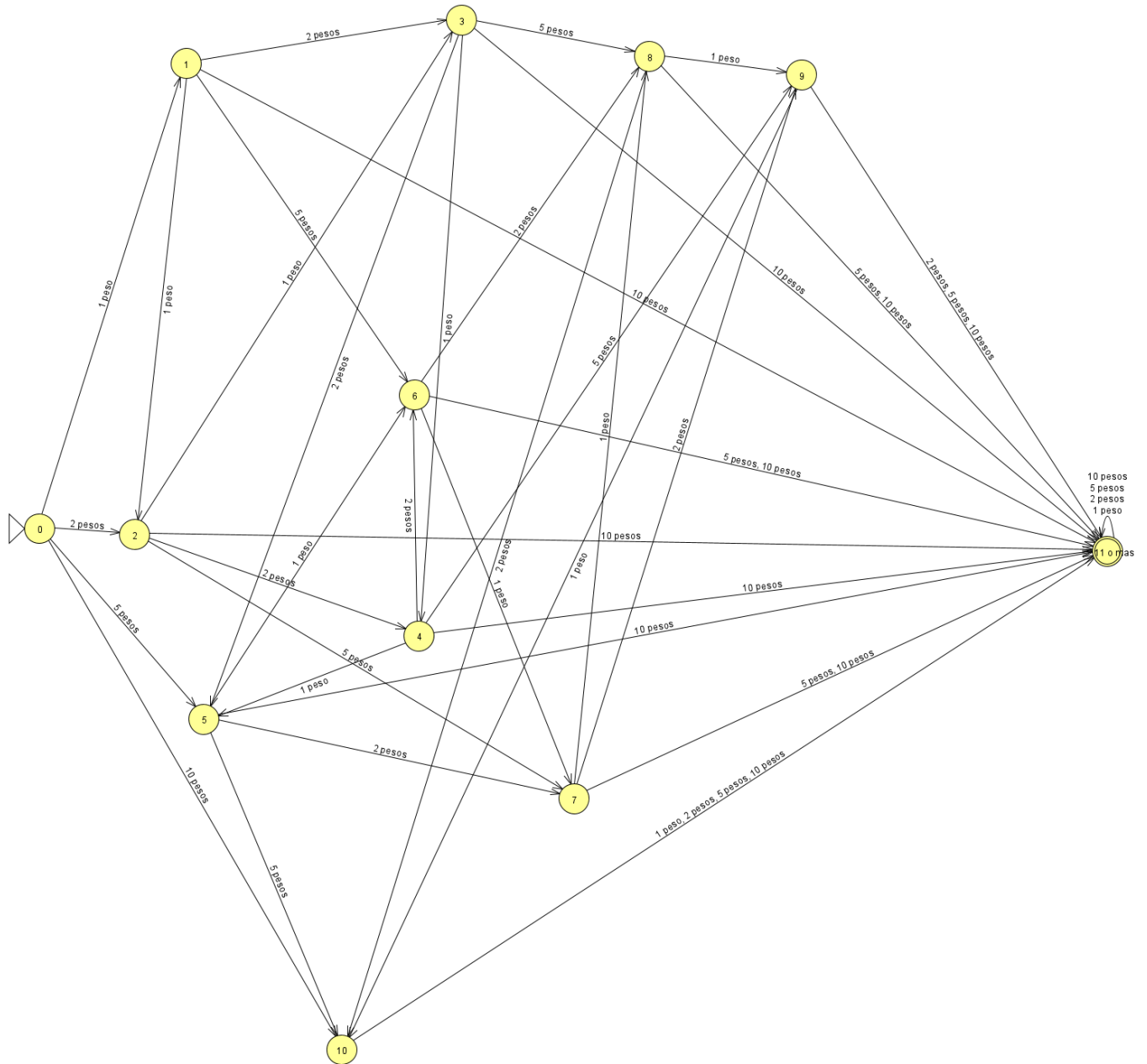
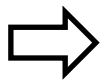


Tabla de Transición de Estados



S/I	1 peso	2 pesos	5 pesos	10 pesos	FDC
0	1	2	5	10	error
1	2	3	6	11	error
2	3	4	7	11	error
3	4	5	8	11	error
4	5	6	9	11	error
5	6	7	10	11	error
6	7	8	11	11	error
7	8	9	11	11	error
8	9	10	11	11	error
9	10	11	11	11	error
10	11	11	11	11	error
11 o mas	11	11	11	11	aceptar

Conclusiones

Mi objetivo al realizar este proyecto, era probar que era posible desarrollar una máquina de cobro mediante un Autómata Finito, lo cual si se logró realizar y ejecutar satisfactoriamente, se logró desarrollarlo cumpliendo con las características que este debía de tener y con las funciones que debería de ejecutar, lo cual fue planeado antes de desarrollar el autómata.

Gracias a libros de texto, fue que se logró hacerlo, ya que me sirvieron de apoyo y de guía para saber de qué manera desarrollarlo, pero siempre teniendo en cuenta el modelo de un Autómata de Estado Finito.

El AFD desarrollado en este proyecto, en definitiva se puede mejorar, agregándole más transiciones y más estados, es posible hacer de este una maquina más potente, con más funciones y de mayor utilidad, incluso también que se pueda aplicar en aspectos de nuestra vida cotidiana.

Fue interesante desarrollar este proyecto, ya que gracias a este, es que me di cuenta de que los Autómatas de Estado Finito son máquinas que pueden ser aplicadas en muchas situaciones, incluso de nuestra de vida diaria. Como fue el caso de esta máquina que cobra pasajes de un medio de transporte público, en específico, de los camiones, que frecuentemente he utilizado y nunca había puesto interés sobre su mecanismo de funcionamiento, hasta ahora que logre darme cuenta de cómo en algo con lo que he convivido por tanto tiempo, puedo aplicar un tema aprendido en una materia de este semestre, que es “Teoría de la Computación” y cómo puedo simular, el funcionamiento de dicha máquina que parece ser simple pero existe una gran mecánica y lógica dentro de esta.

Este proyecto, fue una manera efectiva de conocer más a fondo, sobre la utilidad y la importancia de este tipo de máquinas, que son los Autómatas de Estado Finito.

Referencias bibliográficas

Hopcroft, J. Motwani, R. Ullman, J. (2007). Teoría de autómatas, lenguajes y computación. Madrid: PEARSON EDUCACION S.A.

Jurado, E. (2008). Teorías de Autómatas y Lenguajes Formales. Cáceres: Manuales Uex.

Suarez, M. (1 de Junio de 2017). EN MÉXICO 80% DE LOS TRASLADOS SE HACEN EN TRANSPORTE PÚBLICO [Boletín Universitario]. Disponible en: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2017_384.html