



Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Cómputo

Teoría de la computación

Practica 7: Máquina de Turing
Profesor: Juarez Martinez Genaro
4CM6

Torres Abonce Luis Miguel
Junio 2022

Contents

1	Introducción	3
2	Marco Teórico	4
3	Desarrollo	5
3.1	Código	5
3.2	Explicación	13
3.3	Capturas de ejecución	14
4	Conclusiones	16
5	Bibliografia	17
6	Implementacion latex	18

1 Introducción

Descripción del problema:

El problema consiste en programar una maquina de Turing en especifico esta es "Courteous Turing Machine", el lenguaje que lee la maquina es $\{*_n*_m\}$, básicamente suma los $_$ separados por $*$ de tal forma que la entrada $*_*_*$ tendría una salida como: $*_*_*_*$ la siguiente es la tabla de esta maquina de Turing:

Table 1 *Table of the Turing machine for the courteous addition.*

	-	*		a	X
1		X R 2			
2		R 3	R		
3		X L 4	R		
4		L	a R 5		R 7
5	L 6	R	R		R
6		L	L	L 4	L
7		R 8	R		
8	* L 9		R		* R
9		L	L		* !

Esta tabla se entiende la siguiente manera: si nos ubicamos en el estado 4 y el carácter que leemos es $_$ entonces lo que realizara la maquina sera colocar una a en ese lugar, moverse una casilla a la derecha y cambiar el estado a 5 y así sucesivamente con todos los estados y sus respectivos símbolos.

Adicionalmente el programa deberá de animar las cadenas menores o iguales a 10, así como guardar en un archivo de texto los ids de cada iteración.

2 Marco Teórico

La máquina de Turing es un dispositivo creado en 1936, que representa un modelo idealizado de computación capaz de almacenar/procesar información virtualmente infinita. El sistema es una abstracción matemática que se construye de un modo extraordinariamente sencillo, pero que facilita la comprobación empiricista de un abanico amplio de preguntas sobre las teorías de la computabilidad y/o de la complejidad. Su ideación marcó un gran hito en la historia de la informática, hasta el punto de ser considerada como el origen de los actuales ordenadores (y de las tecnologías afines, como las tabletas o los teléfonos móviles).

3 Desarrollo

3.1 Código

```
import random
from time import sleep
import turtle

def animacion(caracter,caracterEsc):
    x=-600
    y=-50
    if caracter!=0:
        for i in range(caracter):
            x+=50
    if caracterEsc != "n":
        mover.penup()
        mover.color("white")
        mover.goto(x,y)
        mover.begin_fill()
        mover.pendown()
        mover.goto(x,-y)
        mover.goto(x+50,-y)
        mover.goto(x+50,y)
        mover.goto(x,y)
        mover.end_fill()
        mover.color("black")
        mover.pendown()
        mover.goto(x,-y)
        mover.goto(x+50,-y)
        mover.goto(x+50,y)
        mover.goto(x,y)
        mover.penup()
        mover.goto(x+20,y+30)
        mover.write(caracterEsc,font=("courier",20, "bold"))
    #sleep(1)

doc=open("IDs.txt","w")
print("Menu del programa")
print("1. Manualmente")
print("2. Aleatoriamente")
cadena=""
animar=1#si se graficara
tam=0
eleccion=int(input("Elija una opcion: "))
if eleccion==1:
    cadena =input("Cadena: ")
    for i in cadena:
        tam+=1
        if tam>13:#no se animara muchos caracteres
            animar=0
            break
else:
    i=0
    cadena=cadena+"*"
    tam1=random.randint(1,25)
    while i!=tam1:
```

```

        cadena=cadena+"|"
        i+=1
    i=0
    cadena=cadena+"*"
    tam2=random.randint(1,25)
    while i!=tam2:
        cadena=cadena+"|"
        i+=1
    cadena=cadena+"*"
    tam=tam1+tam2
    if tam<10: animar=1# Si se animara
    else: animar=0#no se animara ya que hay mas de 10 caracteres

if animar==1:
    puntero=turtle.Turtle()
    puntero.pencolor("red")
    puntero.left(90)
    puntero.penup()
    #puntero.speed(1)
    xpunt=-575
    mover=turtle.Turtle()
    mover.hideturtle()
    mover.speed(0)
    est=turtle.Turtle()
    est.hideturtle()
    est.speed(0)
    est.penup()
    ventana = turtle.Screen()
    ventana.setup(1350,950)#definir dimension de ventanas
    x=-600
    y=-50
    cuadro=turtle.Turtle()
    cuadro.left(90)
    cuadro.speed(0)
    cuadro.penup()
    #cuadro.color("navy")
    for i in cadena:
        cuadro.goto(x,y)
        #cuadro.begin_fill()
        cuadro.pendown()
        cuadro.goto(x,-y)
        cuadro.goto(x+50,-y)
        cuadro.goto(x+50,y)
        cuadro.goto(x,y)
        #cuadro.end_fill()
        x=x+50
    x2=-580
    y2=-20
    z=0
    for i in cadena:
        cuadro.penup()
        cuadro.goto(x2,y2)
        cuadro.write(cadena[z],font=("courier",20, "bold"))
        z+=1
        x2=x2+50
    puntero.goto(xpunt,-50)

#Estados del automata

```

```

estado = 1
i=0
cadena2=""
while 1:
    try:
        cadena[i]#intenta acceder a la variable
    except:#si no puede es porque no hay mas caracteres
        cadena=cadena+"_"
    if estado==1:
        if cadena[i]=="*":#Pone un X se va a la derecha y estado 2
            doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"R"+"\\n")
            cadena2=cadena[:i]
            cadena2=cadena2+"X"
            cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
            cadena=cadena2
            if animar==1:
                est.clear()
                animacion(i,"X")
                xpunt+=50
                puntero.goto(xpunt,-50)
                est.goto(xpunt,-88)
                est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            i+=1
            estado=2
    elif estado==2:
        if cadena[i]=="*":#Se va a la derecha y estado 3
            doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"R"+"\\n")
            if animar==1:
                est.clear()
                est.goto(xpunt,-88)
                est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
                xpunt+=50
                animacion(i,"n")
                puntero.goto(xpunt,-50)
            i+=1
            estado=3
    elif cadena[i]=="|":#Se va a la derecha
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"R"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            xpunt+=50
            animacion(i,"n")
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
    elif estado==3:
        if cadena[i]=="*":#Pone un X se va a la izquierda y estado 4
            cadena2=cadena[:i]
            cadena2=cadena2+"X"
            cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
            cadena=cadena2
            doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"L"+"\\n")
            if animar==1:
                est.clear()
                est.goto(xpunt,-88)
                est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
                animacion(i,"X")

```

```

        xpunt-=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
        i-=1
        estado=4
    elif cadena[i]=="|":#Se va a la derecha
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            xpunt+=50
            animacion(i,"n")
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
elif estado==4:
    if cadena[i]=="*":#Se va a la izquierda
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "L"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            xpunt-=50
            animacion(i,"n")
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i-=1
    elif cadena[i]=="|":#Pone una a, se va a la derecha y estado 5
        cadena2=cadena[:i]
        cadena2=cadena2+"a"
        cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
        cadena=cadena2
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"a")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
        estado=5
    elif cadena[i]=="X":#Se va a la derecha y estado 7
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
        estado=7
elif estado==5:
    if cadena[i]=="_":#Pone un |, se va a la izquierda y estado 6
        cadena2=cadena[:i]
        cadena2=cadena2+"|"
        cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
        cadena=cadena2
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "L"+"\\n")

```



```

        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"|")
            xpunt-=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i-=1
        estado=6
    elif cadena[i]=="*":#Se va a la derecha
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+ "\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)

        i+=1
    elif cadena[i]=="|":#Se va a la derecha
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+ "\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
    elif cadena[i]=="X":#Se va a la derecha
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+ "\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
    elif estado==6:
        if cadena[i]=="*":#Se va a la izquierda
            doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "L"+ "\n")
            if animar==1:
                est.clear()
                est.goto(xpunt,-88)
                est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
                animacion(i,"n")
                xpunt-=50
                puntero.goto(xpunt,-50)
            i-=1
        elif cadena[i]=="|":#Se va a la izquierda
            doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "L"+ "\n")
            if animar==1:
                est.clear()
                est.goto(xpunt,-88)
                est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
                animacion(i,"n")

```

```

        xpunt-=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
        i-=1
    elif cadena[i]=="a":#Pone un | se va a la izquierda y estado 4
        cadena2=cadena[:i]
        cadena2=cadena2+"|"
        cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
        cadena=cadena2
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"L"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"|")
            xpunt-=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i-=1
        estado=4
    elif cadena[i]=="X":#Se va a la izquierda
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"L"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt-=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i-=1
elif estado==7:
    if cadena[i]=="*":#Se va a la derecha y estado 8
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"R"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
        estado=8
    elif cadena[i]=="|":#Se va a la derecha
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"R"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
elif estado==8:
    if cadena[i]=="_":#Pone un * se va a la izquierda y estado 9
        cadena2=cadena[:i]
        cadena2=cadena2+"*"
        cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
        cadena=cadena2
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"L"+"\\n")
        if animar==1:

```

```

        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"*")
        xpunt-=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i-=1
    estado=9
elif cadena[i]=="|":#Se va a la derecha
    doc.write(str(estado)+","+cadena+","+R+"\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"n")
        xpunt+=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i+=1
elif cadena[i]=="X":#Pone un * y se va a la derecha
    cadena2=cadena[:i]
    cadena2=cadena2+"*"
    cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
    cadena=cadena2
    doc.write(str(estado)+","+cadena+","+R+"\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"*")
        xpunt+=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i+=1
elif estado==9:
    if cadena[i]=="*":#Se va a la izquierda
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+L+"\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt-=50
            puntero.goto(xpunt,-50)

        i-=1
    elif cadena[i]=="|":#Se va a la izquierda
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+L+"\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt-=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i-=1
    elif cadena[i]=="X":#Pone un * y !(se detiene el proceso)
        cadena2=cadena[:i]
        cadena2=cadena2+"*"
        cadena2=cadena2+cadena[i+1:]

```

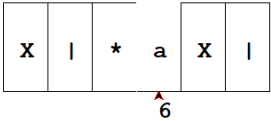
```
        cadena=cadena2
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+ "FIN"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            animacion(i,"*")
        break
sleep(3)
print("CadenaFinal: "+cadena)
doc.close()
```

3.2 Explicación

Este programa se desarrollo en el lenguaje python; primeramente define todas las librerías a utilizar, después tengo mi función de animación la cual como su nombre lo indica se encarga de animar las cadenas menores a 10 caracteres, después empieza mi menú donde se indicara si la cadena se generara aleatoriamente o de manera manual posteriormente si la cadena es menor a 10 entonces se inicia la ventana de la animación y se definen todos los parámetros así como indicar que contiene cada cuadro además de poner el puntero en el principio, posteriormente inicia el autómata donde lo primero que intenta hacer dentro del ciclo es acceder a el lugar i de la cadena si no puede se le agrega un "guión bajo" a la cadena, después por ejemplo si el estado es 5 y se encuentra con un "guión bajo" entonces coloca en esa posición de la cadena un "Barra" se le resta uno a "i" que es la posición en la cadena para moverse a la izquierda y se cambia de estado, si además se va a animar se mueve el puntero a la posición y se sustituye al carácter que debe ir, además de escribir en el archivo el id de esa iteración y así sucesivamente con todos los estados, cuando se llegue al estado 9(final) y se lee una "X" se intercambia por un "*" y se rompe el ciclo indicando que la computación ha terminado y se imprime a pantalla la cadena resultado.

3.3 Capturas de ejecución

Manual:



```
PS C:\Users\marco\Documents\Miguel\ESCOM\4. CuartoSemestre\Teori
nts/Miguel/ESCOM/4. CuartoSemestre/TeoriaDeLaComputacion/Practic
Menu del programa
1. Manualmente
2. Aleatoriamente
Elija una opcion: 1
Cadena: *|*|*
CadenaFinal: *|*|*|*
PS C:\Users\marco\Documents\Miguel\ESCOM\4. CuartoSemestre\Teori
```

```
practica7.py  IDS.txt  x
IDS.txt
LuisTorres, hace 5 horas | 1 author (LuisTorres)
1 1,*|*|*,R LuisTorres, hace 5 horas • Final _
2 2,X|*|*,R
3 2,X|*|*,R
4 3,X|*|*,R
5 3,X|*|X,L
6 4,X|*aX,R
7 5,X|*aX,R
8 5,X|*aX|,L
9 6,X|*aX|,L
10 6,X|*|X|,L
11 4,X|*|X|,L
12 4,Xa*|X|,R
13 5,Xa*|X|,R
14 5,Xa*|X|,R
15 5,Xa*|X|,R
16 5,Xa*|X|,R
17 5,Xa*|X|,L
18 6,Xa*|X|,L
```

Automatico:

```
Menu del programa  
1. Manualmente  
2. Aleatoriamente  
Elegir una opcion: 2  
CadenaFinal: *|||||||*||*|||
```

Archivo de IDs generado

```

1 1,*|||segundo|||ativo,(you)|||*,R      You, hace 1 segundo • Un
2 2,X||||||*|||*|||*,R
3 2,X||||||*|||*|||*,R
4 2,X||||||*|||*|||*,R
5 2,X||||||*|||*|||*,R
6 2,X||||||*|||*|||*,R
7 2,X||||||*|||*|||*,R
8 2,X||||||*|||*|||*,R
9 2,X||||||*|||*|||*,R
10 2,X||||||*|||*|||*,R
11 2,X||||||*|||*|||*,R
12 2,X||||||*|||*|||*,R
13 2,X||||||*|||*|||*,R
14 2,X||||||*|||*|||*,R
15 2,X||||||*|||*|||*,R
16 2,X||||||*|||*|||*,R
17 2,X||||||*|||*|||*,R
18 2,X||||||*|||*|||*,R
19 2,X||||||*|||*|||*,R

```

4 Conclusiones

El programa fue un poco complicado por la parte de entender la tabla de estados y como funcionaba el autómata pero una vez que comprendí esto solo hizo falta programarlo, la parte gráfica es la que mas tiempo me llevo debido a tener que encontrar una forma de hacer mas "fácil" las coordenadas sin confundirme.

5 Bibliografía

Hopcroft, J. E. (1979). Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation [Paperback] [Jan 01, 1979] John E. Hopcroft (2.a ed., Vol. 2). Pearson.

¿Qué es una máquina de Turing? (2018, 10 enero). [Vídeo]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=iaXLDzUeYY>

Margenstern, M.(2021, 16octubre).

WhatcanwelearnfromuniversalTuringmachines?arXiv.Org.

Recuperado4dejuniode2022, dehttps : //arxiv.org/abs/2110.08511

6 Implementacion latex

```
\documentclass[12pt,letterpaper]{article}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{changepage}
\usepackage{float}

\usepackage[left=1.5cm, right=1.5cm]{geometry}

\begin{document}

\pagestyle{plain}{
\pagestyle{empty}
\changepage{3cm}{1cm}{-0.5cm}{-0.5cm}{-2cm}{-2cm}{}{}
\noindent

{\small
\begin{tabular}{p{0.626\textwidth} p{0.50\textwidth}}
\includegraphics[width=5cm]{logo.jpg} & \includegraphics[width=5cm]{logoESCOM.jpg}
\end{tabular}
}
\begin{center}
\par\vspace{2cm}
{
\Huge\textbf{
Instituto Politécnico Nacional\\
Escuela Superior de Cómputo \\[1cm]
Teoría de la computación \\[1cm]
}
}
\par\vspace{0.5cm}
{
\Large\textbf{Practica 7: Máquina de Turing \ \ Profesor: Juarez Martinez Genaro \\[.5cm] 4CM6}
}
\par\vspace{1cm}
{
\large\textbf{Torres Abonce Luis Miguel \ \ Junio 2022}
}
\par\vspace{3cm}
\end{center}
\clearpage
\newpage \tableofcontents\
}
\newpage
\section{Introducción}
\large\textwidth{
Descripción del problema: \\[.5cm]
\justify
El problema consiste en programar una maquina de Turing en especifico esta es "Corteous Turing Machine", el lenguaje que lee la maquina es  $\{^*|n^*|m\}$ , básicamente suma los "|" separados por "*" de tal forma que la entrada " $*|*||^*$ " tendría una salida como: " $*|*||*||^*$ " la siguiente es la tabla de esta maquina de Turing:\\
\includegraphics[width=10cm]{turing1.png}\\Esta tabla se entiende la siguiente manera: si nos ubicamos en el estado 4 y el carácter que leemos es "|" entonces lo que realizara la maquina sera colocar una a en ese lugar, moverse una casilla a la derecha y cambiar el estado a 5 y así sucesivamente con todos los estados y sus respectivos símbolos.\\
Adicionalmente el programa deberá de animar las cadenas menores o iguales a 10, así como guardar en un archivo de
```

```

    texto los ids de cada iteración.
}
\newpage
\section{Marco Teórico}
\large\textwidth\justify{
    La máquina de Turing es un dispositivo creado en 1936, que representa un modelo idealizado de computación capaz
    de almacenar/procesar información virtualmente infinita. El sistema es una abstracción matemática que se
    construye de un modo extraordinariamente sencillo, pero que facilita la comprobación empiricista de un abanico
    amplio de preguntas sobre las teorías de la computabilidad y/o de la complejidad. Su ideación marcó un gran hito
    en la historia de la informática, hasta el punto de ser considerada como el origen de los actuales ordenadores (y
    de las tecnologías afines, como las tabletas o los teléfonos móviles).
}
\newpage
\section{Desarrollo}
\subsection{Código}
\scriptsize{
\begin{verbatim}
import random
from time import sleep
import turtle

def animacion(caracter,caracterEsc):
    x=-600
    y=-50
    if caracter!=0:
        for i in range(caracter):
            x+=50
    if caracterEsc != "n":
        mover.penup()
        mover.color("white")
        mover.goto(x,y)
        mover.begin_fill()
        mover.pendown()
        mover.goto(x,-y)
        mover.goto(x+50,-y)
        mover.goto(x+50,y)
        mover.goto(x,y)
        mover.end_fill()
        mover.color("black")
        mover.pendown()
        mover.goto(x,-y)
        mover.goto(x+50,-y)
        mover.goto(x+50,y)
        mover.goto(x,y)
        mover.penup()
        mover.goto(x+20,y+30)
        mover.write(caracterEsc,font=("courier",20, "bold"))
    #sleep(1)

doc=open("IDs.txt","w")
print("Menu del programa")
print("1. Manualmente")
print("2. Aleatoriamente")
cadena=""
animar=1#si se graficara
tam=0
eleccion=int(input("Elija una opcion: "))
if eleccion==1:

```

```

cadena =input("Cadena: ")
for i in cadena:
    tam+=1
    if tam>13:#no se animara muchos caracteres
        animar=0
        break
else:
    i=0
    cadena=cadena+"*"
    tam1=random.randint(1,25)
    while i!=tam1:
        cadena=cadena+"|"
        i+=1
    i=0
    cadena=cadena+"*"
    tam2=random.randint(1,25)
    while i!=tam2:
        cadena=cadena+"|"
        i+=1
    cadena=cadena+"*"
    tam=tam1+tam2
    if tam<10: animar=1# Si se animara
    else: animar=0#no se animara ya que hay mas de 10 caracteres

if animar==1:
    puntero=turtle.Turtle()
    puntero.pencolor("red")
    puntero.left(90)
    puntero.penup()
    #puntero.speed(1)
    xpunt=-575
    mover=turtle.Turtle()
    mover.hideturtle()
    mover.speed(0)
    est=turtle.Turtle()
    est.hideturtle()
    est.speed(0)
    est.penup()
    ventana = turtle.Screen()
    ventana.setup(1350,950)#definir dimension de ventanas
    x=-600
    y=-50
    cuadro=turtle.Turtle()
    cuadro.left(90)
    cuadro.speed(0)
    cuadro.penup()
    #cuadro.color("navy")
    for i in cadena:
        cuadro.goto(x,y)
        #cuadro.begin_fill()
        cuadro.pendown()
        cuadro.goto(x,-y)
        cuadro.goto(x+50,-y)
        cuadro.goto(x+50,y)
        cuadro.goto(x,y)
        #cuadro.end_fill()
        x=x+50
    x2=-580

```

```

y2=-20
z=0
for i in cadena:
    cuadro.penup()
    cuadro.goto(x2,y2)
    cuadro.write(cadena[z],font=("courier",20, "bold"))
    z+=1
    x2=x2+50
puntero.goto(xpunt,-50)

#Estados del automata
estado = 1
i=0
cadena2=""
while 1:
    try:
        cadena[i]#intenta acceder a la variable
    except:#si no puede es porque no hay mas caracteres
        cadena=cadena+"_"
    if estado==1:
        if cadena[i]=="*":#Pone un X se va a la derecha y estado 2
            doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"R"+"\\n")
            cadena2=cadena[:i]
            cadena2=cadena2+"X"
            cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
            cadena=cadena2
            if animar==1:
                est.clear()
                animacion(i,"X")
                xpunt+=50
                puntero.goto(xpunt,-50)
                est.goto(xpunt,-88)
                est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            i+=1
            estado=2
        elif estado==2:
            if cadena[i]=="*":#Se va a la derecha y estado 3
                doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"R"+"\\n")
                if animar==1:
                    est.clear()
                    est.goto(xpunt,-88)
                    est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
                    xpunt+=50
                    animacion(i,"n")
                    puntero.goto(xpunt,-50)
                i+=1
                estado=3
            elif cadena[i]=="|":#Se va a la derecha
                doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"R"+"\\n")
                if animar==1:
                    est.clear()
                    est.goto(xpunt,-88)
                    est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
                    xpunt+=50
                    animacion(i,"n")
                    puntero.goto(xpunt,-50)
                i+=1
            elif estado==3:

```

```

if cadena[i]=="*":#Pone un X se va a la izquierda y estado 4
    cadena2=cadena[:i]
    cadena2=cadena2+"X"
    cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
    cadena=cadena2
    doc.write(str(estado)+","+cadena+", "+"L"+"\\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"X")
        xpunt-=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i-=1
    estado=4
elif cadena[i]=="|":#Se va a la derecha
    doc.write(str(estado)+","+cadena+", "+"R"+"\\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        xpunt+=50
        animacion(i,"n")
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i+=1
elif estado==4:
    if cadena[i]=="*":#Se va a la izquierda
        doc.write(str(estado)+","+cadena+", "+"L"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            xpunt-=50
            animacion(i,"n")
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i-=1
    elif cadena[i]=="|":#Pone una a, se va a la derecha y estado 5
        cadena2=cadena[:i]
        cadena2=cadena2+"a"
        cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
        cadena=cadena2
        doc.write(str(estado)+","+cadena+", "+"R"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"a")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
        estado=5
elif cadena[i]=="X":#Se va a la derecha y estado 7
    doc.write(str(estado)+","+cadena+", "+"R"+"\\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"n")

```

```

        xpunt+=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
        estado=7
elif estado==5:
    if cadena[i]=="_":#Pone un |, se va a la izquierda y estado 6
        cadena2=cadena[:i]
        cadena2=cadena2+"|"
        cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
        cadena=cadena2
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "L"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"|")
            xpunt-=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i-=1
        estado=6
elif cadena[i]=="*":#Se va a la derecha
    doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+"\\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"n")
        xpunt+=50
        puntero.goto(xpunt,-50)

    i+=1
elif cadena[i]=="|":#Se va a la derecha
    doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+"\\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"n")
        xpunt+=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i+=1
elif cadena[i]=="X":#Se va a la derecha
    doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+"\\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"n")
        xpunt+=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i+=1
elif estado==6:
    if cadena[i]=="*":#Se va a la izquierda
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "L"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))

```

```

        animacion(i,"n")
        xpunt-=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i-=1
elif cadena[i]=="|":#Se va a la izquierda
    doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "L"+"\\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"n")
        xpunt-=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i-=1
elif cadena[i]=="a":#Pone un | se va a la izquierda y estado 4
    cadena2=cadena[:i]
    cadena2=cadena2+"|"
    cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
    cadena=cadena2
    doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "L"+"\\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"|")
        xpunt-=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i-=1
    estado=4
elif cadena[i]=="X":#Se va a la izquierda
    doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "L"+"\\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"n")
        xpunt-=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i-=1
elif estado==7:
    if cadena[i]=="*":#Se va a la derecha y estado 8
        doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
        estado=8
elif cadena[i]=="|":#Se va a la derecha
    doc.write(str(estado)+","+cadena+","+ "R"+"\\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"n")

```



```

        xpunt+=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
elif estado==8:
    if cadena[i]=="_":#Pone un * se va a la izquierda y estado 9
        cadena2=cadena[:i]
        cadena2=cadena2+"*"
        cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
        cadena=cadena2
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"L"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"*")
            xpunt-=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i-=1
        estado=9
    elif cadena[i]=="|":#Se va a la derecha
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"R"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
    elif cadena[i]=="X":#Pone un * y se va a la derecha
        cadena2=cadena[:i]
        cadena2=cadena2+"*"
        cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
        cadena=cadena2
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"R"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"*")
            xpunt+=50
            puntero.goto(xpunt,-50)
        i+=1
elif estado==9:
    if cadena[i]=="*":#Se va a la izquierda
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"L"+"\\n")
        if animar==1:
            est.clear()
            est.goto(xpunt,-88)
            est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
            animacion(i,"n")
            xpunt-=50
            puntero.goto(xpunt,-50)

        i-=1
    elif cadena[i]=="|":#Se va a la izquierda
        doc.write(str(estado)+", "+cadena+", "+"L"+"\\n")
        if animar==1:

```

```

        est.clear()
        est.goto(xpunt,-88)
        est.write(estado,font=("courier",20, "bold"))
        animacion(i,"n")
        xpunt-=50
        puntero.goto(xpunt,-50)
    i-=1
elif cadena[i]=="X":#Pone un * y !(se detiene el proceso)
    cadena2=cadena[:i]
    cadena2=cadena2+"*"
    cadena2=cadena2+cadena[i+1:]
    cadena=cadena2
    doc.write(str(estado)+","+cadena+", "+"FIN"+ "\n")
    if animar==1:
        est.clear()
        animacion(i,"*")
    break
sleep(3)
print("CadenaFinal: "+cadena)
doc.close()

\newpage\subsection{Explicación}
\textwidth\large{
Este programa se desarrollo en el lenguaje python; primeramente define todas las librerías a utilizar, después tengo mi
función de animación la cual como su nombre lo indica se encarga de animar las cadenas menores a 10 caracteres, después
empieza mi menú donde se indicara si la cadena se generara aleatoriamente o de manera manual posteriormente si la cadena
es menor a 10 entonces se inicia la ventana de la animación y se definen todos los parámetros así como indicar que
contiene cada cuadro además de poner el puntero en el principio, posteriormente inicia el autómata donde lo primero que
intenta hacer dentro del ciclo es acceder a el lugar i de la cadena si no puede se le agrega un "guión bajo" a la cadena,
después por ejemplo si el estado es 5 y se encuentra con un "guión bajo" entonces coloca en esa posición de la cadena un
"Barra" se le resta uno a "i" que es la posición en la cadena para moverse a la izquierda y se cambia de estado, si
además se va a animar se mueve el puntero a la posición y se sustituye al carácter que debe ir, además de escribir en el
archivo el id de esa iteración y así sucesivamente con todos los estados, cuando se llegue al estado 9(final) y se lee
una "X" se intercambia por un "*" y se rompe el ciclo indicando que la computación ha terminado y se imprime a pantalla
la cadena resultado.
}
\newpage
\subsection{Capturas de ejecución}
\textwidth
Manual:\\[.2cm]
\includegraphics[width=8cm]{man1.png}\\
\includegraphics[width=8cm]{man2.png}
\includegraphics[width=8cm]{man.png}\\
\newpage Automatico:\\[.2cm]
\includegraphics[width=10cm]{aut.png}\\
Archivo de IDs generado\\
\includegraphics[width=10cm]{aut1.png}\\

\newpage\section{Conclusiones}
El programa fue un poco complicado por la parte de entender la tabla de estados y como funcionaba el autómata pero una
vez que comprendí esto solo hizo falta programarlo, la parte gráfica es la que mas tiempo me llevo debido a tener que
encontrar una forma de hacer mas "fácil" las coordenadas sin confundirme.
\newpage \section{Bibliografia}
Hopcroft, J. E. (1979). Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation [Paperback] [Jan 01, 1979] John E.
Hopcroft (2.a ed., Vol. 2). Pearson.\\
¿Qué es una máquina de Turing? (2018, 10 enero). [Video]. YouTube. \\https://www.youtube.com/watch?v=iaXLDz_UeYY\\
Margenstern, M. (2021, 16 octubre). \\What can we learn from universal Turing machines? arXiv.Org. \\Recuperado 4 de
junio de 2022, de https://arxiv.org/abs/2110.08511

```