



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
COMPILADORES  
SEMESTRE 2020 - 1

**Ejercicios para el primer parcial (Análisis Léxico)**

Profesor:

Ing. Adrian Ulises Mercado Martínez

Integrantes:

Cárdenas Cárdenas Jorge

Murrieta Villegas Alfonso

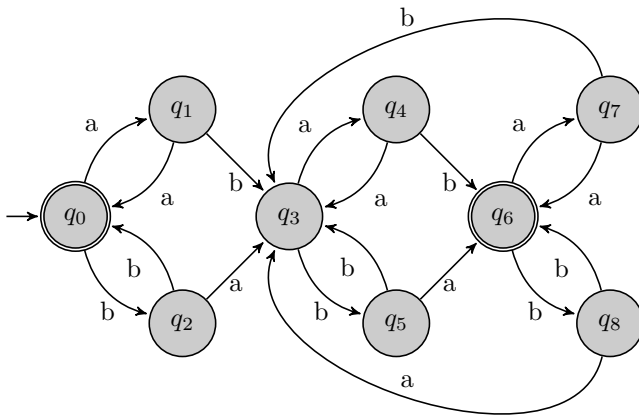
Reza Chavarria Sergio Gabriel

Valdespino Mendieta Joaquin

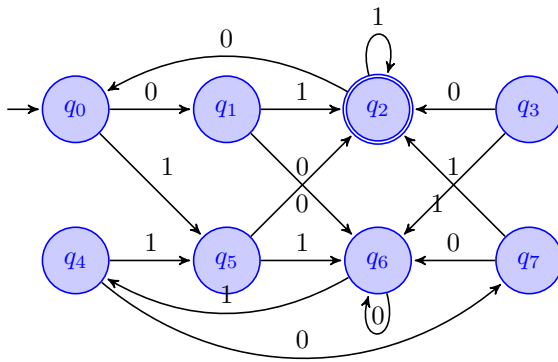


1. Elabore un mapa mental donde plasme los siguientes conceptos: compilador, compilador cruzado, compilador fuente a fuente, metacompilador, fases de compilación, etapas de compilación, ejemplos de lenguajes compilados. Debe usar colores y tratar de englobar bien todos los conceptos.
2. Elabore una tabla comparativa entre ensamblado, compilador, intérprete y máquina virtual.
3. Describa el proceso que sigue un sistema de procesamiento de lenguaje.
4. Utilizando clases de caracteres describa los siguientes lenguajes.
  - (a) Todas las letras que no sean vocales
  - (b) Los dígitos hexadecimales
  - (c) Los dígitos octales.
  - (d) Los operadores aritméticos.
5. Diseñar la siguientes expresiones regulares.
  - (a) El lenguaje que no distinga entre las letras mayúsculas y minúsculas para las palabras: **select**, **from**, **where**
  - (b) Cualquier secuencia de caracteres encerrada entre llaves que no contenga el caracter | ni la llave que cierra.
  - (c) Todas las cadenas que contengan las cinco vocales en orden(las vocales pueden repetirse).
  - (d) Todas las cadenas de letras que estén en orden lexicográfico ascendente.
  - (e) Los comentarios de varias líneas del lenguaje C que no puedan contener \*/ intermedio.
  - (f) Los números binarios multiplos de cuatro.
  - (g) Todas las cadenas de dígitos sin ningún dígito repetido para el conjunto {0,1,2,3,4}
  - (h) Todas las cadenas de dígitos con al menos un dígito repetido.
  - (i) Los números complejos, donde la parte real puede ser flotante tipo c y la parte imaginaria también.
  - (j) Sobre el alfabeto{ a, b, c, d} todas las cadenas que no contienen la subcadena adbc.
6. Obtener mediante los elementos punteados el autómata determinista para las siguientes expresiones regulares.
  - (a)  $(a)?b^*$
  - (b)  $ba((a)^*o \mid b)^* a^+b$
  - (c)  $ba((b|o)^*a(a)^*o)^*(b|o)^* a a^* b$ . Minimizar el autómata
  - (d)  $(b((a)^+ba)^*)((a)^+b|(a)^+)?$ . Minimizar el autómata
  - (e)  $(b(ab)^*)(ob(ab)^*)^*$ . Minimizar el autómata.
7. Para cada tipo de error léxico visto en clase escriba dos ejemplos de errores y diga como los solucionaría.
8. Minimice los siguientes autómatas.

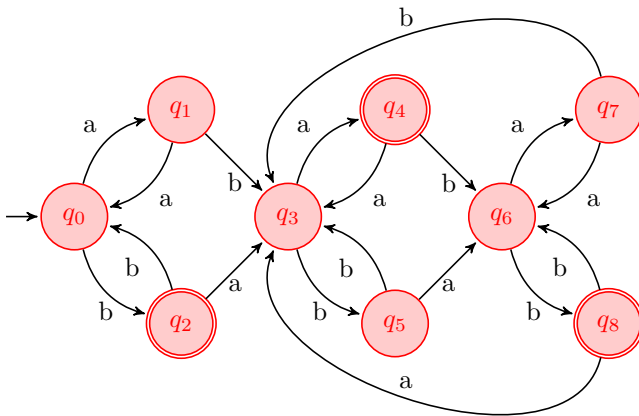
(a)



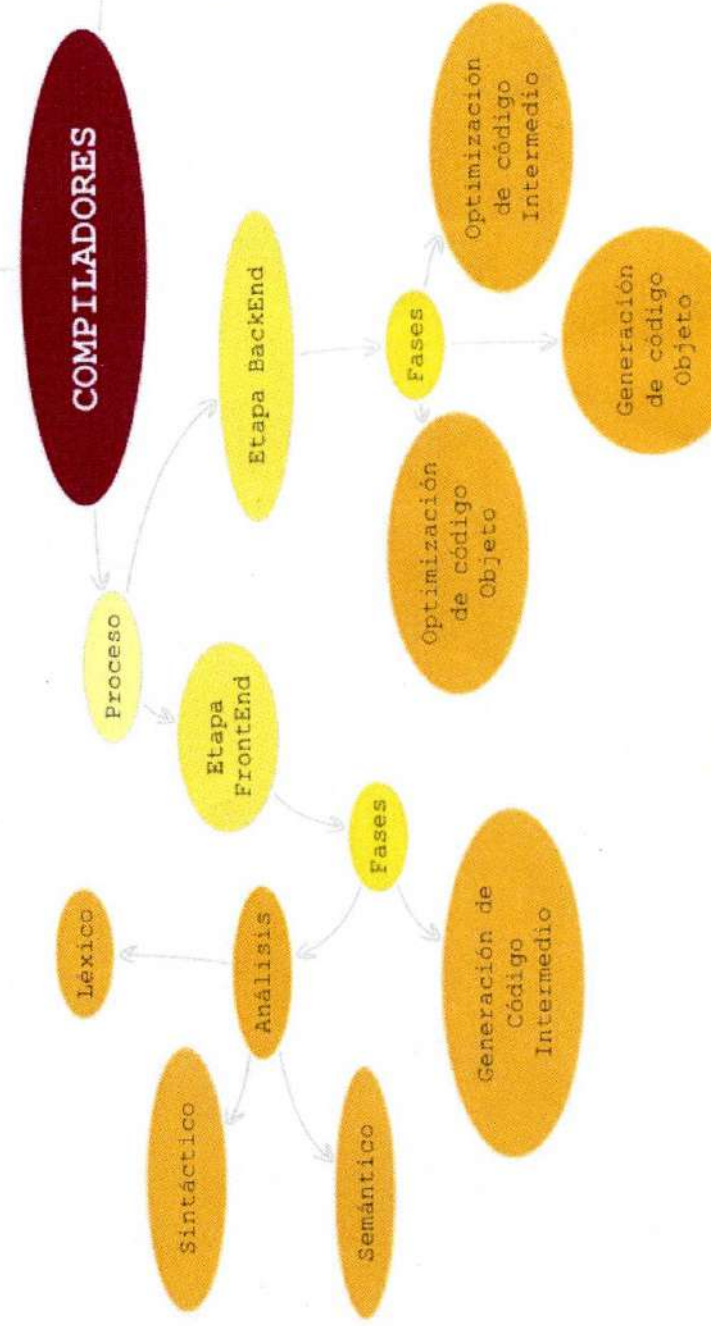
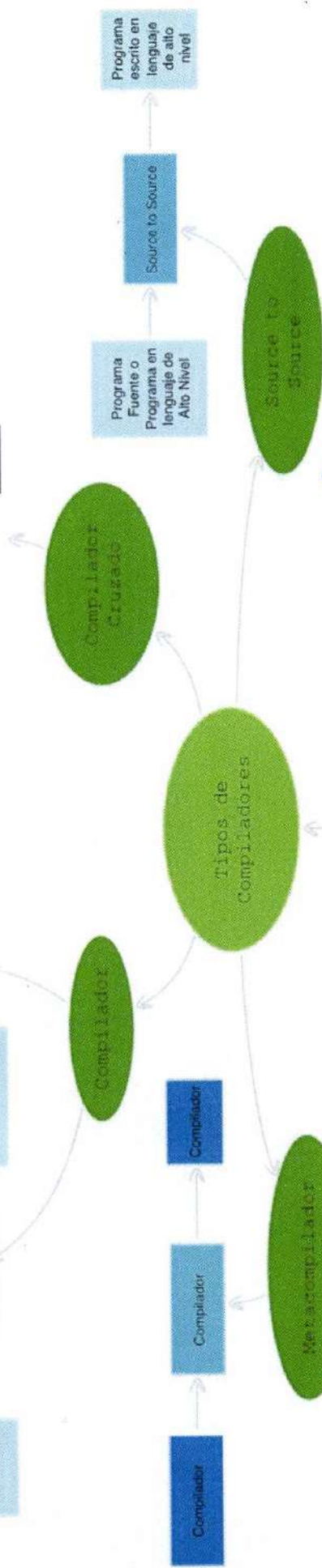
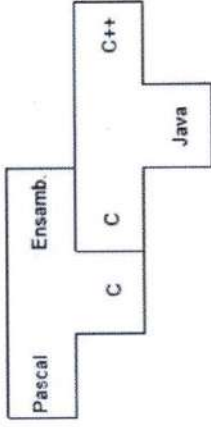
(b)



(c)



9. Programe en lenguaje C los autómatas minimizados.



2)

## → Ensamblador

- Programa de Language ensamblador a Programa en Código o Language máquina.
- 1er Traductor que utiliza el Language ensamblador
- Uso de Análisis Sintáctico, Léxico y Semántico y generación de Language máquina.

## → Compilador

- El programa objeto es independiente del Compilador
- Traduce Language de alto Nivel a Código Objeto, a otro Language de alto nivel o a otros tipos de archivos
- Ocultación Programa Fuente
- Detección de errores en tiempo de Compilación

## → Interprete

- De un programa Fuente, junto con los datos, se obtienen los resultados al interpretar
- Cada que se quiere ejecutar se debe de interpretar
- Detección de errores en ejecución y en tiempo de interpretación
- Si no existe el interprete no es posible interpretar
- Interprete hace todos los análisis por cada línea de código (Sintáctico, Léxico y Semántico)
- Más fácil de modificarlo

## → Máquina Virtual

- Conjunto de un Compilador y un Interpretador
- El compilador Traduce un programa fuente a un Programa Interpretado. Y el Interpretador utiliza el programa Interpretado junto con datos para obtener resultados.
- Mas rapido a comparación del interpretado, en la interpretación al haber ya compilado, ya no existen errores en el código
- Portabilidad, pero si no existe el interprete no se puede portar
- Se revisa los errores en tiempo de ejecución y en tiempo de interpretación

## 3) Procesamiento de Lenguaje

- (1) Se obtiene el Programa Fuente
- (2) El preprocesador sustituye las directivas del preprocesador con la creación del archivo temporal (Añade código de bibliotecas, elimina comentarios y sustituye macros). Con esto genera el programa fuente con el código de biblioteca.
- (3) El archivo se manda al compilador (el cual realiza las etapas de FrontEnd y BackEnd). Si es compilado, este genera el programa objeto en lenguaje ensamblador.
- (4) El programa en Leng. Ensamblador es leído por el ensamblador y produce un archivo de programa en código objeto (o máquina), en este caso relocable (no en una dirección de memoria absoluta)
- (5) En la última parte, se da el llamado al enlazador. Éste junta los archivos ensamblados en un solo archivo para finalizar genera un código máquina ejecutable



4) Utilizando clases de caracteres describa los sig. lenguajes

a) Todas las letras que no son vocales  
[b-df-hj-ñp-tv-zB-DF-HJ-ÑP-TV-Z]

b) Dígitos Hexadecimales

[0-9A-Fa-f]

c) Dígitos Octales

[0-7]

d) Operadores Aritméticos

[+ - \* / %]

5- Diseñar las siguientes expresiones regulares

a) El lenguaje que no distinga entre las letras mayúsculas x minúsculas para las palabras select, from, where

$$E1 \rightarrow [eE]$$

$$E2 \rightarrow [rR]$$

$$\text{palabras} \rightarrow [sS]E, [lL]E, [cC][tT] \mid [fF]E2 [oO][mM] \mid [wW][hH]E, E_2E_1$$

b) Cualquier secuencia de caracteres encerrada entre llaves que no contenga  $\backslash$  ni la llave que cierra

$$\text{secuencia} \rightarrow \{ [^13]^* \}$$

c) Todas las cadenas que contengan las cinco vocales en orden

$$NV \rightarrow [^aeiouAEIOU]^*$$

$$NA \rightarrow NV[aA]^+$$

$$NI \rightarrow NV[iI]^+$$

$$NU \rightarrow NV[uU]^+$$

$$NE \rightarrow NV[eE]^+$$

$$NO \rightarrow NV[oO]^+$$

$$\text{cad} \rightarrow NA^+ NE^+ NI^+ NO^+ NU^+$$

d) Todas las cadenas de letras que estén en orden lexicográfico ascendente

$$\text{cad1} \rightarrow [aA]^* [bB]^* [cC]^* [dD]^* [eE]^* [fF]^* [gG]^* [hH]^*$$

$$\text{cad2} \rightarrow [iI]^* [jJ]^* [kK]^* [lL]^* [mM]^* [nN]^* [oO]^* [pP]^*$$

$$\text{cad3} \rightarrow [qQ]^* [rR]^* [sS]^* [tT]^* [uU]^* [vV]^* [wW]^* [xX]^* [yY]^* [zZ]^*$$

$$\text{cad} \rightarrow \text{cad1 cad2 cad3}$$



e) los comentarios de varias líneas del lenguaje C que no puedan contener /\* intermedio

espacio  $\rightarrow$  [" " \n \t] cadena  $\rightarrow$  [1" " \n \t]

" " espacio

coment  $\rightarrow$  / \* espacio\* (cadena\* espacio\*)+ \*/

f) Números binarios múltiplos de 4

0  $\rightarrow$  [10]

bin  $\rightarrow$  0\*00  $\rightarrow$  0 es múltiplo de 4

16 8 4 2 1  
←  
múltiplos  
de 4

g) Todas las cadenas de dígitos si ningún dígito repetido para el conjunto {0, 1, 2, 3, 4}

cad  $\rightarrow$  ( 0 1? 2? 3? 4?  
1 1 0? 2? 3? 4?  
1 2 0? 1? 3? 4?  
1 3 0? 1? 2? 4?  
1 4 0? 1? 2? 3?

... así para todas las  
) combinaciones

h) Todas las cadenas de dígitos con al menos un dígito repetido

dígito  $\rightarrow$  [0-9]\*

cad  $\rightarrow$  ( dígito 1 dígito 1 dígito

1 dígito 2 dígito 2 dígito

1 dígito 3 dígito 3 dígito

1 dígito 4 dígito 4 dígito

⋮ — hasta el 9

)

1) los números complejos, donde la parte real puede ser flotante tipo C x la parte imaginaria también

dígito  $\rightarrow [0-9]^*$

signo  $\rightarrow [+ -]$

entero  $\rightarrow (\text{dígito})^+$

exponente  $\rightarrow [Ee] [+ -]^? \text{entero}$

Flotante  $\rightarrow (\text{entero} \cdot ? \text{entero} ? \text{exponente} [FF])$

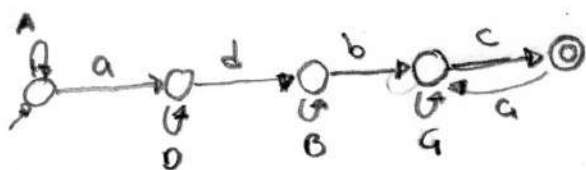
| entero ? . entero exponente ? [FF]

| entero . entero ? exponente ? [FF])

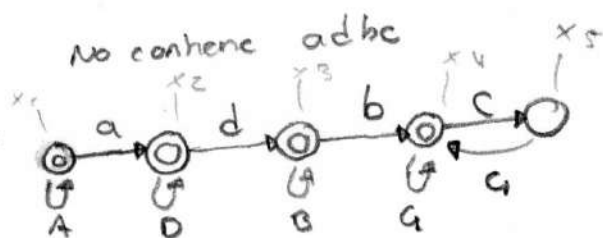
complejo  $\rightarrow \text{signo flotante signo flotante } i$

// Siguiendo hoja

Automata

contiene  
adbc

$$\begin{aligned}
 A &\rightarrow c b + c + d \\
 B &\rightarrow c a + c + d \\
 G &\rightarrow c a + b + d \\
 D &\rightarrow c a + b + c
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 x_1 &= A x_1 + a x_2 + \epsilon \quad \dots ① \\
 x_2 &= D x_2 + d x_3 + \epsilon \quad \dots ② \\
 x_3 &= B x_3 + b x_4 + \epsilon \quad \dots ③ \\
 x_4 &= G x_4 + c x_5 + \epsilon \quad \dots ④ \\
 x_5 &= S x_5 \quad \dots ⑤
 \end{aligned}$$

5 en 4

$$x_1 = G x_4 + c G x_4 + \epsilon$$

$$x_1 = (G + cG)^* \epsilon$$

$$x_1 = (c?G)^* \quad \dots ⑥$$

6 en 3

$$x_3 = B x_3 + (b(c?G)^* + \epsilon)$$

$$x_3 = B^*(b(c?G)^*)? \quad \dots ⑦$$

7 en 2

$$x_2 = D x_2 + (d(B^*(b(c?G)^*)?) + \epsilon)$$

$$x_2 = D^*(d(B^*(b(c?G)^*)?)?) \quad \dots ⑧$$

8 en 1

$$x_1 = A x_1 + (a(D^*(d(B^*(b(c?G)^*)?)?) + \epsilon))$$

$$x_1 = A^*(a(D^*(d(B^*(b(c?G)^*)?)?)?)?)$$

Expresión

$$A^*(a(D^*(d(B^*(b(c?G)^*)?)?)?)?)$$

(a)  $\cdot (a)? b^*$

$$q_0 = \{ (a)? b^* \\ (a)? \cdot b^* \}$$

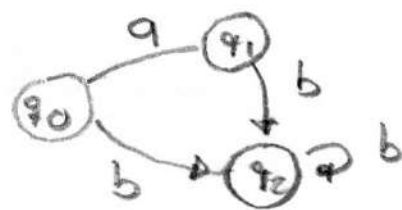
$$\text{goto}(q_0, a) = \{ (a)? \cdot b^* \} = q_1$$

$$\text{goto}(q_0, b) = \{ (a)? b^* \cdot \} = q_2$$

$$\text{goto}(q_1, b) = q_2$$

$$\text{goto}(q_2, b) = q_2$$

	a	b
$\rightarrow q_0$	$q_1$	$q_2$
$q_1$	$\emptyset$	$q_2$
$q_2$	$\emptyset$	$q_2$



$$b) \quad ba((a)^* \cup b)^* a^+ b$$

$$q_0 = \{ \cdot ba \dots \} = q$$

$$\text{goto}(q_0, b) = \{ b \cdot a \dots \} = q_1$$

$$\begin{aligned} \text{goto}(q_1, a) &= \{ b a ((\cdot a)^* \cup b)^* a^+ b \\ &\quad ba((a)^* \cdot \cup b)^* a^+ b \\ &\quad ba((a)^* \cup b \cdot)^* a^+ b \\ &\quad ba((a)^* \cup b)^* \cdot a^+ b \} = q_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{goto}(q_2, a) &= \{ ba((\cdot a)^* \cup b)^* a^+ b \\ &\quad ba((a)^* \cdot \cup b)^* a^+ b \\ &\quad ba((a)^* \cup b)^* \cdot a^+ b \\ &\quad ba((a)^* \cup b)^* a^+ \cdot b \} = q_3 \end{aligned}$$

$$\text{goto}(q_2, b) = q_2$$

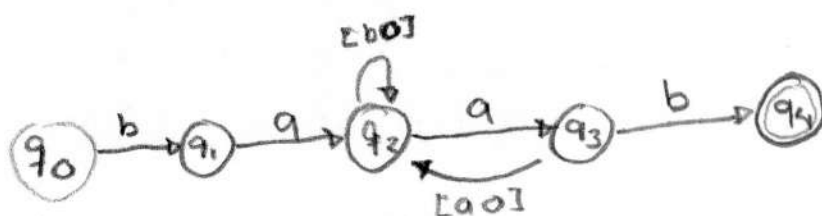
$$\text{goto}(q_2, \epsilon) = q_2$$

$$\text{goto}(q_3, a) = q_2$$

$$\text{goto}(q_3, b) = \{ ba((a)^* \cup b)^* a^+ b \cdot \} = q_4$$

$$\text{goto}(q_3, \epsilon) = q_2$$

	a	b	$\epsilon$
$\rightarrow q_0$	$\phi$	$q_1$	$\phi$
$q_1$	$q_2$	$\phi$	$\phi$
$q_2$	$q_3$	$q_2$	$q_2$
$q_3$	$q_2$	$q_4$	$q_2$
$q_4$	$\phi$	$\phi$	$\phi$



$$\text{goto}(q_4, a) = \{q_4\}$$

$$\text{goto}(q_4, b) = \{ (b((a)^+ b \cdot a)^+ ((a)^+ b | (a)^+))^* (b((a)^+ b a)^+ ((a)^+ b | (a)^+))^* \cdot \} = q_5$$

$$\text{goto}(q_5, a) = \{q_0\}$$

$$\text{goto}(q_5, b) = \emptyset$$

$q_n$	a	b
$\rightarrow 0^*$	1	2
$1^*$	1	3
$2^*$	4	2
$3^*$	-	-
$4^*$	4	5
$5^*$	0	-

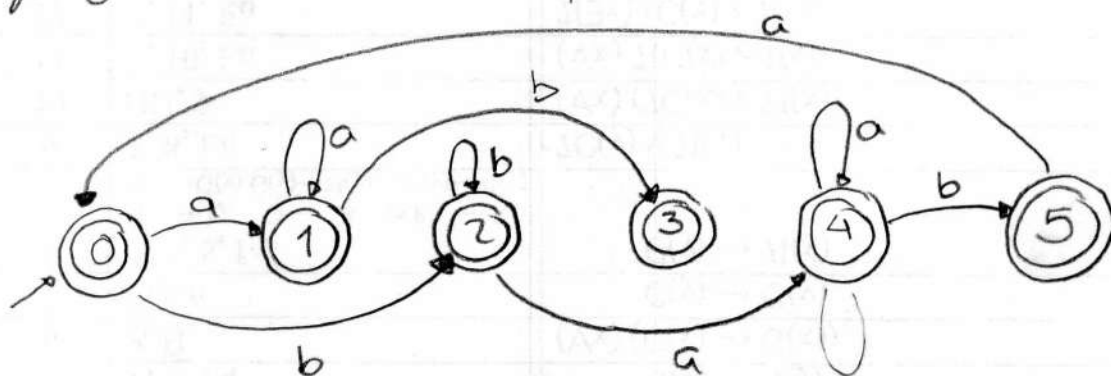
$q_n$	a	b
$\rightarrow 0^*$	$\alpha$	$\alpha$
$1^*$	$\alpha$	$\alpha$
$2^*$	$\alpha$	$\alpha$
$3^*$	-	-
$4^*$	$\alpha$	$\alpha$
$5^*$	$\alpha$	-

$q_n$	a	b
$\rightarrow 0^*$	$\alpha$	$\alpha$
$1^*$	$\alpha$	$\beta$
$2^*$	$\alpha$	$\alpha$
$4^*$	$\alpha$	$\gamma$
$\beta$ $3^*$	-	-
$\gamma$ $5^*$	$\alpha$	-

$q_n$	a	b
$\rightarrow 0^*$	$\beta$	$\alpha$
$2^*$	$\gamma$	$\alpha$
$\beta$ $1^*$	$\beta$	$\delta$
$\gamma$ $4^*$	$\gamma$	$\Omega$
$\delta$ $3^*$	-	-
$\Omega$ $5^*$	$\alpha$	-

Sale el mismo  
autómata

El autómata  
ya es minimizado



$$e) (b(ab)^*) (ob(ab)^*)^*$$

$$I_0 = \{ (b(ab)^*) (ob(ab)^*)^* \}$$

$$\text{goto}(q_0, b) = \{ (b(b(ab)^*)) (ob(ab)^*)^* \\ (b(ab)^*) (b(ab)^*)^* \\ (b(ab)^*) (ob(ab)^*)^* \} \\ = q_1^*$$

$$\text{goto}(q_1, a) = \{ (b(a(ab)^*)) (ob(ab)^*)^* \} = q_2$$

$$\text{goto}(q_1, o) = \{ (b(ab)^*) (o(b(ab)^*))^* \} = q_3$$

$$\text{goto}(q_2, b) = \{ (b(b(ab)^*)) (ob(ab)^*)^* \\ (b(ab)^*) (b(ab)^*)^* \\ (b(ab)^*) (ob(ab)^*)^* \} \\ = q_1^*$$

$$\text{goto}(q_3, b) = \{ (b(ab)^*) (ob(b(ab)^*))^* \\ (b(ab)^*) (b(ab)^*)^* \\ (b(ab)^*) (ob(ab)^*)^* \} \\ = q_4^*$$

$$\text{goto}(q_4, a) = \{ (b(ab)^*) (ob(a(ab)^*))^* \} = q_5$$

$$\text{goto}(q_4, o) = q_3$$

$$\text{goto}(q_5, b) = q_4$$

	a	b	o	
$q_0$		$q_1$		
$q_1^*$	$q_2$		$q_3$	
$q_2$		$q_1$		
$q_3$		$q_4$		
$q_4^*$	$q_5$		$q_3$	
$q_5$		$q_4$		

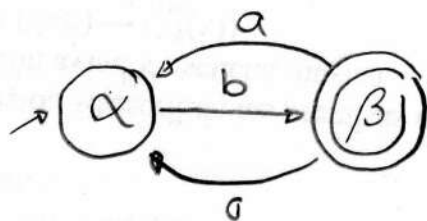
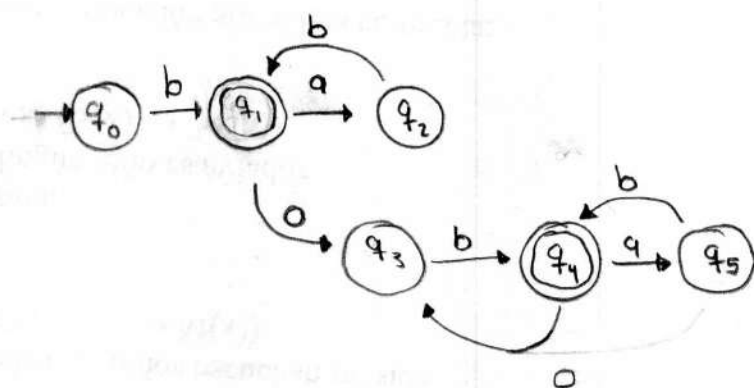


# Autómata Mínimo

	a	b	o
$\rightarrow q_0$		$\beta$	
$q_2$		$\beta$	
$\alpha$ $q_3$		$\beta$	
$q_5$		$\beta$	
$\beta^*$ $q_1^*$	$\alpha$		$\alpha$
$q_4^*$	$\alpha$		$\alpha$

$\Rightarrow$

	a	b	o
$\rightarrow \alpha$		$\beta$	
$\beta^*$	$\alpha$		$\alpha$



1<sup>o</sup> Palabras reservadas mal escritas

- fi → modo pánico
- voyd → modo pánico
- douvle → modo pánico

2<sup>o</sup> Identificadores mal escritos

- Ø val → eliminando un carácter de la entrada (Ø)
- variablel → eliminando un carácter de entrada (l)

3<sup>o</sup> Identificadores que excedan su máxima longitud permitida

- a 1234567891011123456789101234567890
- Abcdefghijklmnopqrstuvwxyz12\_3\_5\_7

Solución: Eliminar caracteres en exceso de la entrada

4<sup>o</sup> Constantes numéricas mal escritas

- 8.3.2
  - 0EE.3
- } solución modo pánico

5<sup>o</sup> Constantes numéricas fuera de rango

- short a = 33000
  - unsigned int = 70000
- } Modo pánico

6<sup>o</sup> Constante de cadena mal escritas

- "Hola" Mundo"
  - 'Hola'
- } Modo pánico

7<sup>o</sup> Comentarios que no terminan

- /\* return 0;
  - }
  - /\*
- } solución: Modo pánico

8<sup>o</sup> Símbolos extraños

- a\$ b;
  - año;
- } solución: Modo pánico

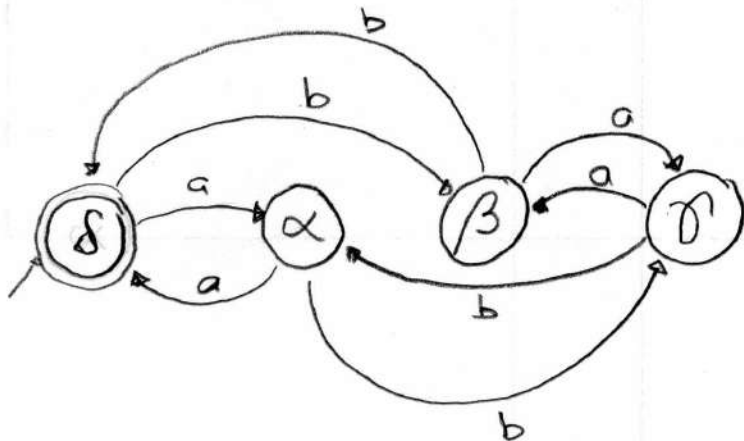
8)

a)

$q_n$	a	b
$\rightarrow 0^*$	1	2
1	0	3
2	3	0
3	4	5
4	3	6
5	6	3
$6^*$	7	8
7	6	3
8	3	6

$q_n$	a	b
1	$\beta$	$\alpha$
2	$\alpha$	$\beta$
3	$\alpha$	$\alpha$
4	$\alpha$	$\beta$
5	$\beta$	$\alpha$
7	$\beta$	$\alpha$
8	$\alpha$	$\beta$
$\rightarrow 0^*$	$\alpha$	$\alpha$
$6^*$	$\alpha$	$\alpha$

$q_n$	a	b
$\alpha \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 5 \\ 7 \end{array} \right.$	$\delta$	$\gamma$
$\beta \left\{ \begin{array}{l} 2 \\ 4 \\ 8 \end{array} \right.$	$\gamma$	$\delta$
$\gamma \quad 3$	$\beta$	$\alpha$
$\rightarrow \delta^* \left\{ \begin{array}{l} 0^* \\ 6^* \end{array} \right.$	$\alpha$	$\beta$



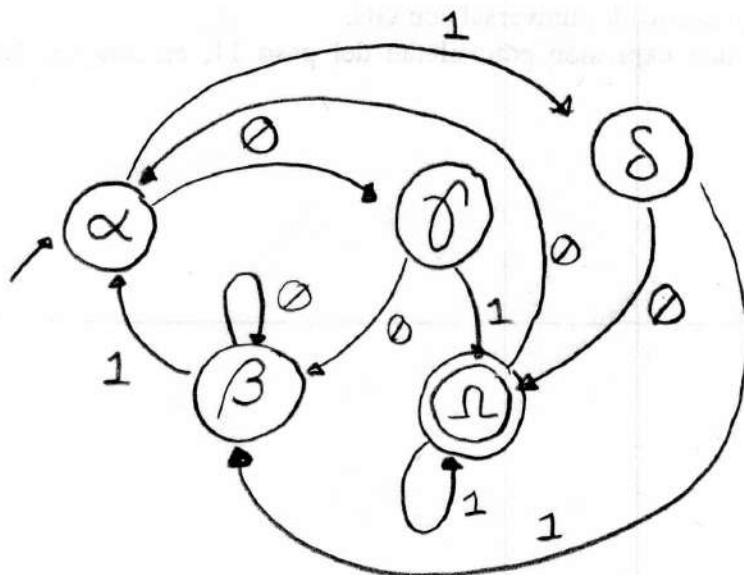
b)

$q_n$	0	1
$\rightarrow 0$	1	5
1	6	2
2	0	2
3	2	6
4	7	5
5	2	6
6	6	4
7	6	2

$q_n$	0	1
$\rightarrow 0$	$\alpha$	$\alpha$
1	$\alpha$	$\beta$
3	$\beta$	$\alpha$
4	$\alpha$	$\alpha$
5	$\beta$	$\alpha$
6	$\alpha$	$\alpha$
7	$\alpha$	$\beta$
$\beta$ 2*	$\alpha$	$\beta$

$q_n$	0	1
$\alpha$ { $\rightarrow 0$	$\beta$	$\gamma$
4	$\beta$	$\gamma$
6	$\alpha$	$\alpha$
$\beta$ { 4	$\alpha$	$\delta$
7	$\alpha$	$\delta$
$\gamma$ { 3	$\delta$	$\alpha$
5*	$\delta$	$\alpha$
$\delta$ { 2*	$\alpha$	$\delta$

$q_n$	0	1
$\alpha$ { $\rightarrow 0$	$\gamma$	$\delta$
4	$\gamma$	$\delta$
$\beta$ 6	$\beta$	$\alpha$
$\gamma$ { 1	$\beta$	$\Omega$
7	$\beta$	$\Omega$
$\delta$ { 3	$\Omega$	$\beta$
5	$\Omega$	$\beta$
$\Omega$ { 2*	$\alpha$	$\Omega$

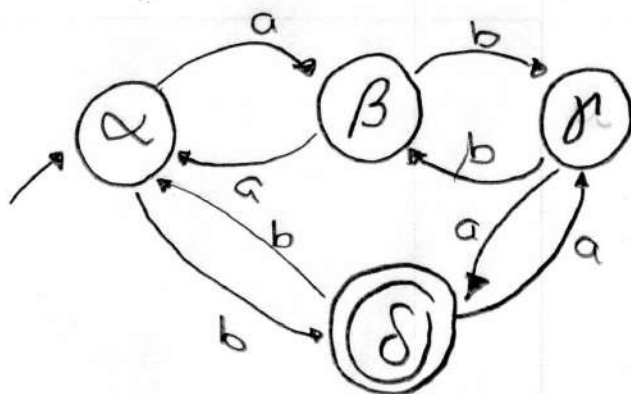


$q_n$	a	b
$\rightarrow 0$	1	2
1	0	3
2*	3	0
3	4	5
4*	3	6
5	6	3
6	7	8
7	6	3
8*	3	6

$q_n$	a	b
$\rightarrow 0$	$\alpha$	$\beta$
1	$\alpha$	$\alpha$
3	$\beta$	$\alpha$
5	$\alpha$	$\alpha$
6	$\alpha$	$\beta$
7	$\alpha$	$\alpha$
2*	$\alpha$	$\alpha$
4*	$\alpha$	$\alpha$
8*	$\alpha$	$\alpha$

	$q_n$	a	b
$\alpha$	$\rightarrow 0$	$\beta$	$\delta$
	6	$\beta$	$\delta$
$\beta$	1	$\alpha$	$\mu$
	5	$\alpha$	$\mu$
	7	$\alpha$	$\mu$
$\mu$	3	$\delta$	$\beta$
	2*	$\mu$	$\alpha$
$\delta$	4*	$\mu$	$\alpha$
	8*	$\mu$	$\alpha$

$q_n$	a	b
$\alpha$	$\beta$	$\delta$
$\beta$	$\alpha$	$\mu$
$\mu$	$\delta$	$\beta$
$\delta^*$	$\mu$	$\alpha$



Programa enviados en plataforma

$$c) (ba((blo)^*a(a)^*o)^*(blo)^*aa^*b$$

$$\cdot ba((blo)^*a(a)^*o)^*(blo)^*aa^*b$$

$$q_0 = \{ \cdot ba((blo)^*a(a)^*o)^*(blo)^*aa^*b$$

$$goto(q_0, b) = \{ b \cdot a((blo)^*a(a)^*o)^*(blo)^*aa^*b \} = q_1$$

$$goto(q_1, a) = \{ \begin{aligned} &ba((\cdot blo)^*a(a)^*o)^*(blo)^*aa^*b \\ &ba((bl \cdot o)^*a(a)^*o)^*(blo)^*aa^*b \\ &ba((blo)^* \cdot a(a)^*o)^*(blo)^*aa^*b \\ &ba((blo)^*a(a)^* \cdot o)^*(blo)^*aa^*b \\ &ba((blo)^*a(a)^*o)^*(\cdot blo)^*aa^*b \\ &ba((blo)^*a(a)^*o)^*(blo)^* \cdot aa^*b \\ &ba((blo)^*a(a)^*o)^*(blo)^*aa \cdot b \end{aligned} \} = q_2$$

$$goto(q_2, a) = \{ \begin{aligned} &ba((blo)^*a(\cdot a)^*o)^*(blo)^*aa^*b \\ &ba((blo)^*a(a)^* \cdot o)^*(blo)^*aa^*b \\ &ba((blo)^*a(o)^* \cdot o)^*(blo)^*aa^*b \\ &ba((blo)^*a(a)^*o)^*(blo)^*aa \cdot b \end{aligned} \} = q_3$$

$$goto(q_2, b) = \{ q_2$$

$$goto(q_2, o) = q_2$$

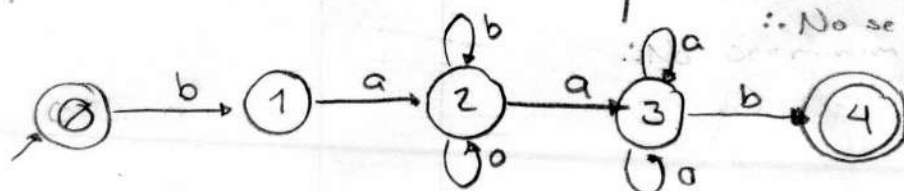
$$goto(q_3, a) = q_3$$

$$goto(q_3, b) = \{ ba((blo)^*a(a)^*o)^*(blo)^*aa^*b \cdot \} = q_4$$

$$goto(q_3, o) = q_2$$

$q_n$	a	b	o
$\rightarrow 0$	-	1	-
1	2	-	-
2	3	2	2
3	3	4	2
$4^*$	-	-	-

$q_n$	a	b	o
$\rightarrow 0$	-	$\alpha$	-
1	$\alpha$	-	-
2	$\alpha$	$\alpha$	$\alpha$
3	$\alpha$	$\beta$	$\alpha$
$4^*$	-	-	-



$\therefore$  No se puede minimizar

$$d) (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)?$$

$$\cdot (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)?$$

$$q_0 = \{ ( \cdot b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*(( \cdot a)^+b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|( \cdot a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \cdot \}$$

$$goto(q_0, a) = \{ (b((a)^+ba)^?)^*(( \cdot a)^+b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+ \cdot b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|( \cdot a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \cdot \} = q_1 \leftarrow$$

$$goto(q_0, b) = \{ (b(( \cdot a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \\ ( \cdot b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*(( \cdot a)^+b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|( \cdot a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \cdot \} = q_2$$

$$goto(q_1, a) = \{ q_1 \}$$

$$goto(q_1, b) = \{ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \cdot \} = q_3$$

$$goto(q_2, a) = \{ (b(( \cdot a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ \cdot ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*(( \cdot a)^+b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+ \cdot b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|( \cdot a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \cdot \} = q_4$$

$$goto(q_2, b) = \{ (b(( \cdot a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \\ ( \cdot b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*(( \cdot a)^+b|(a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|( \cdot a)^+)? \\ (b((a)^+ba)^?)^*((a)^+b|(a)^+)? \cdot \} = q_2$$



b) Cualquier secuencia de caracteres encerrada entre llaves que no contenga  
1 ni la llave que cierra

secuencia  $\rightarrow \{ [^13]^* \}$

c) Todos las cadenas de letras minúsculas que contengan  
las 5 vocales en orden

letra  $\rightarrow [ [b-d][f-h][j-n][p-t][v-z] ]^*$

A  $\rightarrow$  letra a<sup>+</sup>

I  $\rightarrow$  letra i<sup>+</sup>

U  $\rightarrow$  letra u<sup>+</sup>

E  $\rightarrow$  letra e<sup>+</sup>

O  $\rightarrow$  letra o<sup>+</sup>

cad  $\rightarrow A^+ E^+ I^+ O^+ U^+$