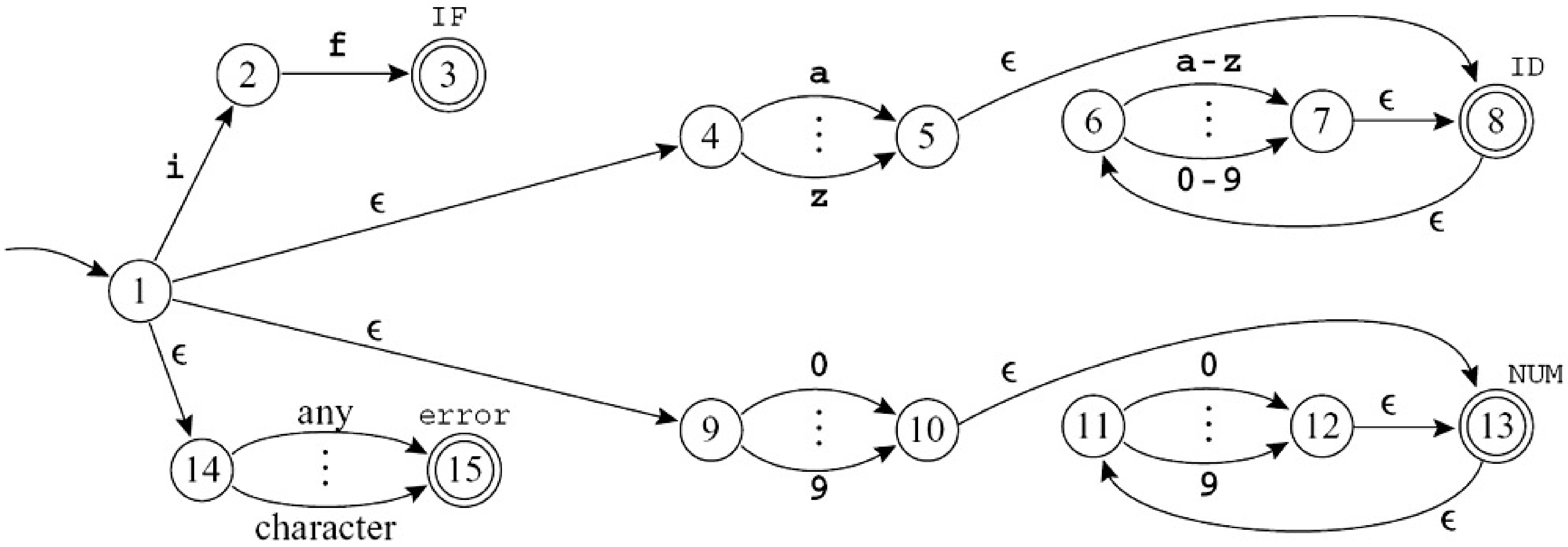
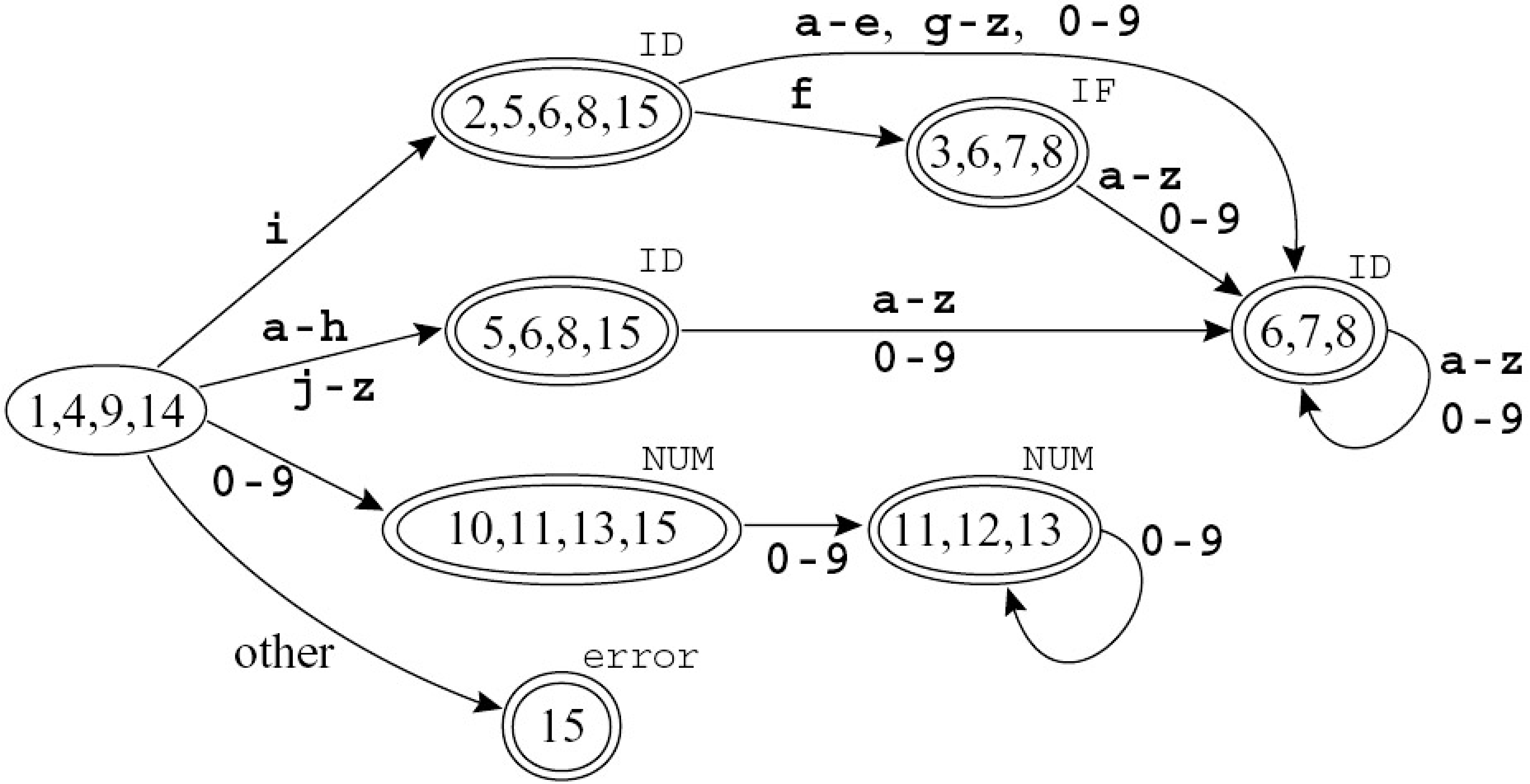
Minimização de Autômatos Finitos Determinísticos

Convertendo NFA-Є em DFA → ANTES

ERs para **`IF`**, **`ID`**, **`NUM`** e **`error`**



Convertendo NFA-Є em DFA → DEPOIS



Estados Equivalentes

Estados Equivalentes

- Dois estados s_1 e s_2 são equivalentes quando o autômato aceita uma cadeia w começando em s_1 $\Leftrightarrow$ ele também aceita a mesma cadeia w começando em s_2

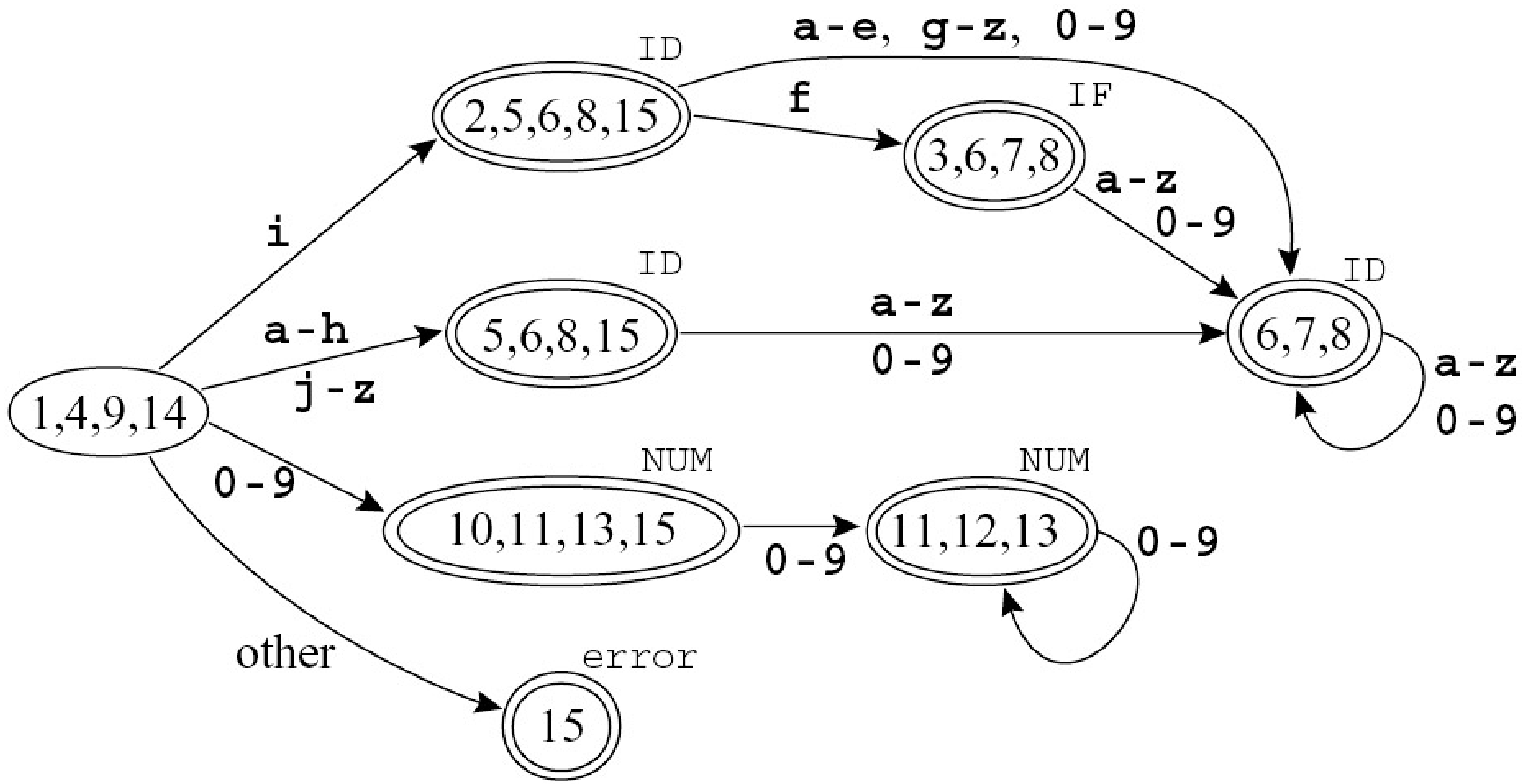
- Para cada símbolo do alfabeto, tem-se que:

$$\text{trans}[\ s_1, c\ ] = \text{trans}[\ s_2, c\ ] \text{ para } \forall\ c$$

Estados Equivalentes

Quais estados são equivalentes no autômato?

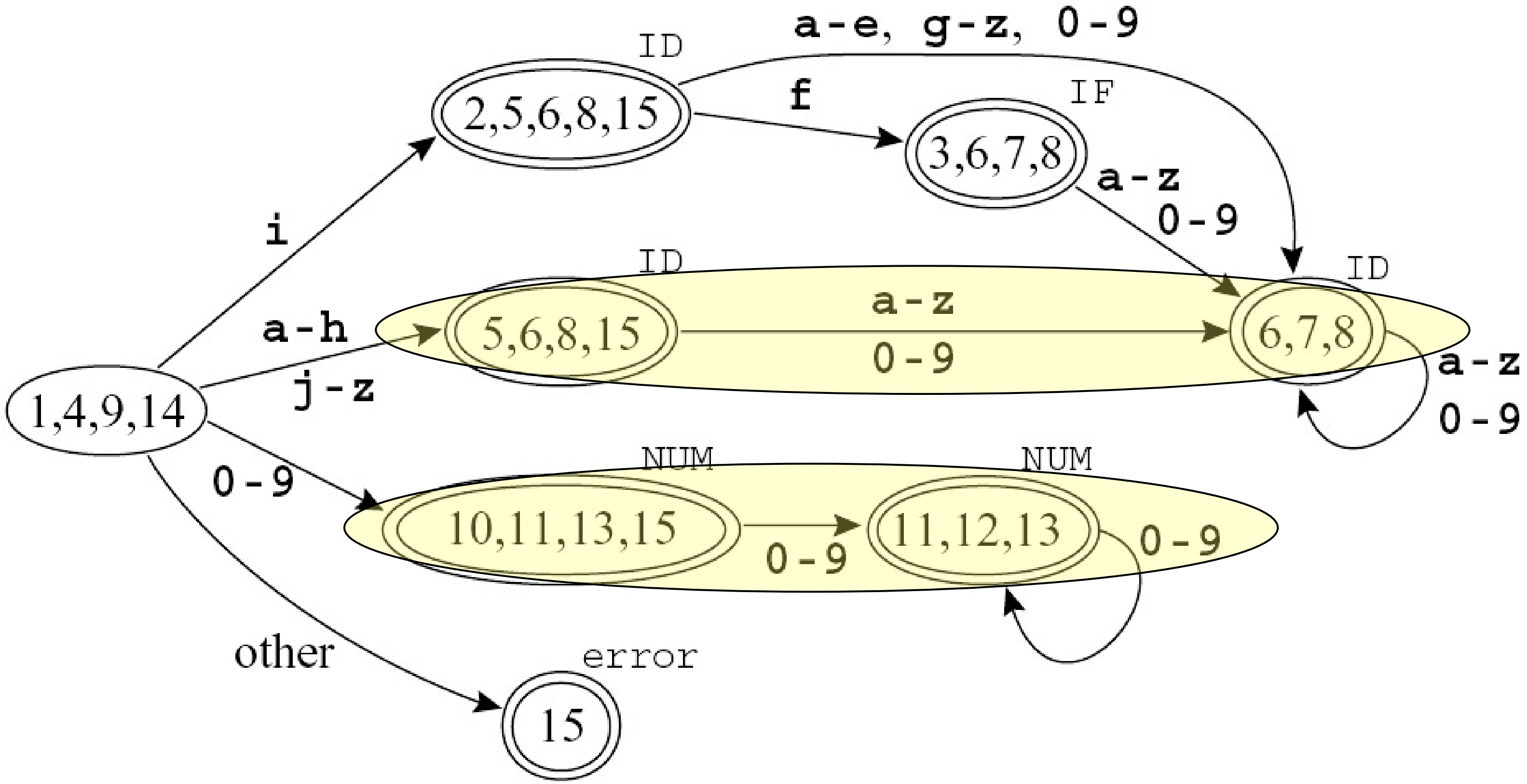
– trans[s_1, c] = trans[s_2, c] para $\forall$ c



Estados Equivalentes

Quais estados são equivalentes no autômato?

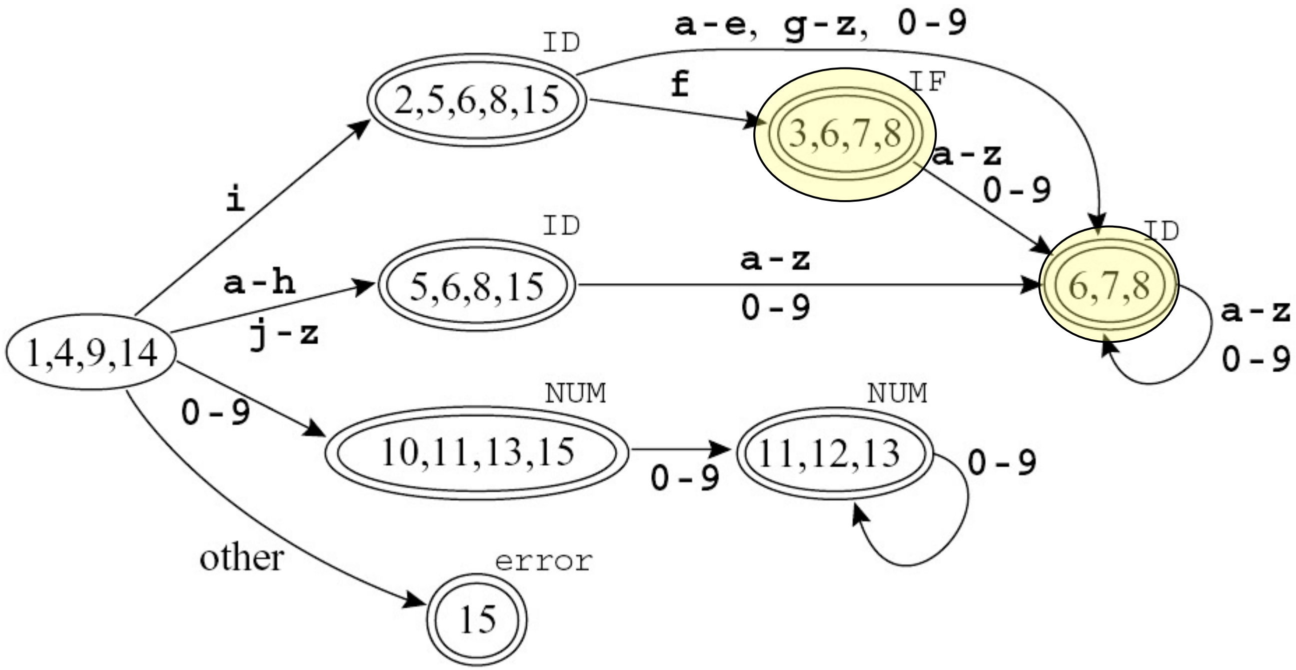
– trans[s_1, c] = trans[s_2, c] para $\forall$ c



Estados Equivalentes

Quais estados são equivalentes no autômato?

- trans[s_1, c] = trans[s_2, c] para $\forall$ c
- Os estados {3,6,7,8} e {6,7,8} são equivalentes?

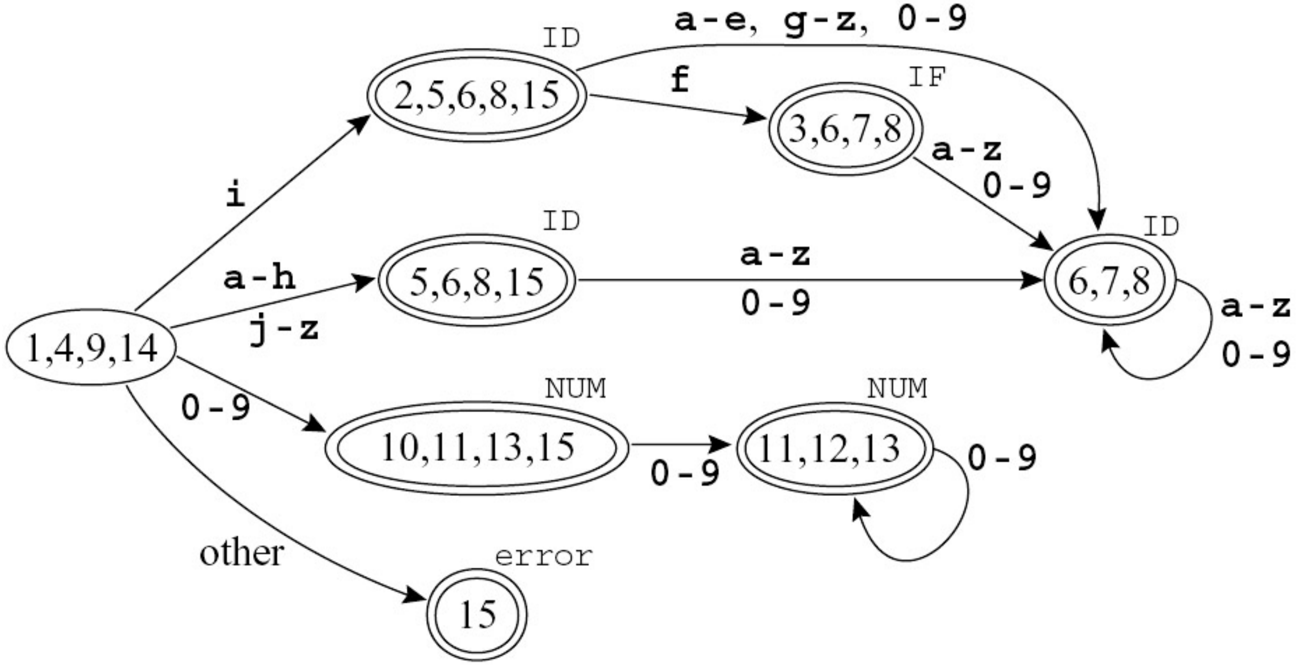


Estados Equivalentes

Quais estados são equivalentes no autômato?

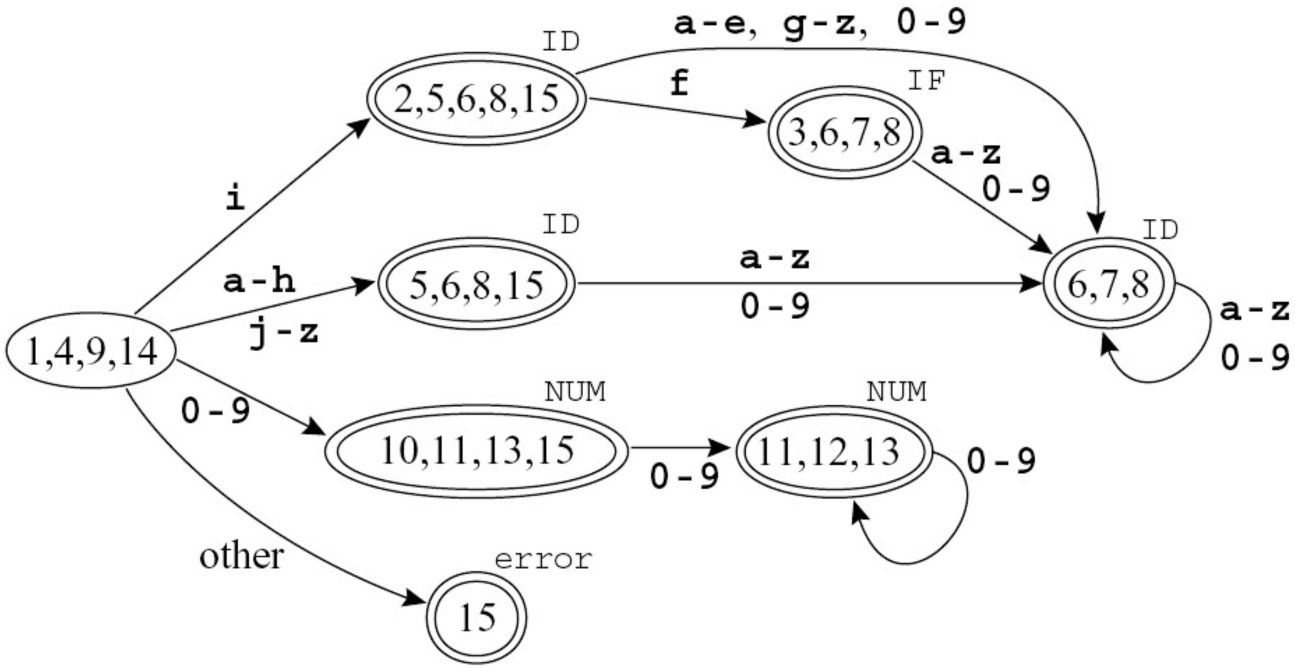
- trans[s_1, c] = trans[s_2, c] para $\forall$ c
- Os estados {3,6,7,8} e {6,7,8} são equivalentes?

  NÃO!!! Embora ambos tenham a mesma função de transição, eles reconhecem *tokens* de tipos diferentes. Somente estados finais reconhecendo o mesmo tipo de *token* podem ser equivalentes.



Estados Equivalentes

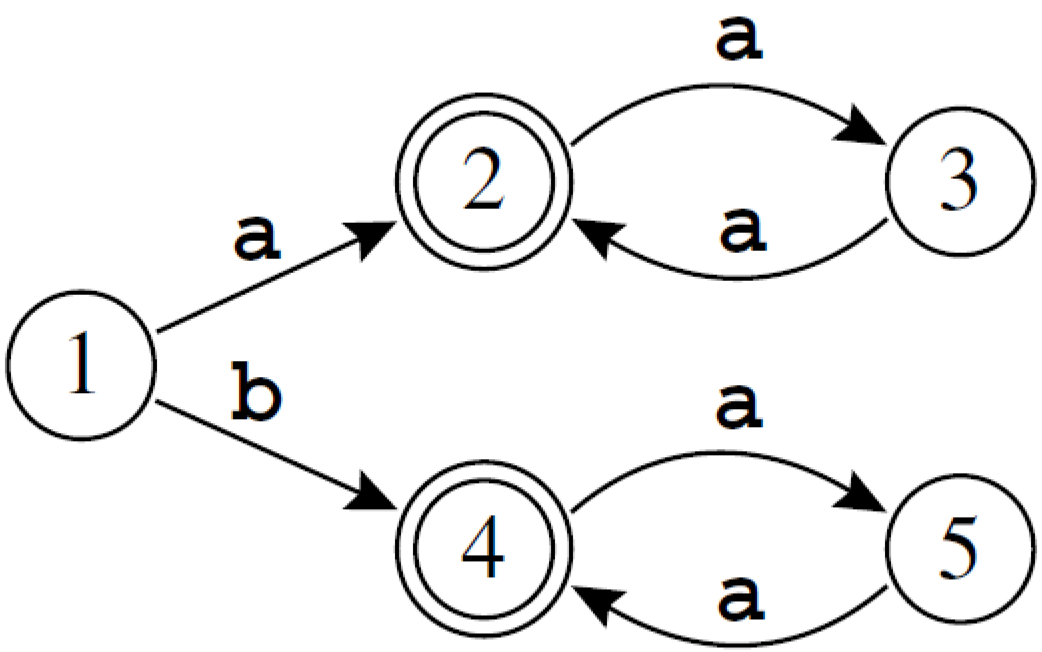
- Como encontrar estados equivalentes?
  - trans[s_1, c] = trans[s_2, c] para $\forall$ c
  - Não é suficiente!!!



Estados Equivalentes

- Contra exemplo:

Os estados 2 e 4 são equivalentes, mas trans[2, **a**] ≠ trans[4, **a**]



Estados Equivalentes

Estados Equivalentes

- Dois estados s_1 e s_2 são equivalentes quando o autômato aceita uma cadeia w começando em s_1 $\Leftrightarrow$ ele também aceita a mesma cadeia w começando em s_2

$\delta(s_1, w) \rightarrow$ cadeia aceita
e
$\delta(s_2, w) \rightarrow$ cadeia aceita

OU

$\delta(s_1, w) \rightarrow$ cadeia NÃO aceita
e
$\delta(s_2, w) \rightarrow$ cadeia NÃO aceita

Minimização de DFA: Método da Tabela

Minimização de DFA: Método do Preenchimento de Tabela

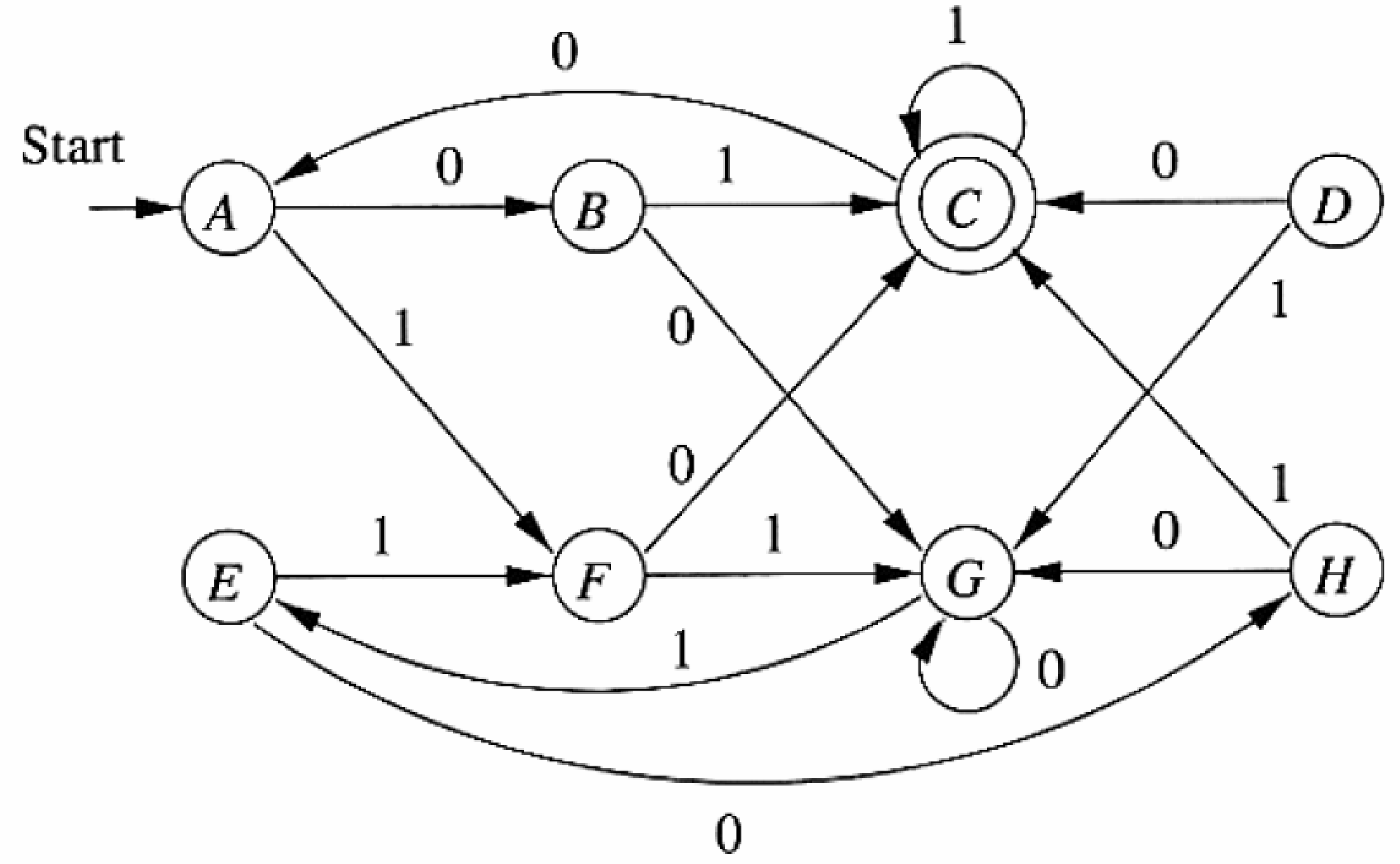
1) Desenhe uma tabela com todos os pares de estados (s_1, s_2)

2) Marque com um *X* na tabela as entradas [s_1, s_2] onde s_1 é estado final e s_2 não é estado final, e vice versa (um estado final não pode ser equivalente a um estado não final).

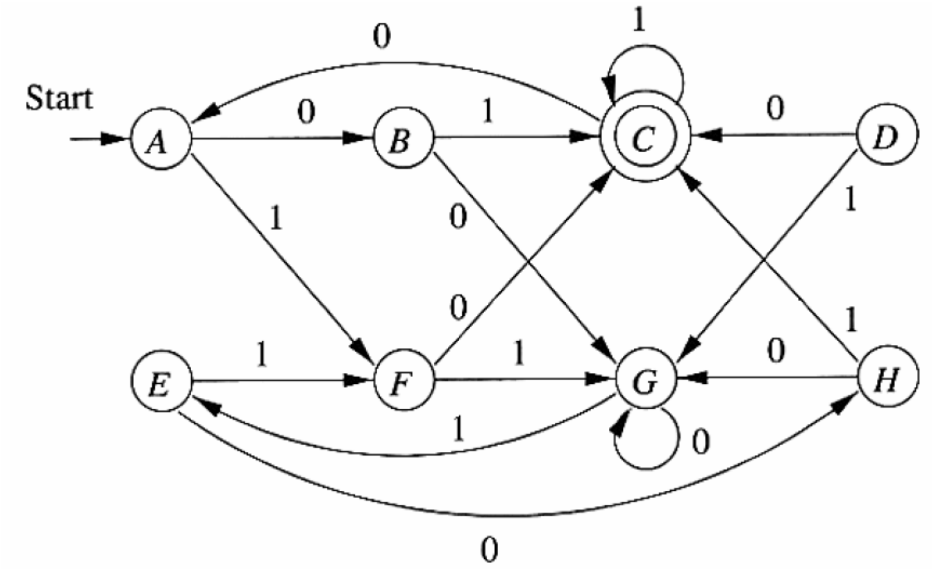
3) Se existe algum par de estados [s_1, s_2] não marcados com *X*, tal que a função de transição [$\delta(s_1, c)$, $\delta(s_2, c)$] está marcada na tabela, onde c é um símbolo de entrada, então marque com *X* a entrada [s_1, s_2]. Repita esta etapa até que nenhuma nova entrada da tabela seja marcada com *X*

4) Combine todos os pares [s_1, s_2] não marcados fazendo os mesmos um único estado no autômato minimizado.

Minimização de DFA

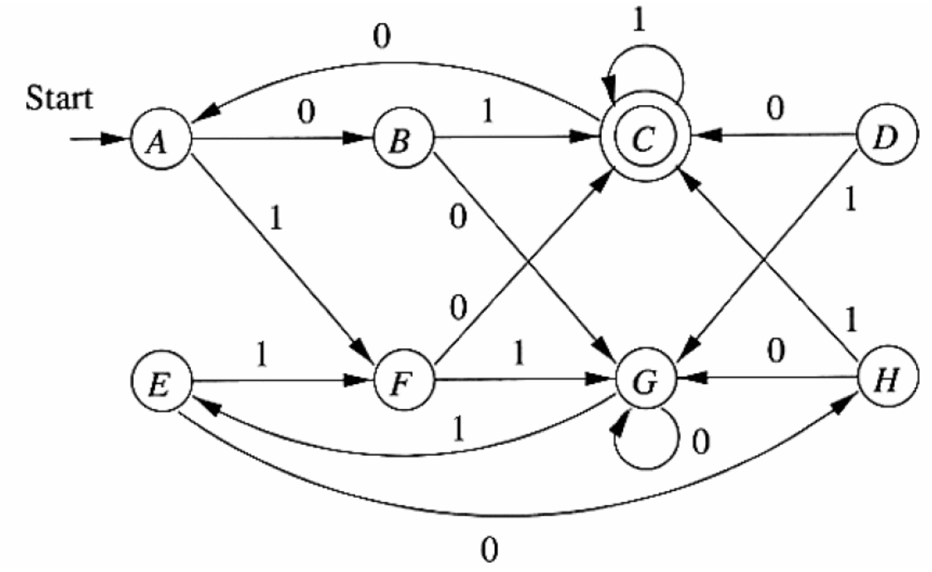


Minimização de DFA



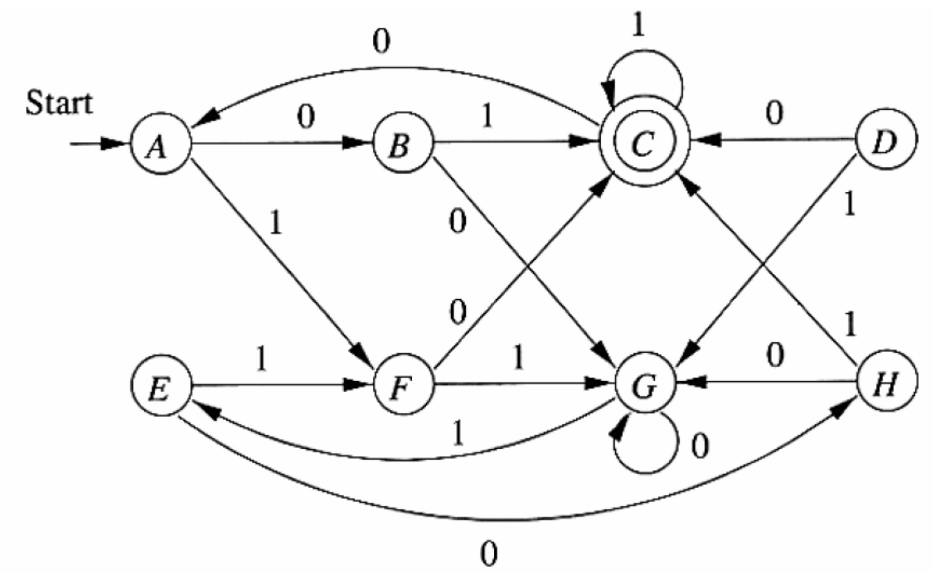
	A	B	C	D	E	F	G	H
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Minimização de DFA



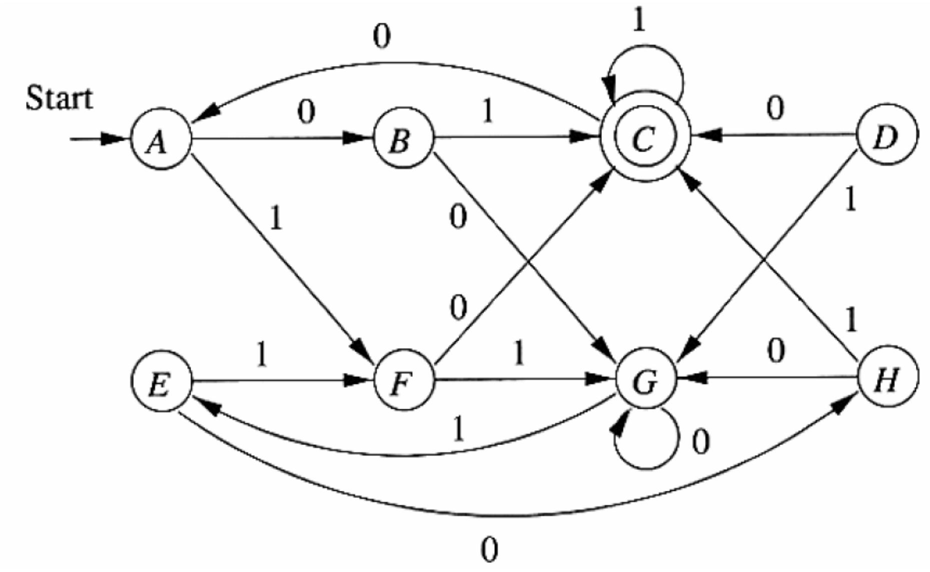
	A	B	C	D	E	F	G	H
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Minimização de DFA



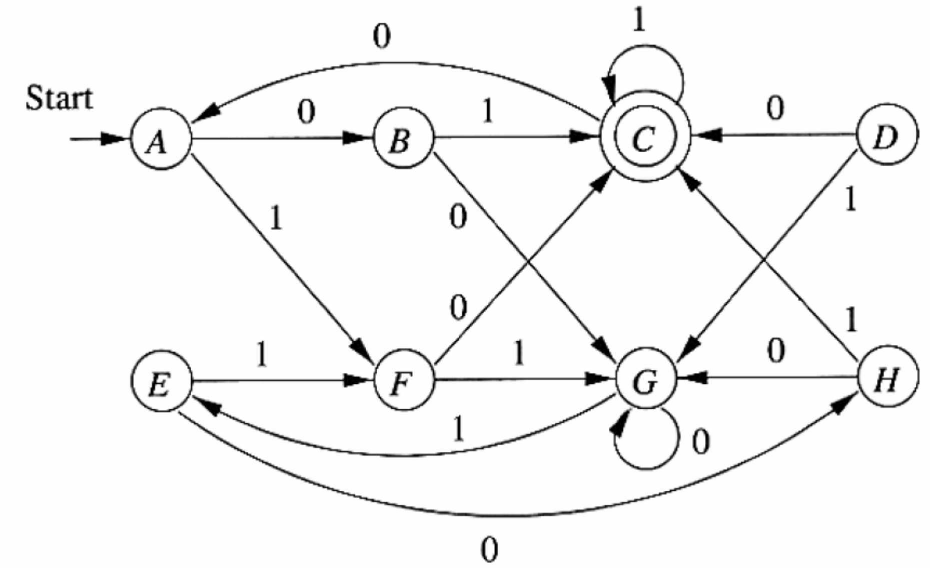
	A	B	C	D	E	F	G	H
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Minimização de DFA



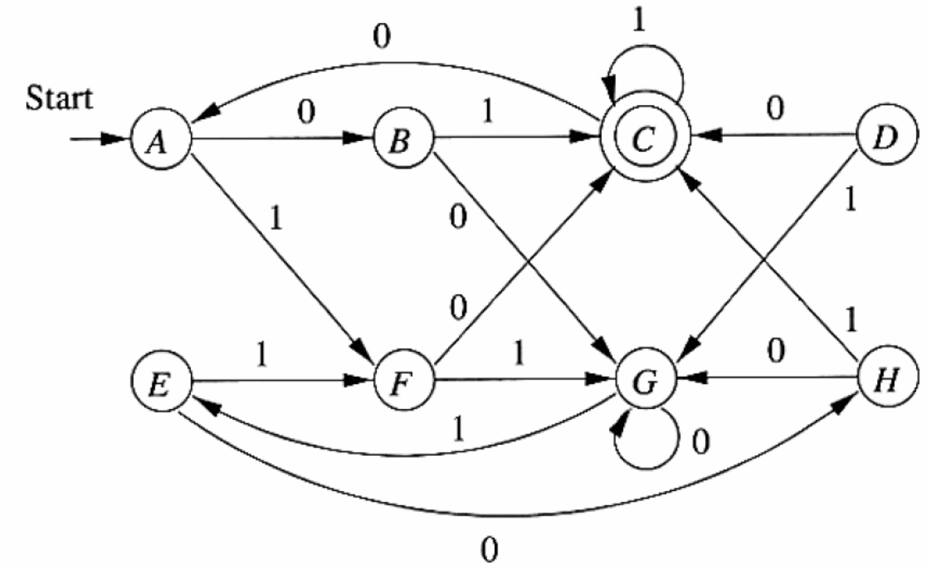
	A	B	C	D	E	F	G	H
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Minimização de DFA



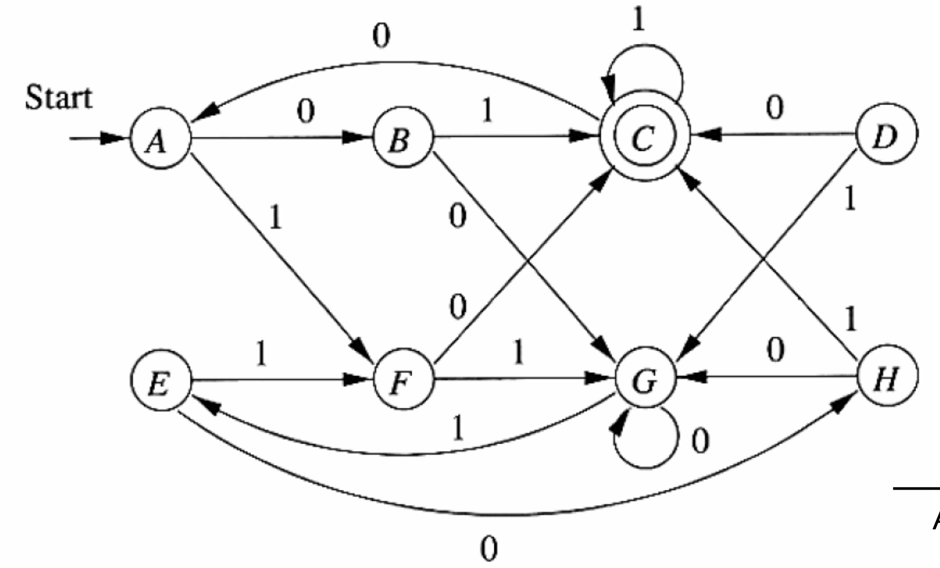
	A	B	C	D	E	F	G	H
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								
H								

Minimização de DFA



B							
C							
D							
E							
F							
G							
H							
	A	B	C	D	E	F	G

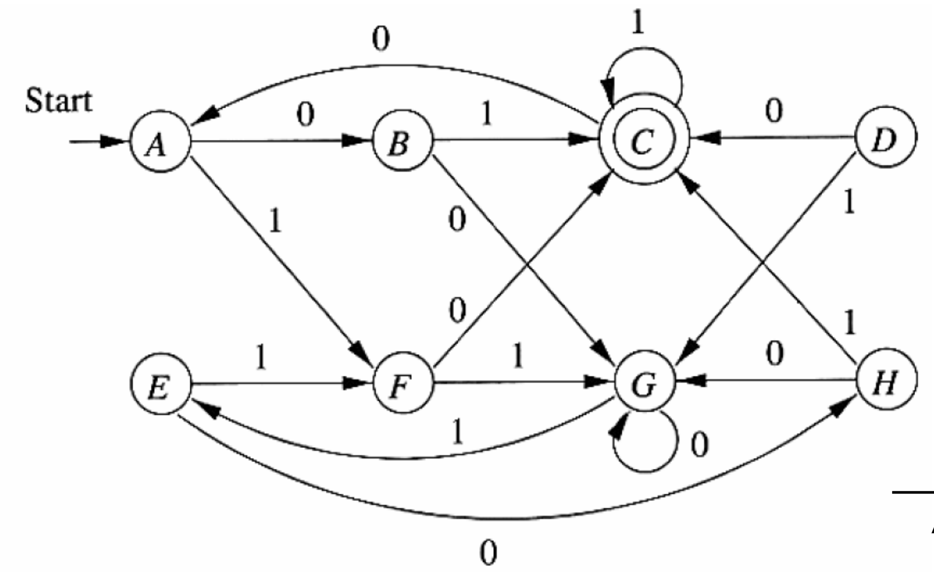
Minimização de DFA



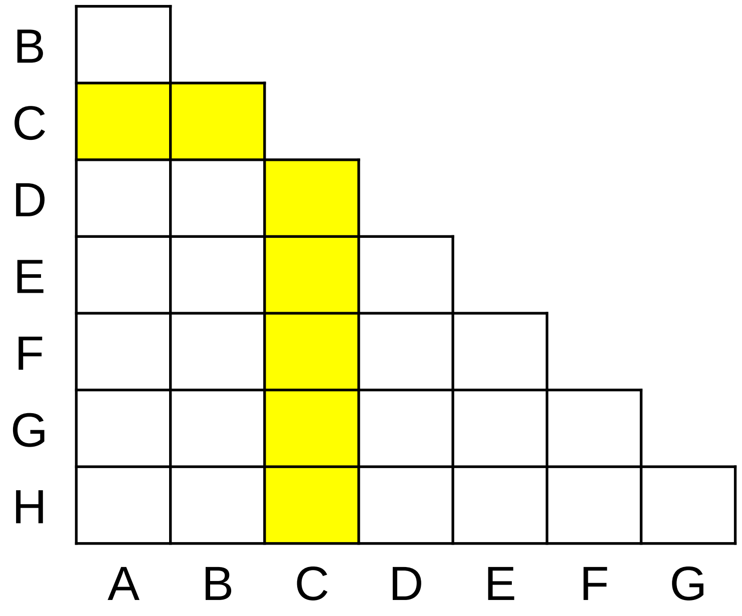
	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B							
C							
D							
E							
F							
G							
H							
	A	B	C	D	E	F	G

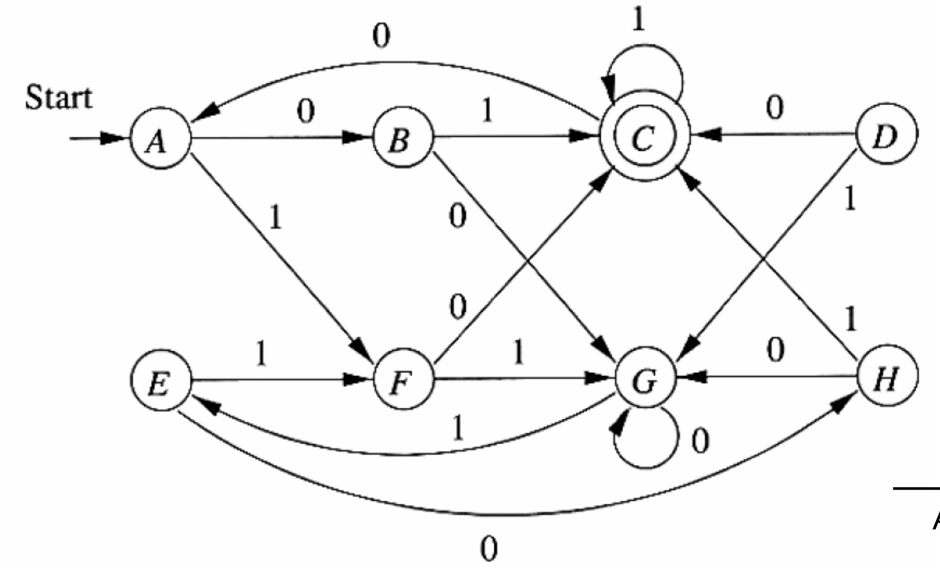
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C



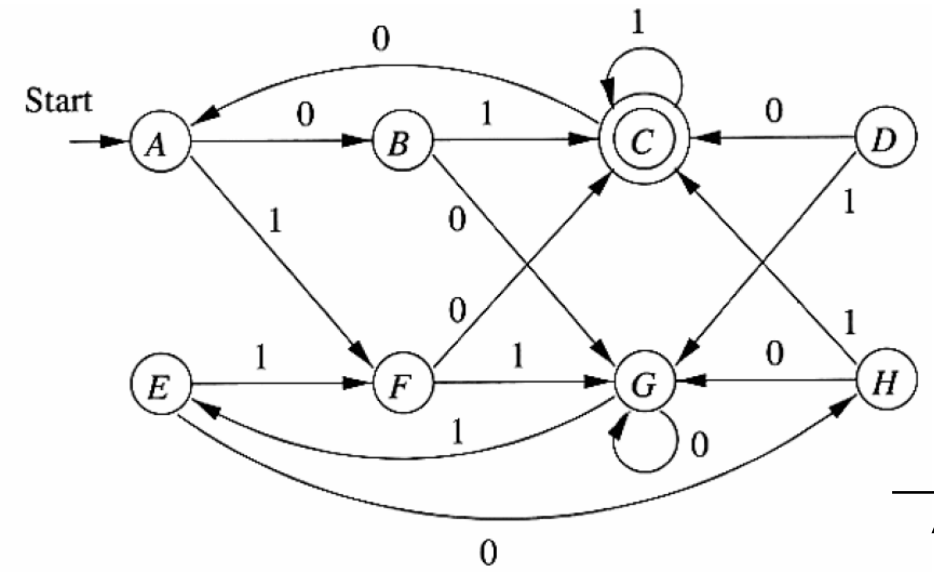
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B							
C	x	x					
D			x				
E			x				
F			x				
G			x				
H			x				

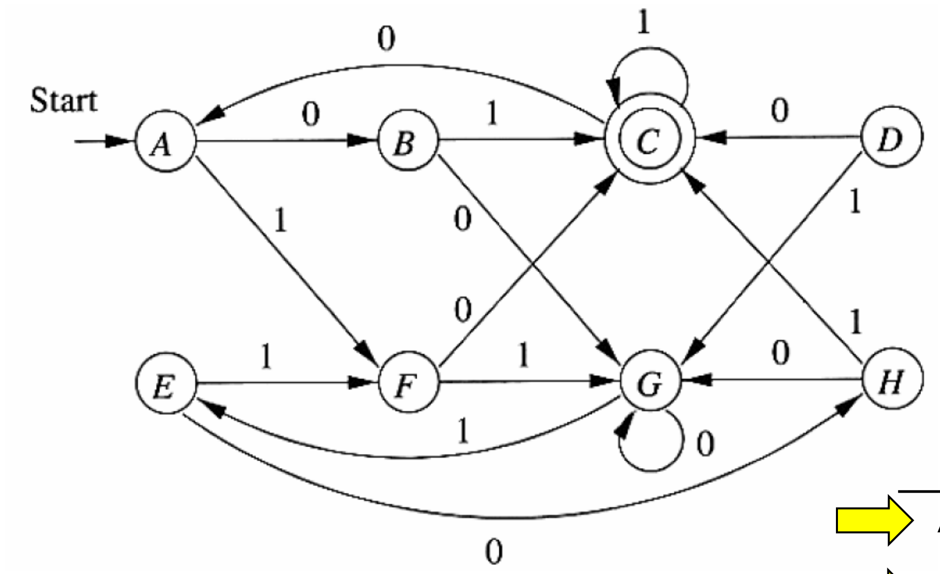
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B							
C	x	x					
D			x				
E			x				
F			x				
G			x				
H			x				

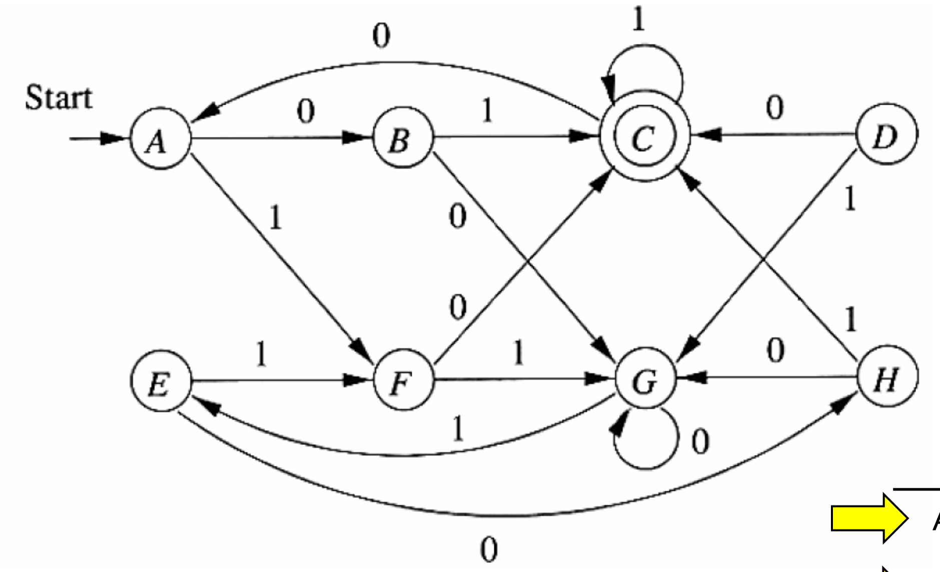
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B							
C	x	x					
D			x				
E			x				
F			x				
G			x				
H			x				

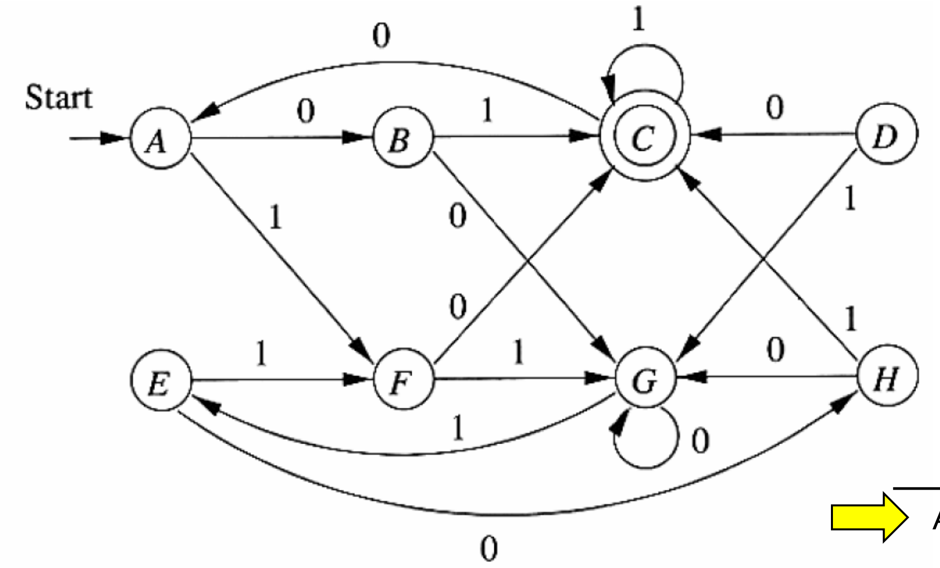
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D			x				
E			x				
F			x				
G			x				
H			x				

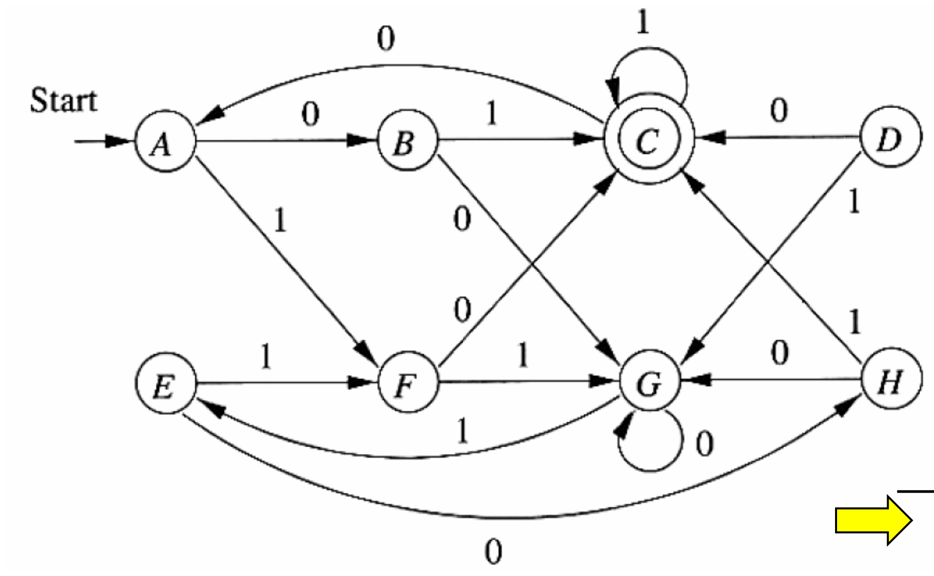
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D			x				
E			x				
F			x				
G			x				
H			x				

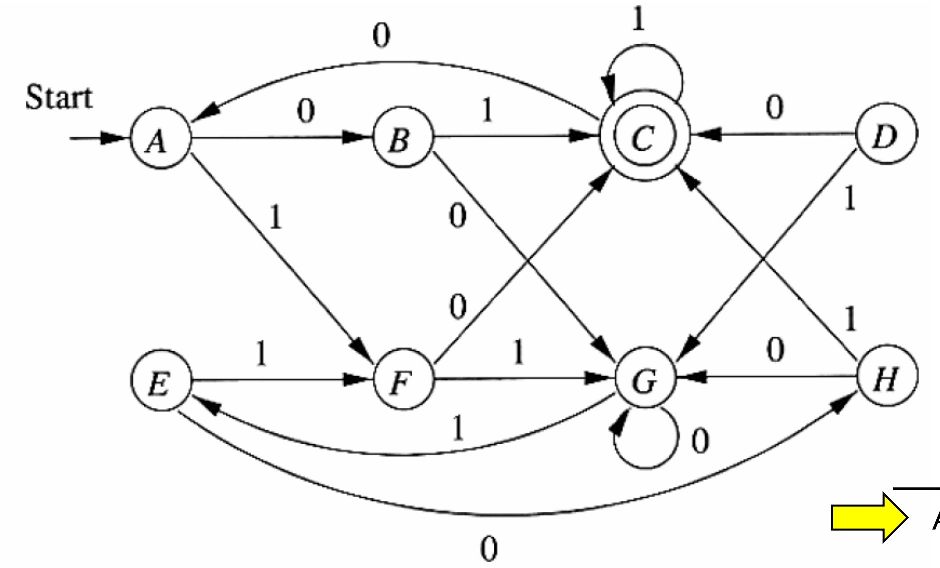
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x		x				
E			x				
F			x				
G			x				
H			x				

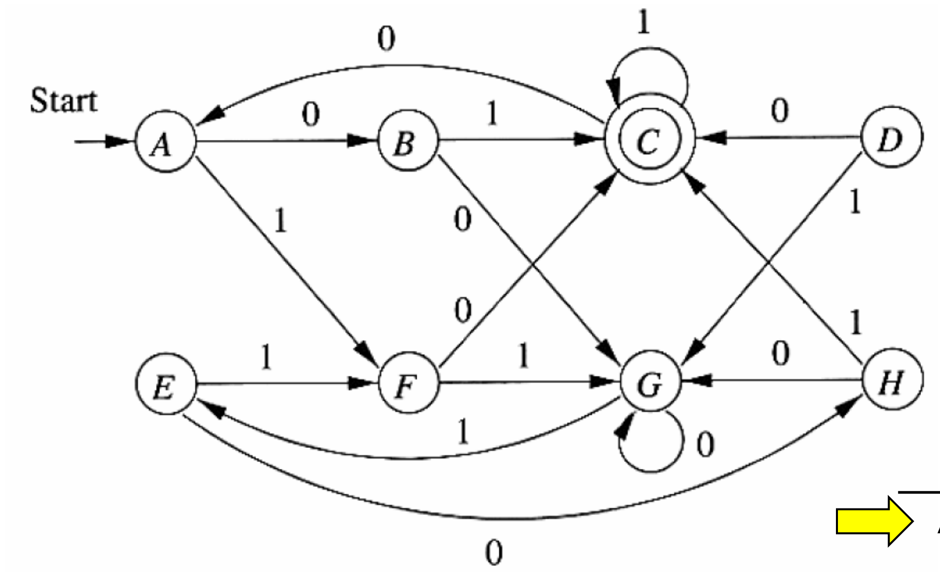
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x		x				
E			x				
F			x				
G			x				
H			x				

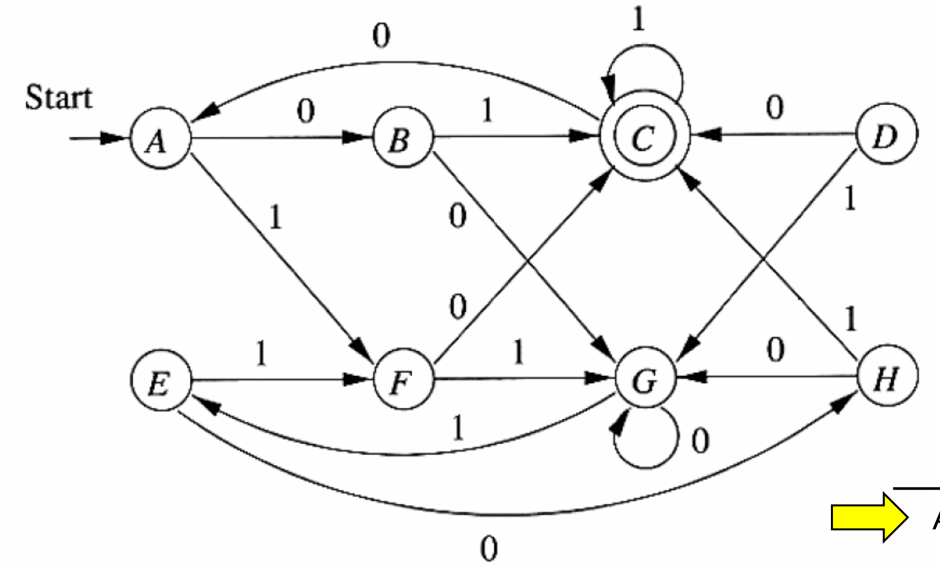
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x		x				
E			x				
F			x				
G			x				
H			x				

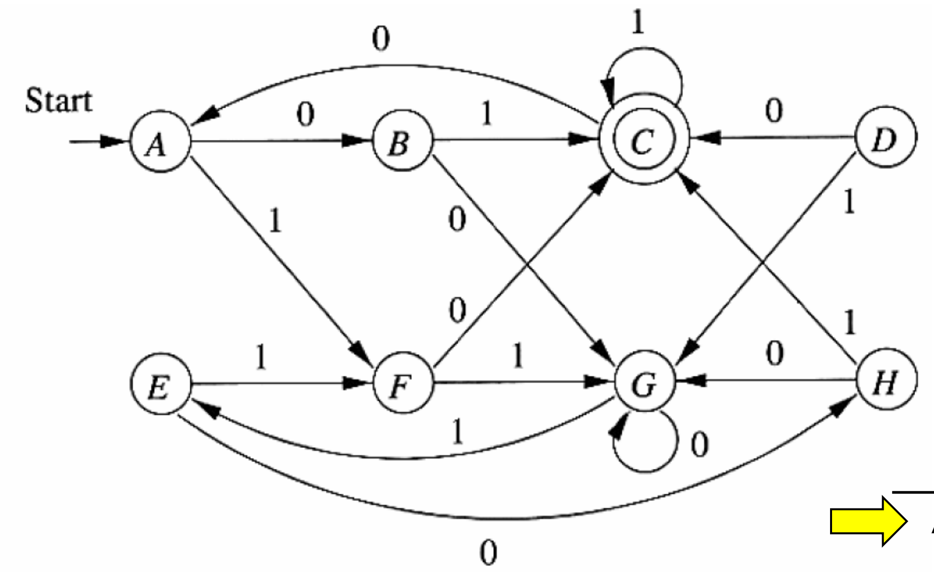
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x		x				
E			x				
F			x				
G			x				
H			x				

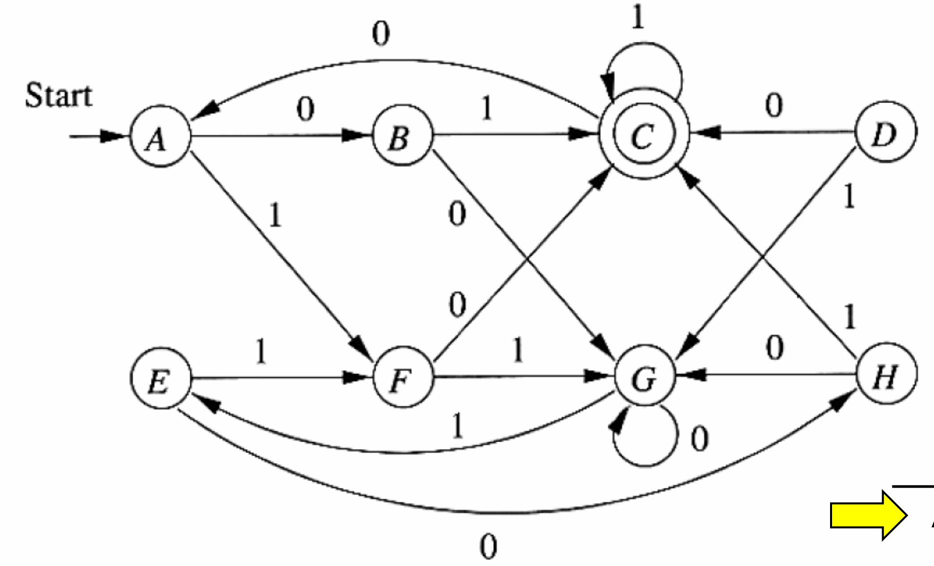
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x		x				
E			x				
F	x		x				
G			x				
H			x				
	A	B	C	D	E	F	G

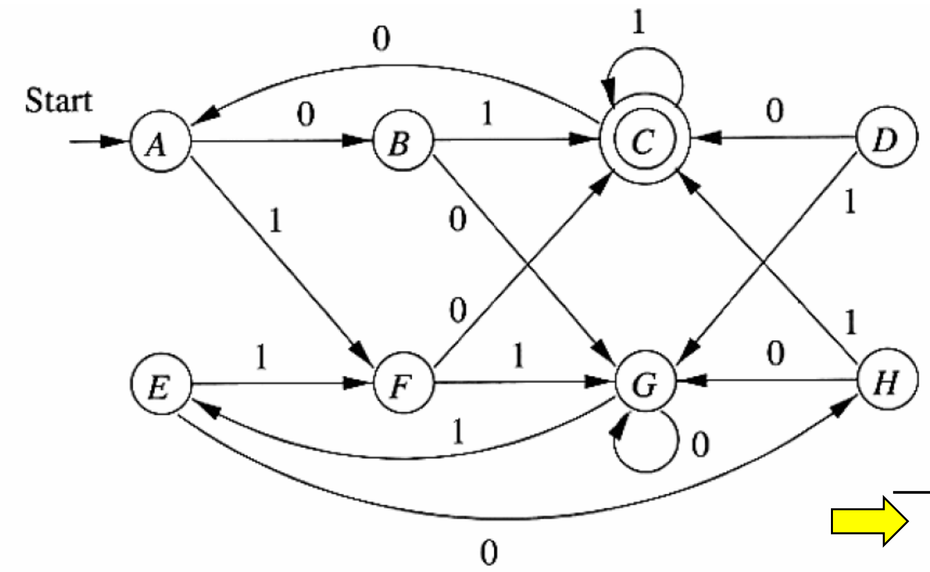
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x		x				
E			x				
F	x		x				
G			x				
H			x				

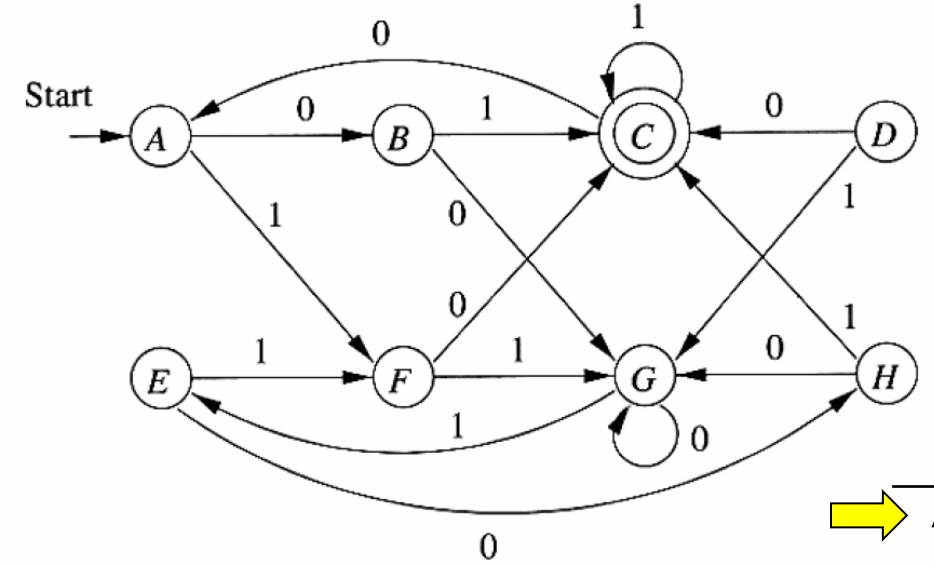
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x		x				
E			x				
F	x		x				
G			x				
H			x				
	A	B	C	D	E	F	G

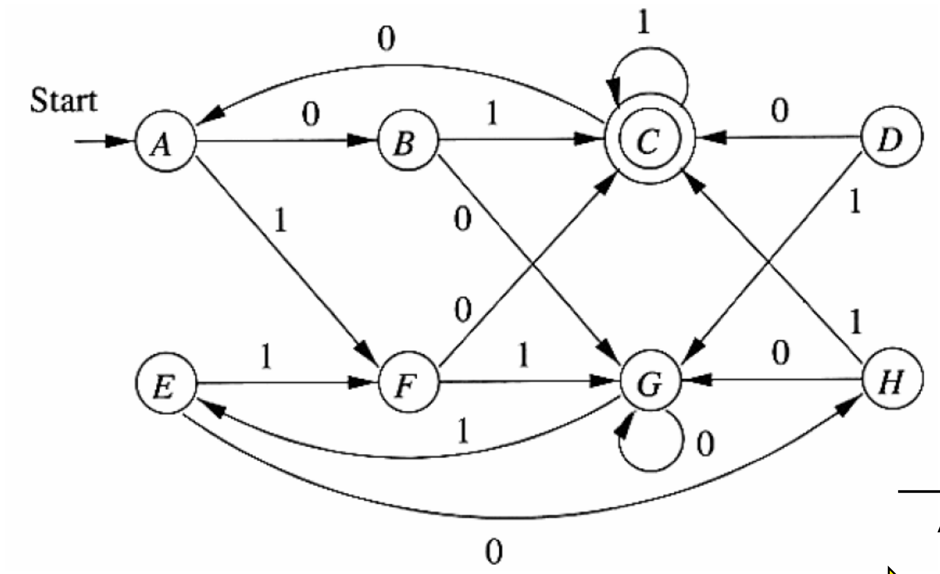
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x		x				
E			x				
F	x		x				
G			x				
H	x		x				

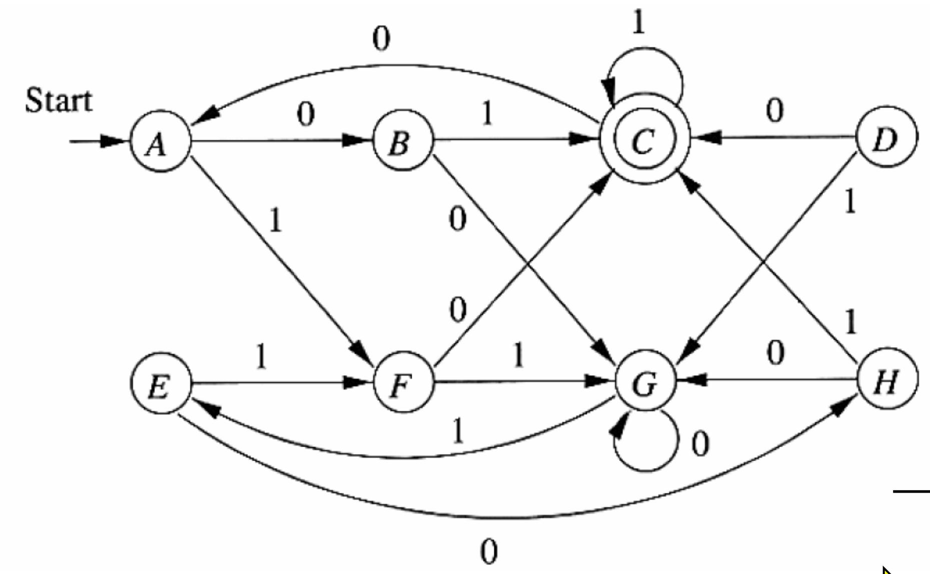
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x		x				
E			x				
F	x		x				
G			x				
H	x		x				

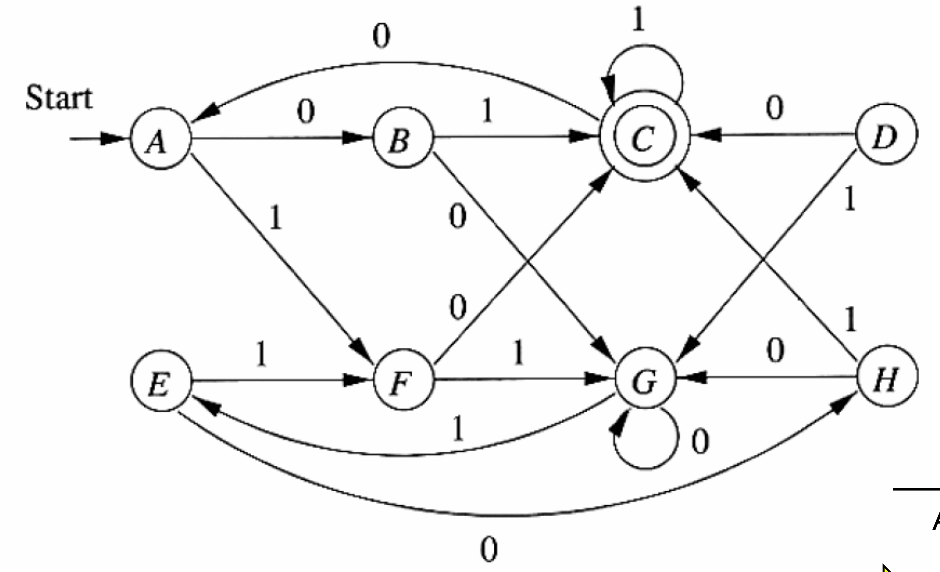
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E			x				
F	x		x				
G			x				
H	x		x				

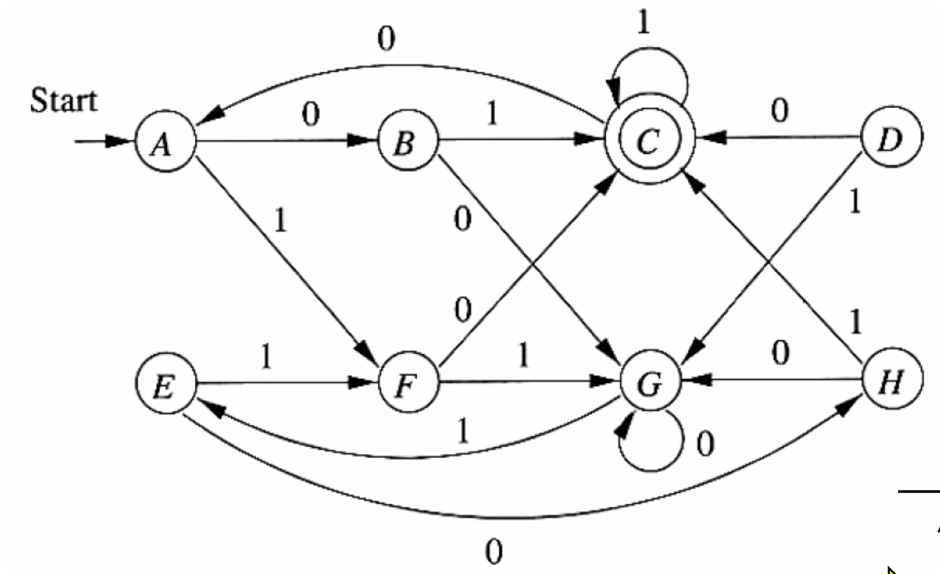
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E			x				
F	x		x				
G			x				
H	x		x				
	A	B	C	D	E	F	G

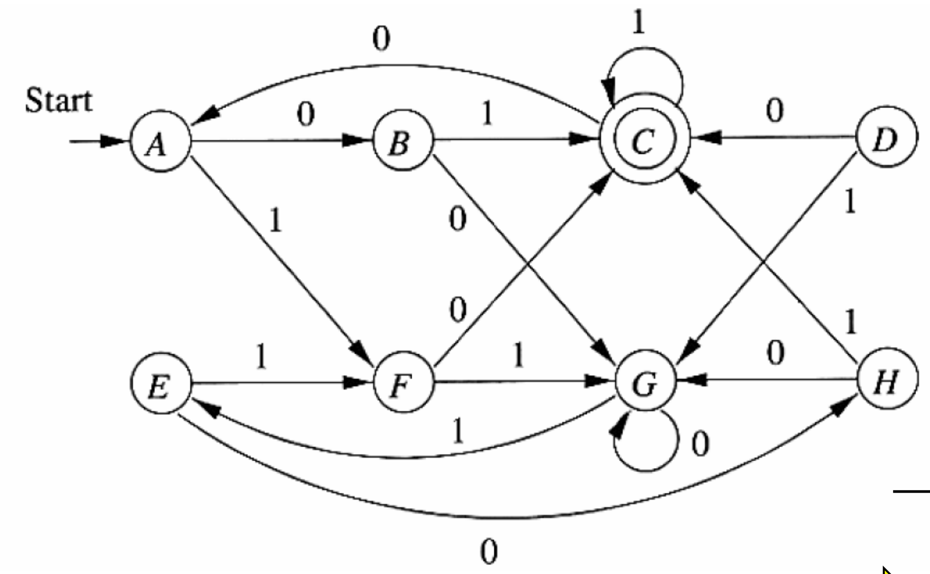
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x				
F	x		x				
G			x				
H	x		x				
	A	B	C	D	E	F	G

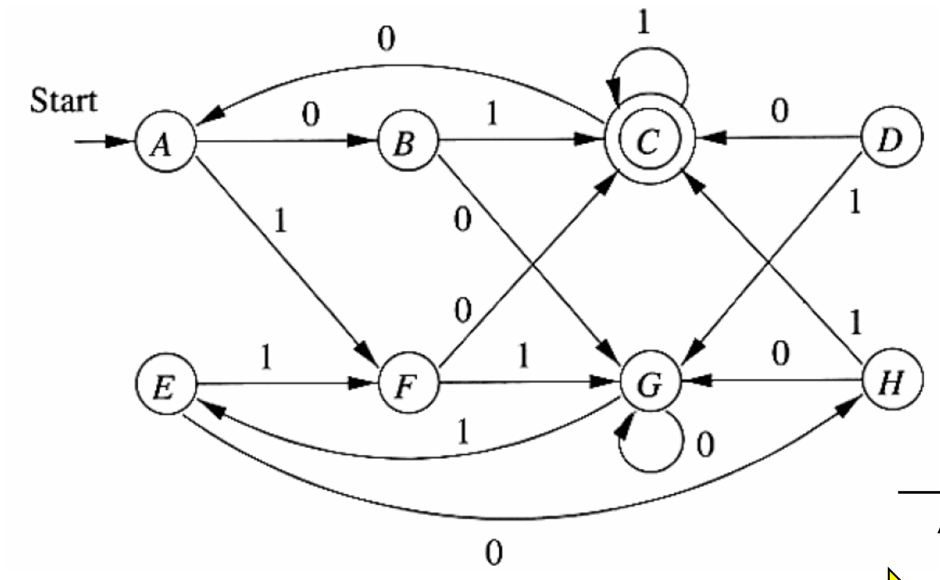
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x				
F	x		x				
G			x				
H	x		x				
	A	B	C	D	E	F	G

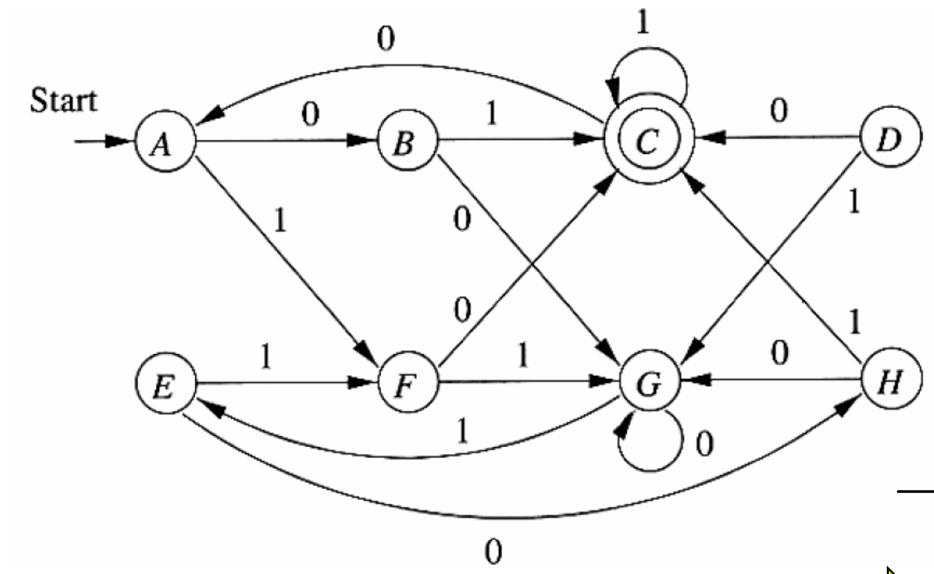
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x				
F	x	x	x				
G			x				
H	x		x				
	A	B	C	D	E	F	G

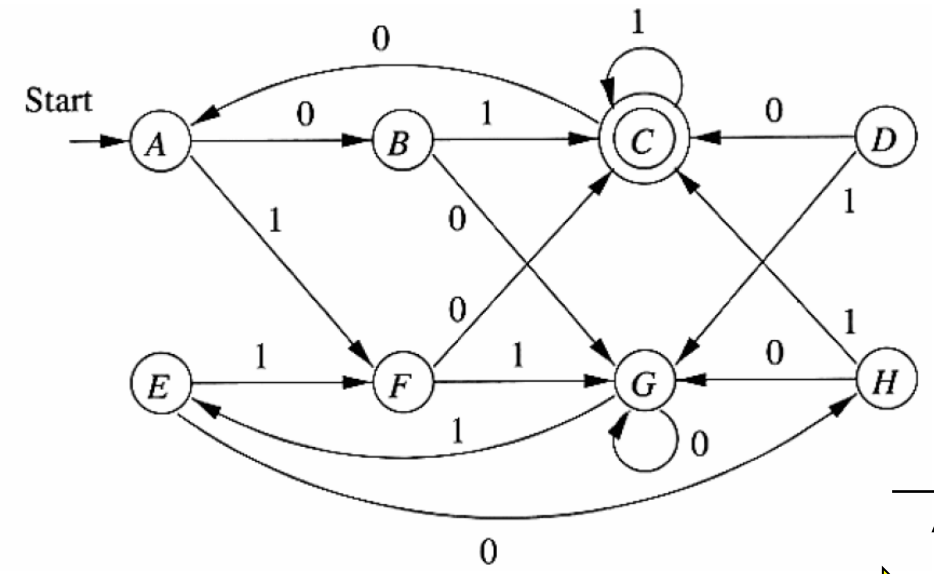
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x				
F	x	x	x				
G			x				
H	x		x				

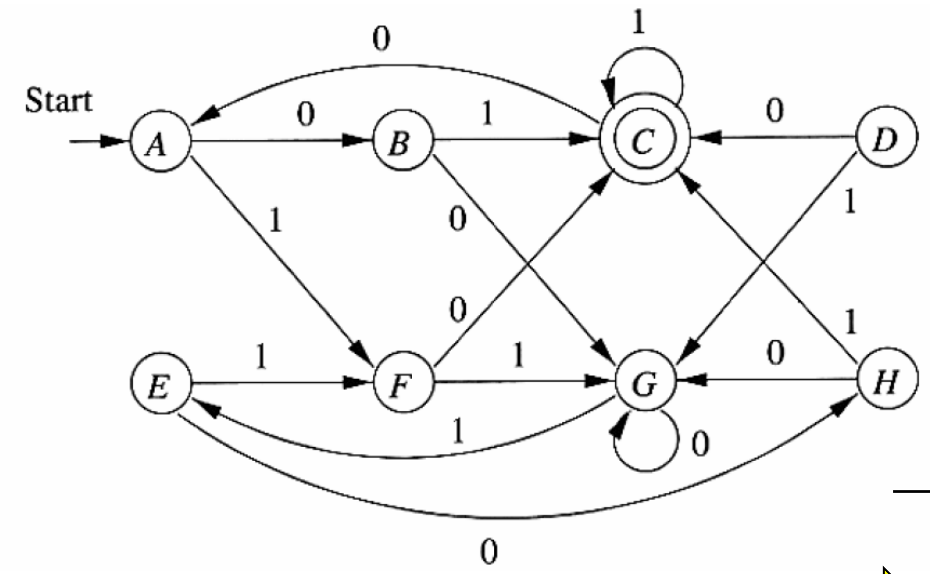
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x				
F	x	x	x				
G		x	x				
H	x		x				

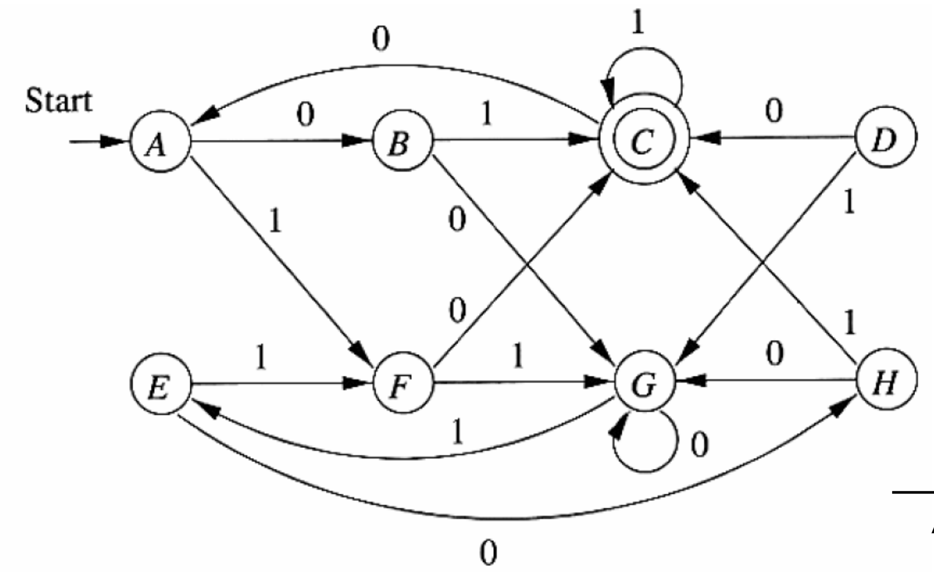
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x				
F	x	x	x				
G		x	x				
H	x		x				
	A	B	C	D	E	F	G

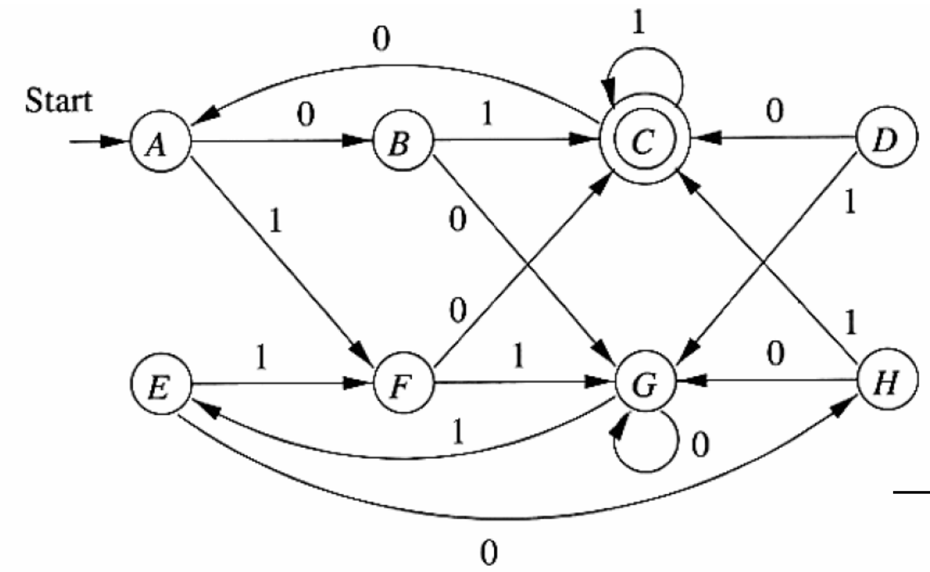
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x				
F	x	x	x				
G		x	x				
H	x		x				
	A	B	C	D	E	F	G

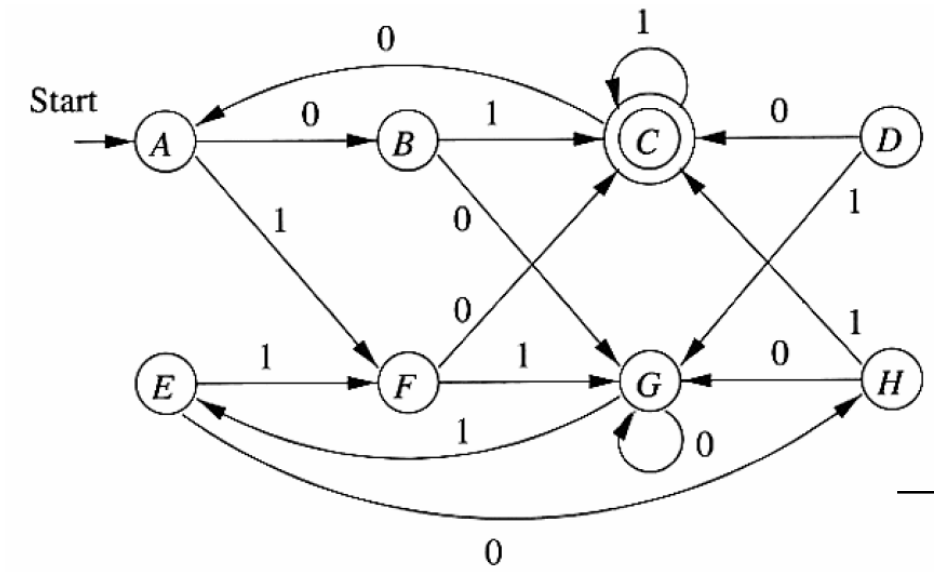
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x				
G		x	x				
H	x		x				
	A	B	C	D	E	F	G

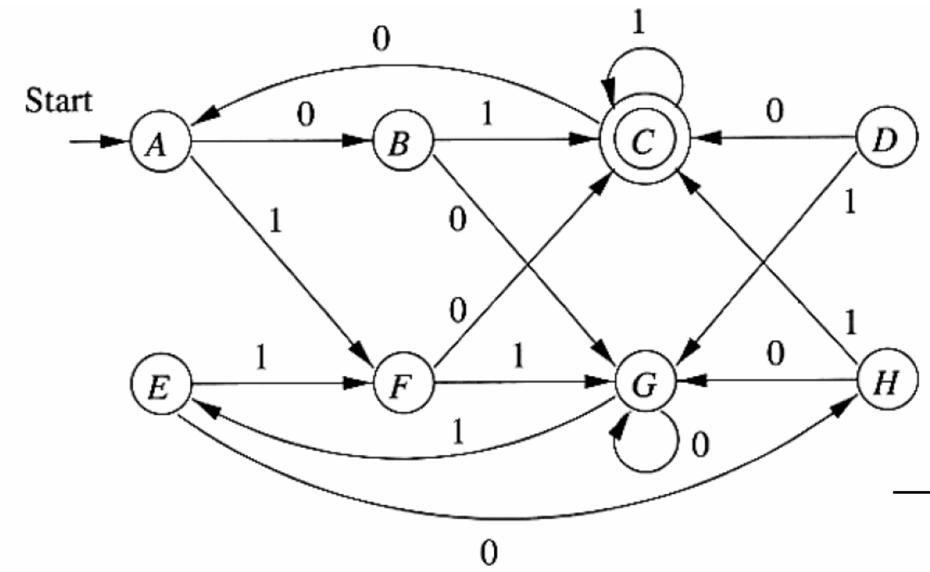
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x				
G		x	x				
H	x		x				

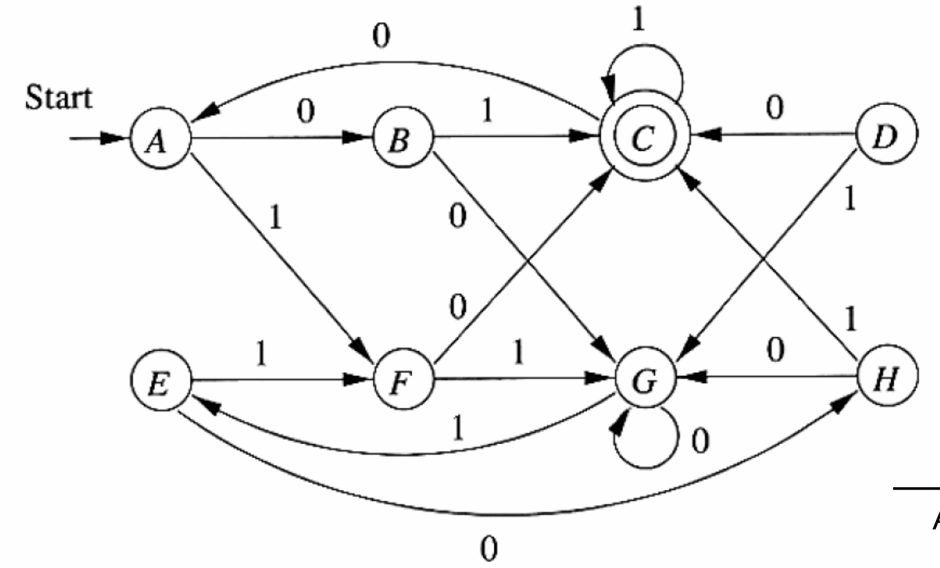
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x				
G		x	x				
H	x		x				
	A	B	C	D	E	F	G

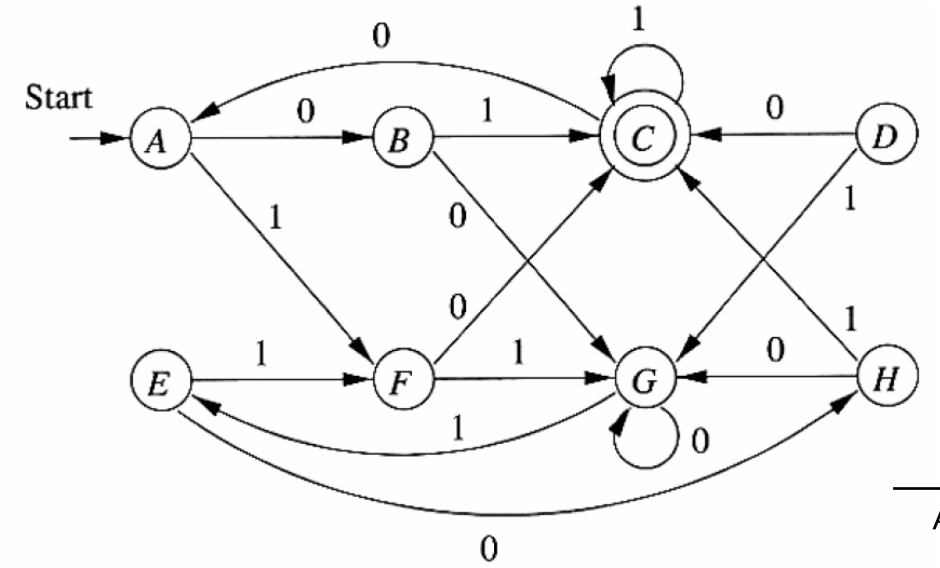
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x				
G		x	x	x			
H	x		x				

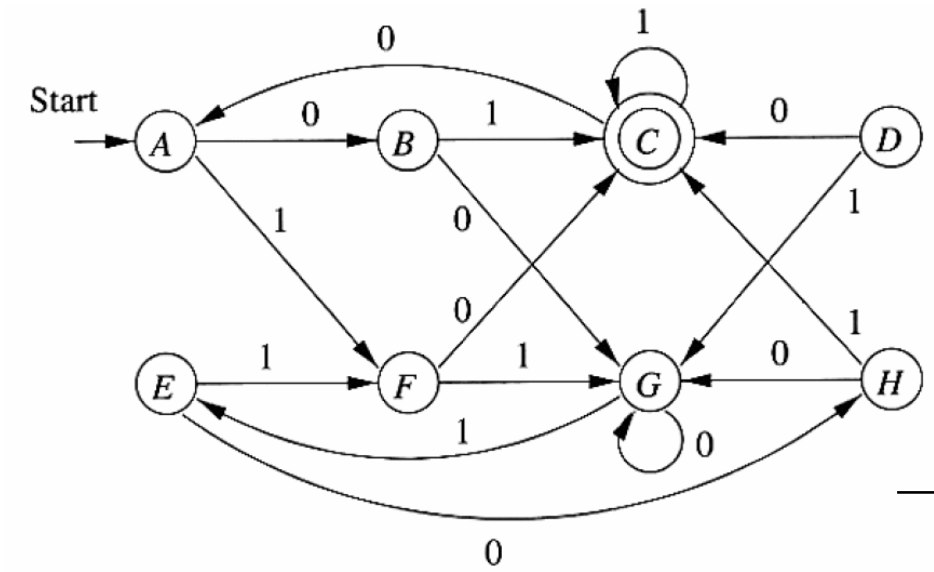
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x				
G		x	x	x			
H	x		x				

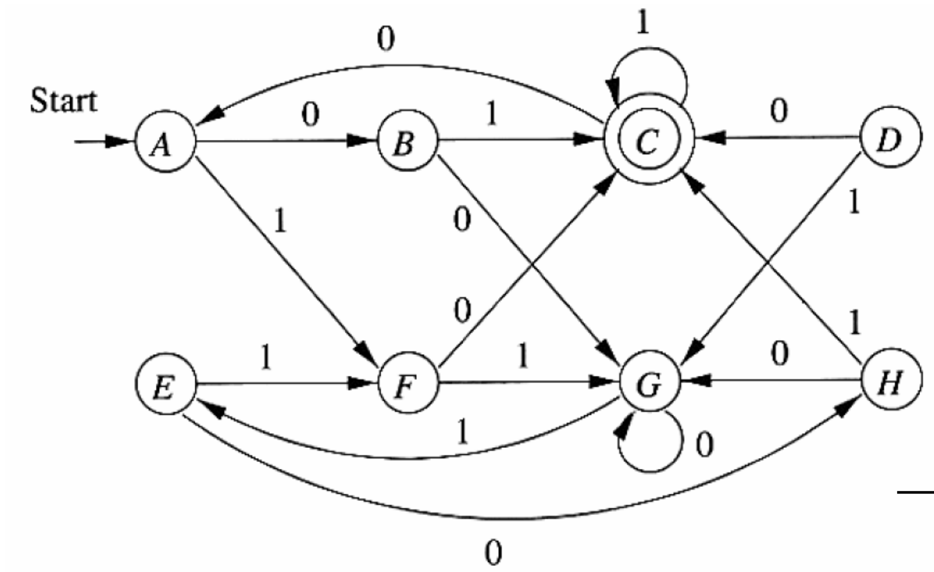
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x				
G		x	x	x			
H	x		x	x			
	A	B	C	D	E	F	G

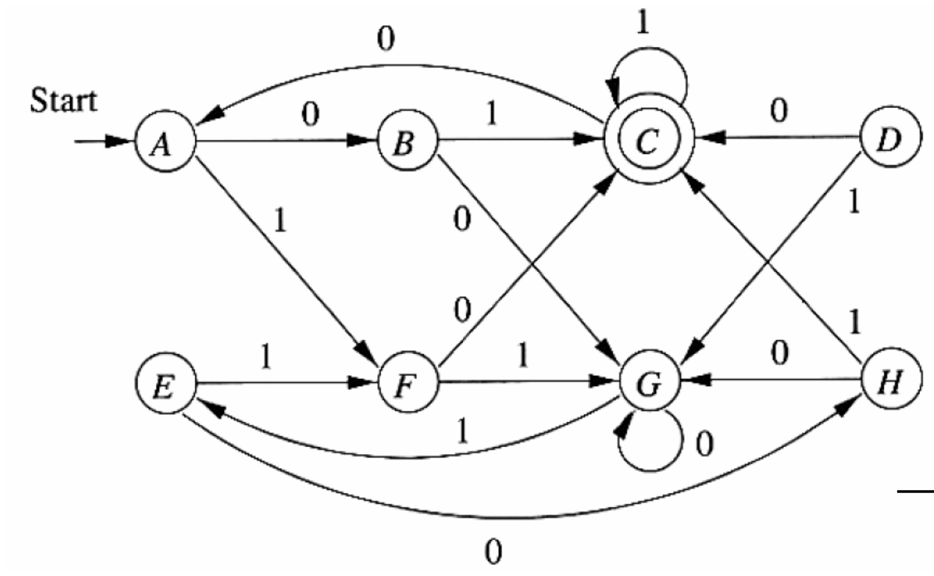
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x				
G		x	x	x			
H	x		x	x			
	A	B	C	D	E	F	G

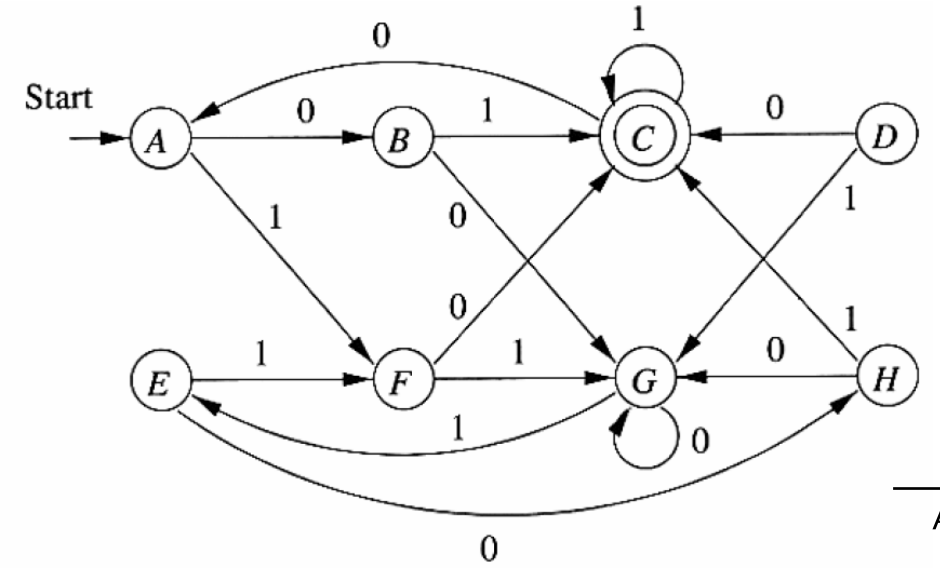
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x			
H	x		x	x			

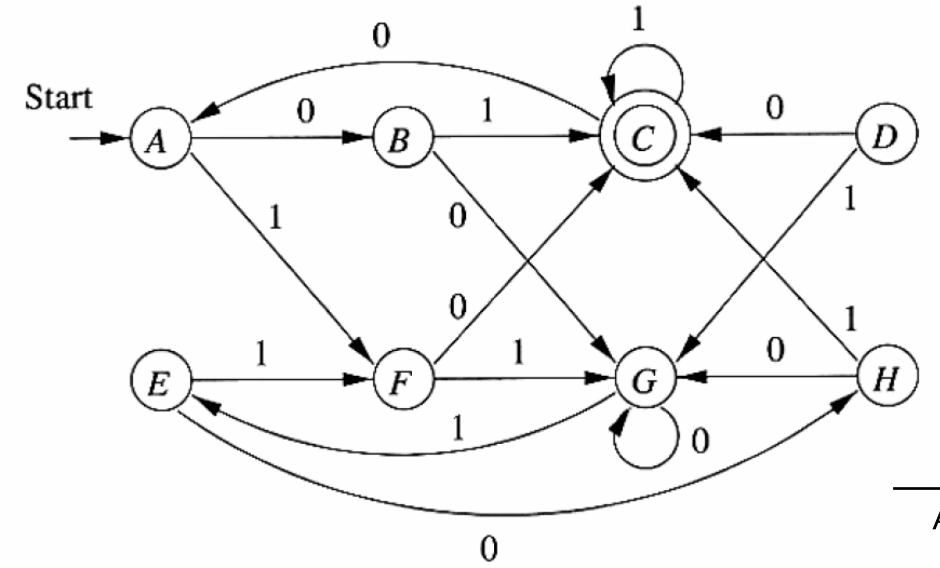
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x			
H	x		x	x			

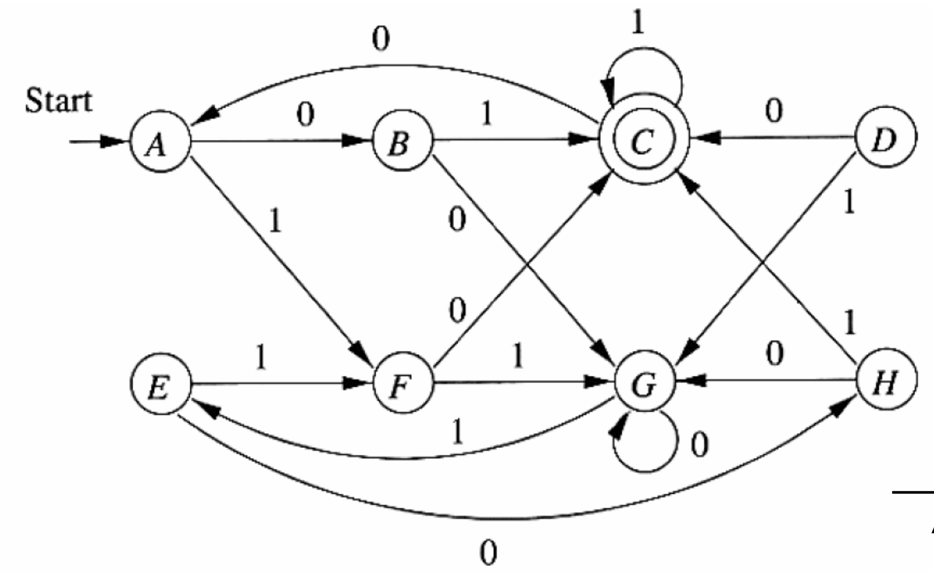
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x		
H	x		x	x			

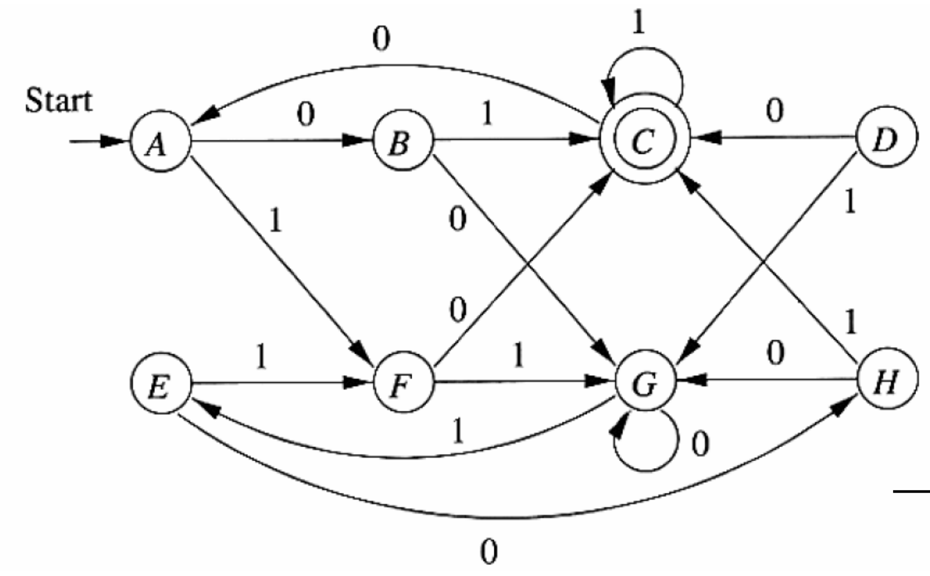
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x		
H	x		x	x			
	A	B	C	D	E	F	G

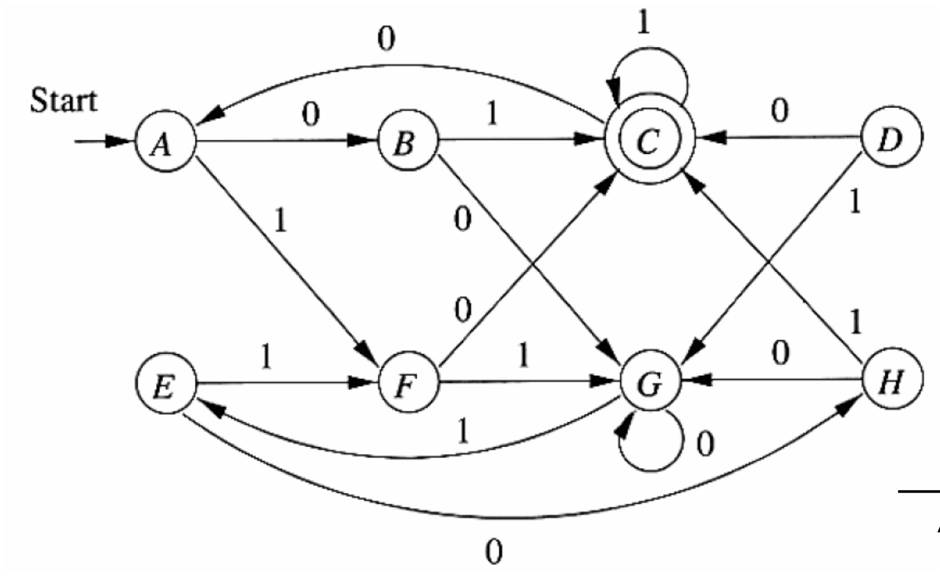
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x		
H	x		x	x	x		
	A	B	C	D	E	F	G

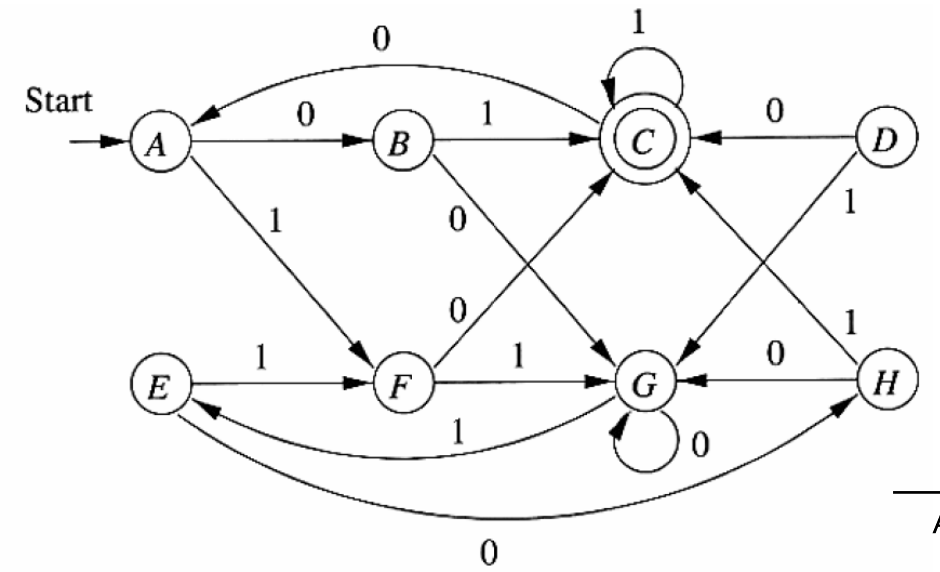
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x		
H	x		x	x	x		

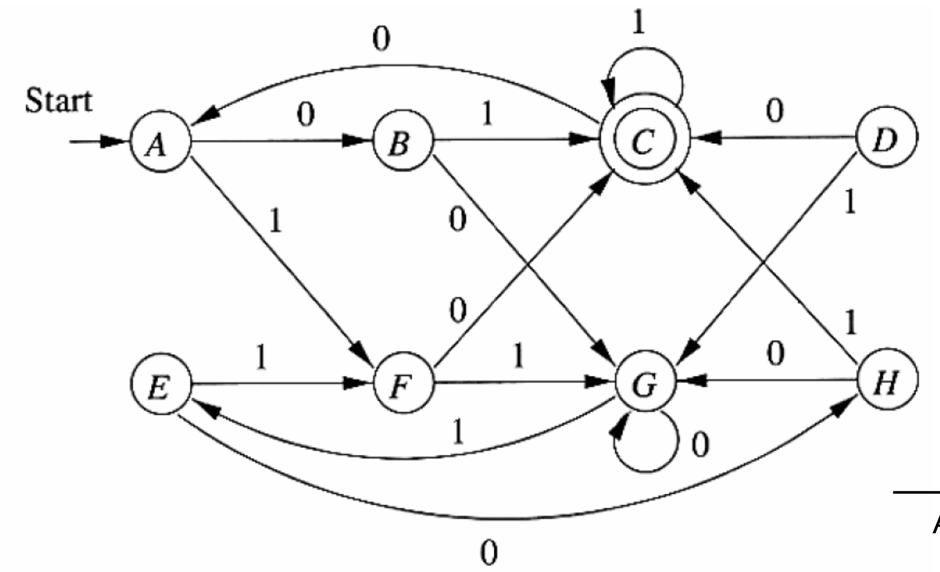
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x		

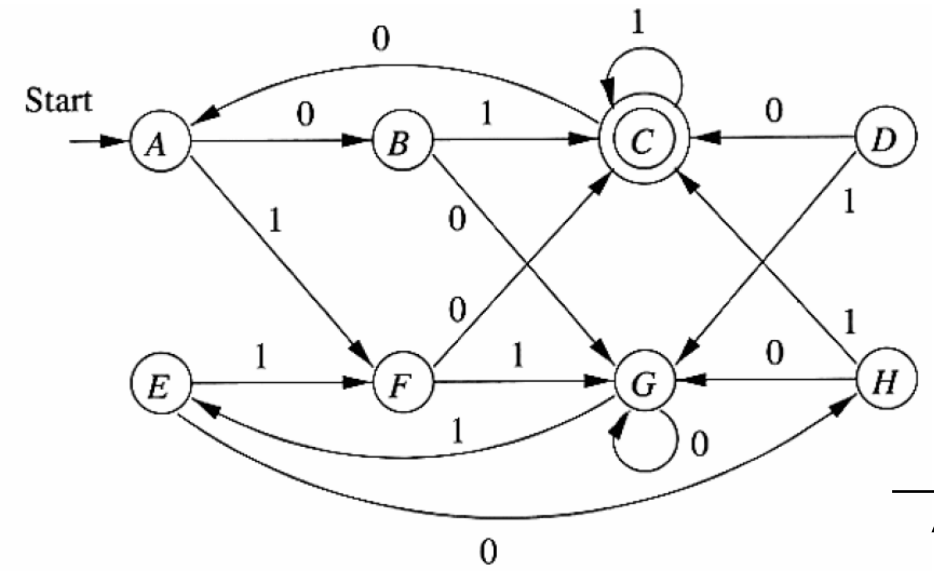
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x		

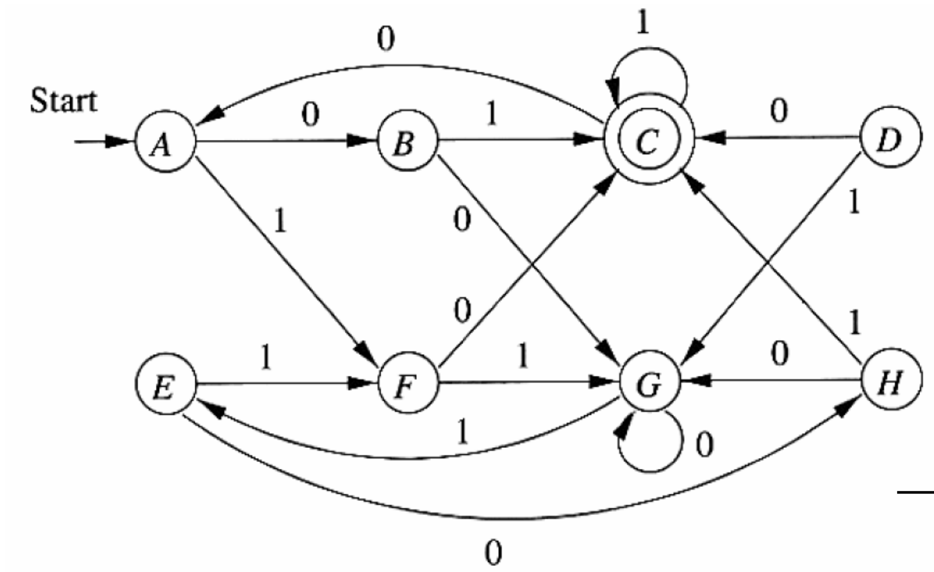
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	

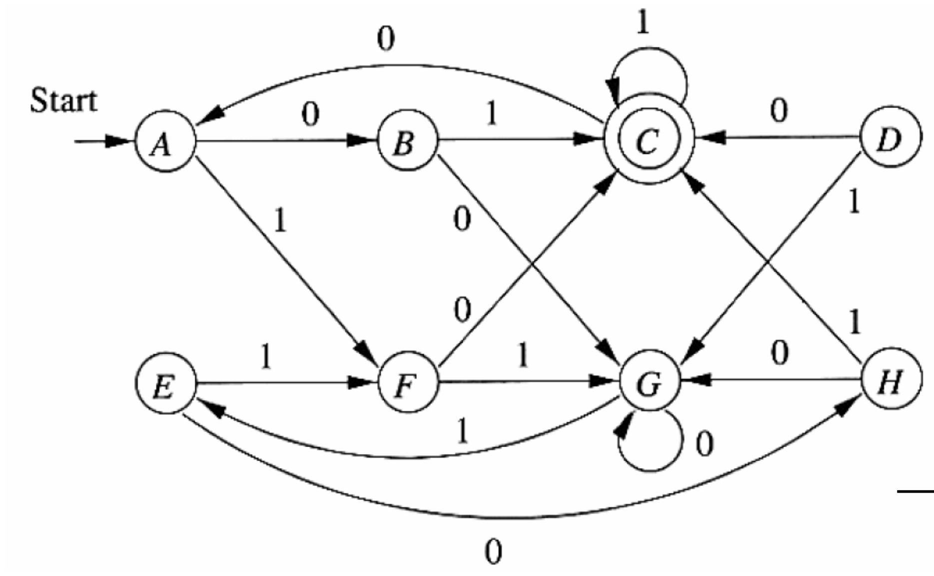
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	
	A	B	C	D	E	F	G

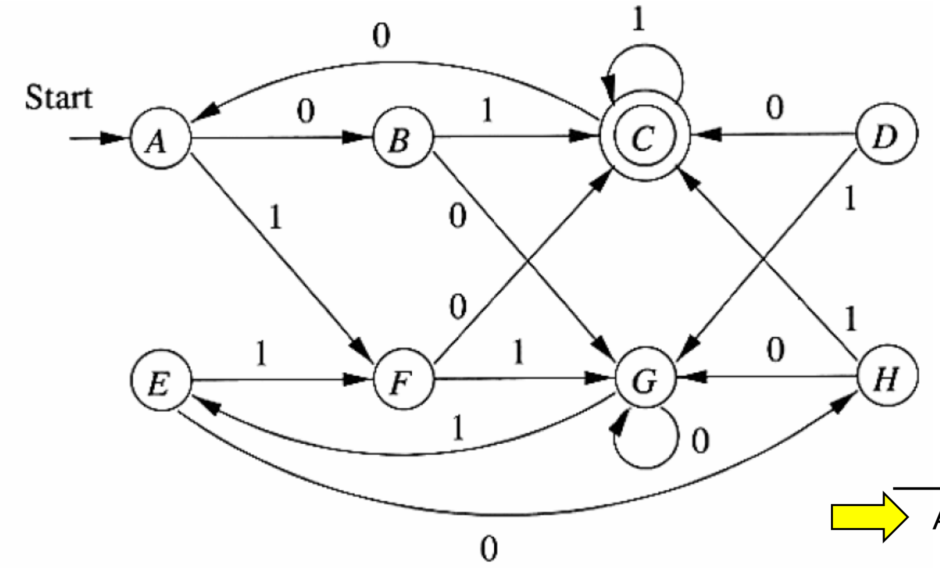
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x

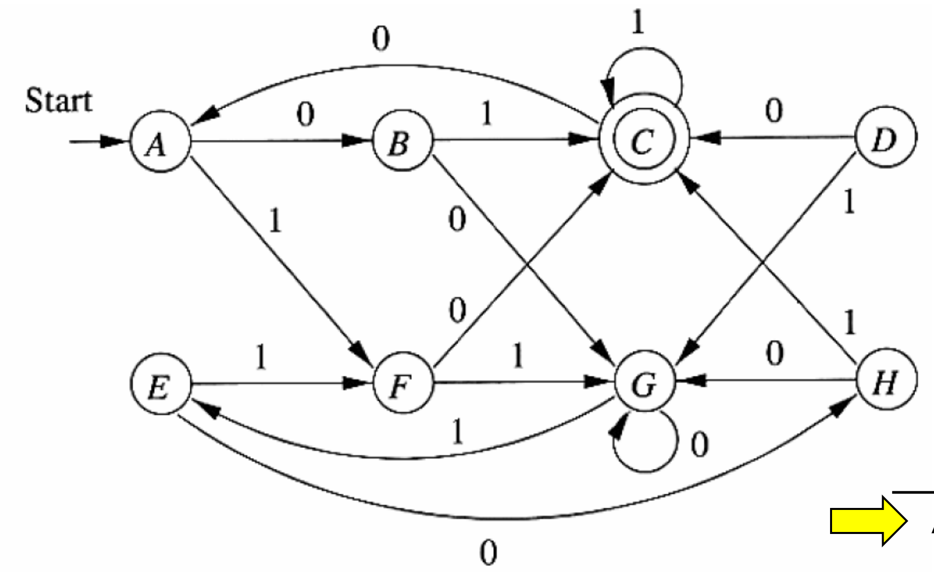
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x

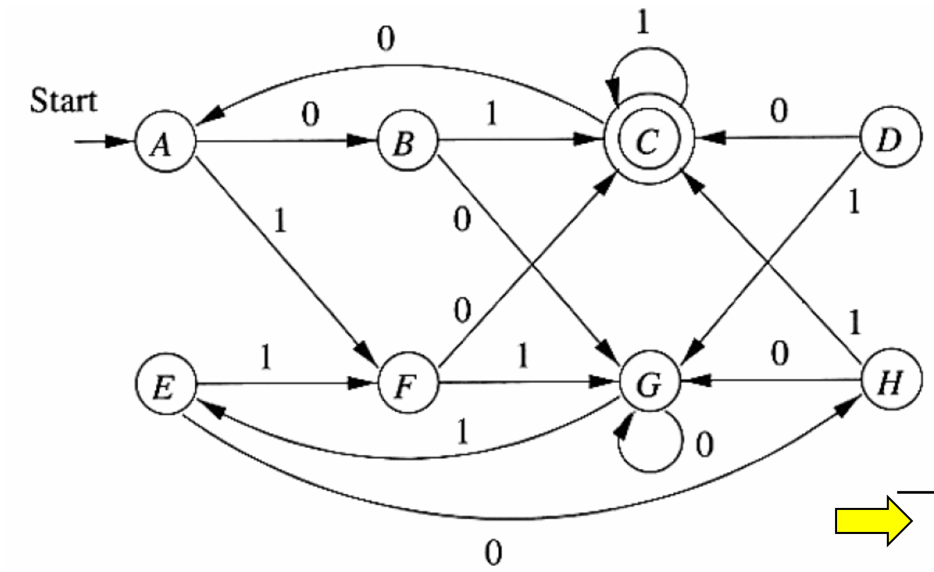
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G		x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x

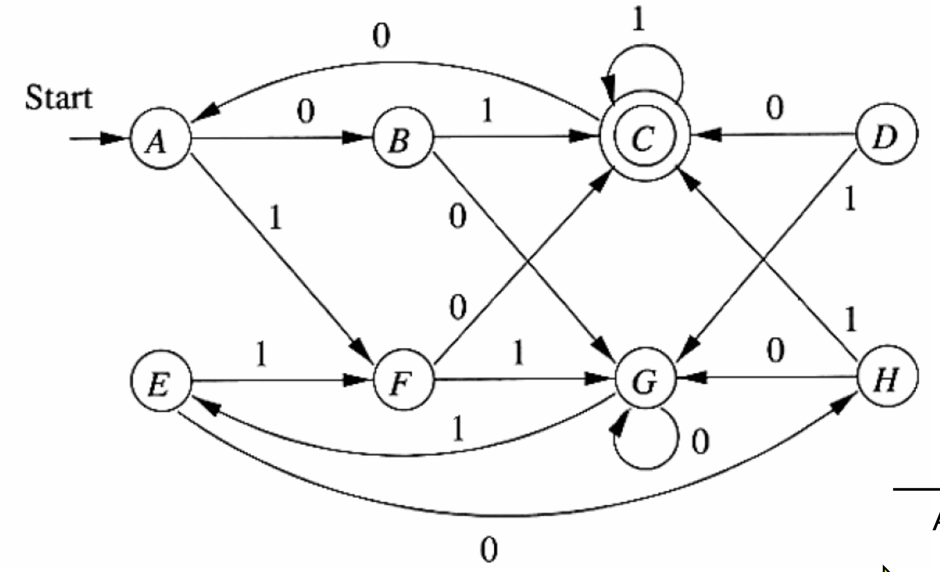
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G	x	x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x

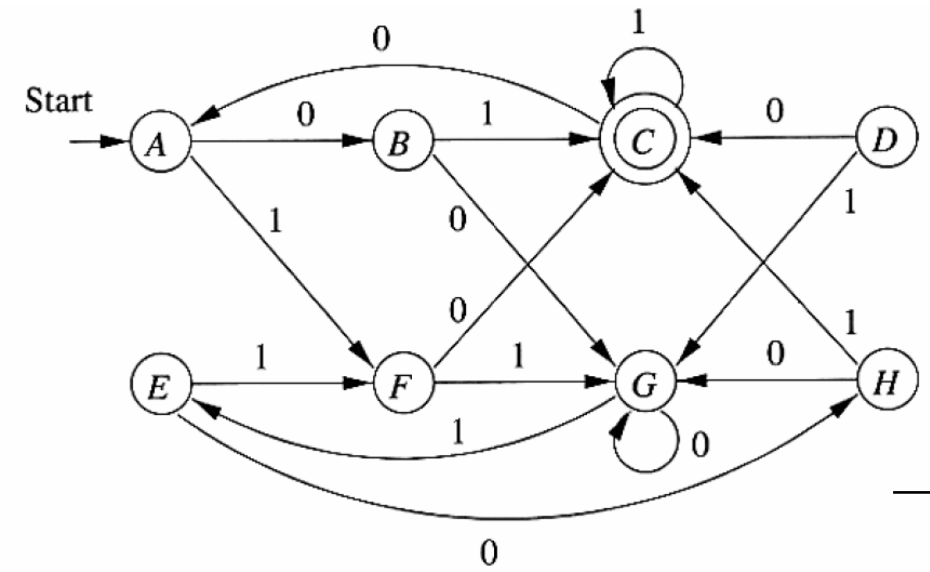
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G	x	x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x
	A	B	C	D	E	F	G

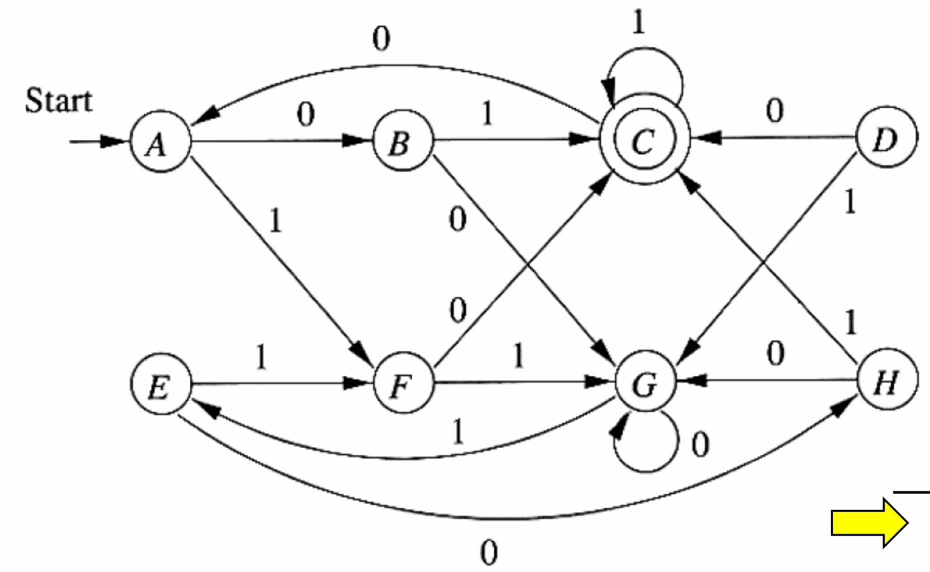
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G	x	x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x
	A	B	C	D	E	F	G

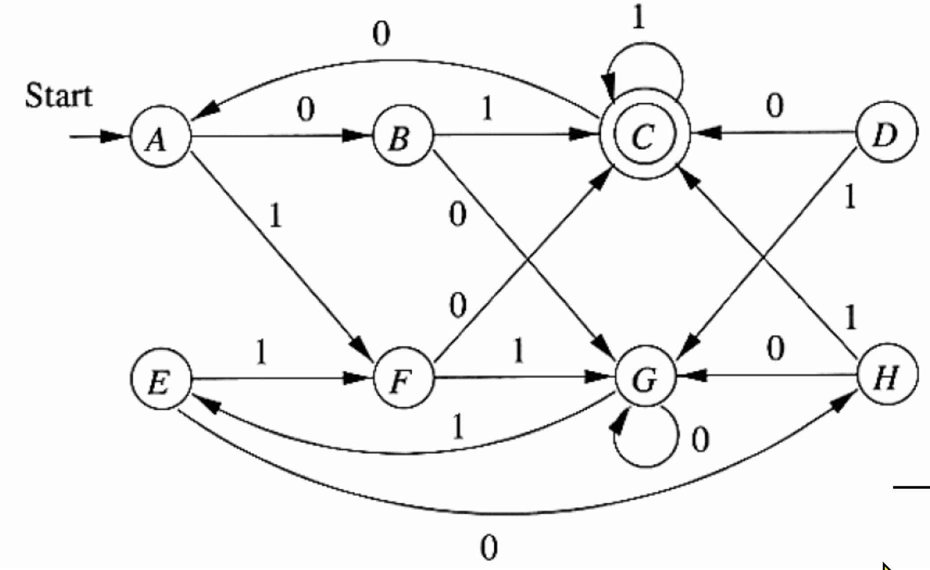
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G	x	x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x

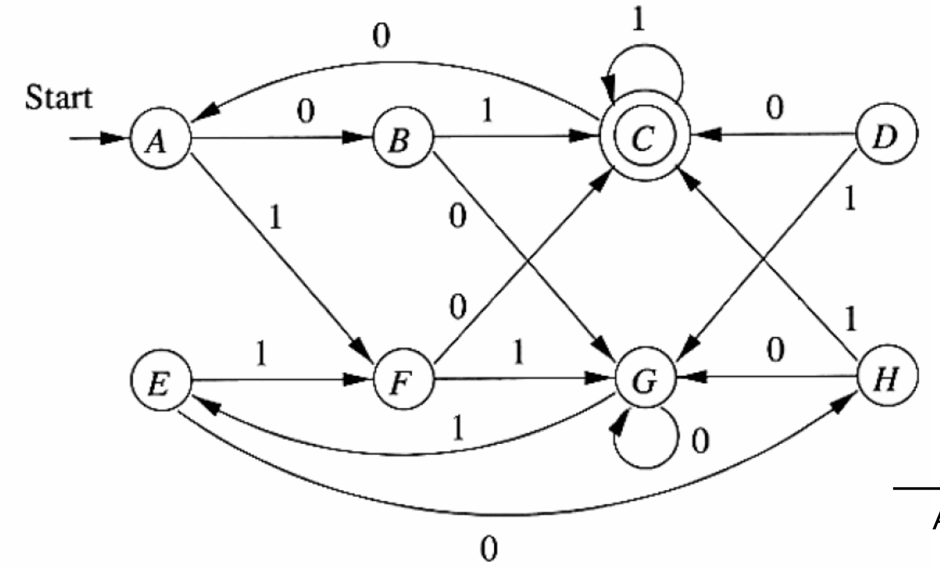
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G	x	x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x

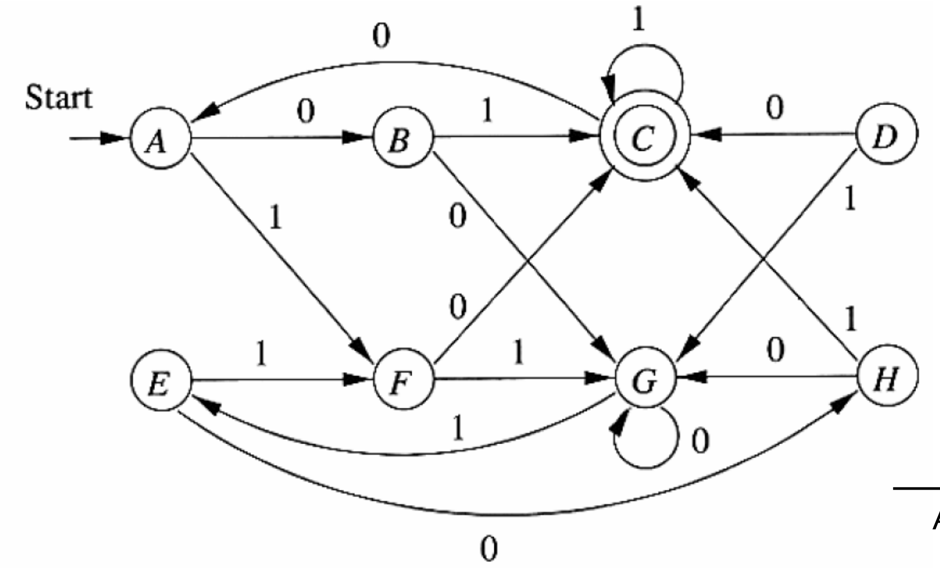
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G	x	x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x

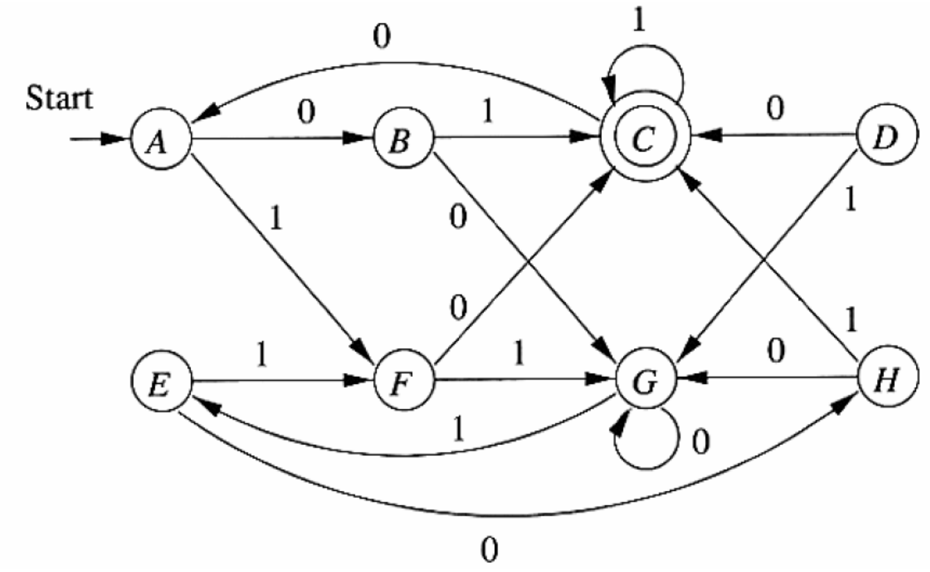
Minimização de DFA



	0	1
A	B	F
B	G	C
*C	A	C
D	C	G
E	H	F
F	C	G
G	G	E
H	G	C

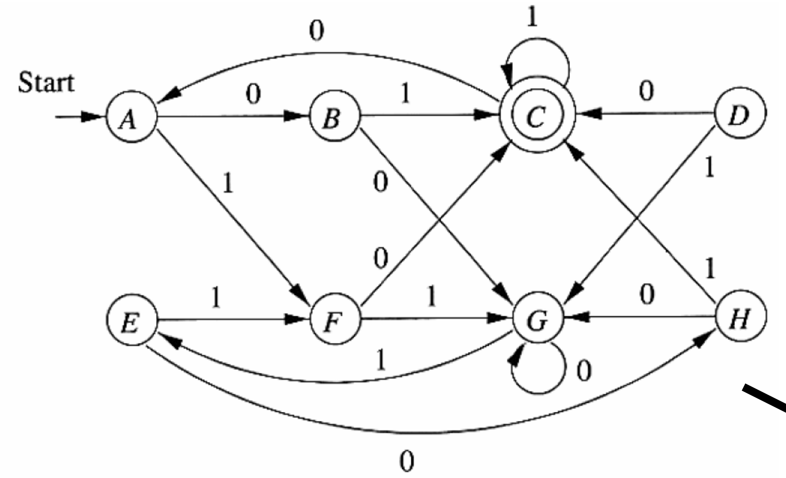
	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G	x	x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x

Minimização de DFA

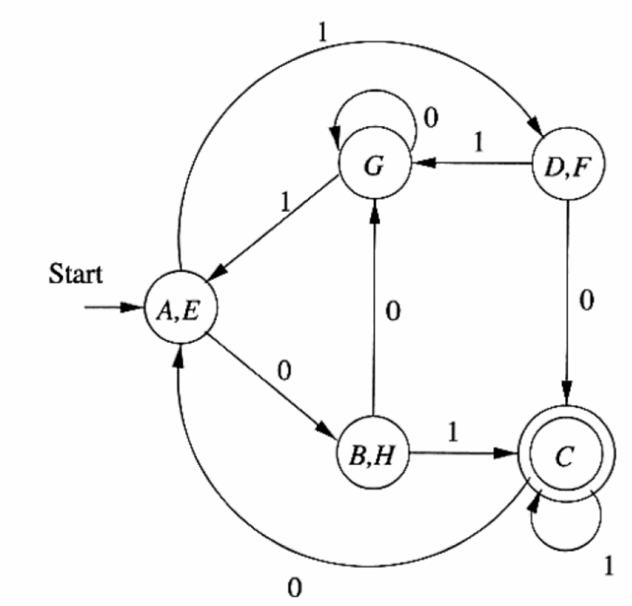


	A	B	C	D	E	F	G
B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G	x	x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x

Minimização de DFA



B	x						
C	x	x					
D	x	x	x				
E		x	x	x			
F	x	x	x		x		
G	x	x	x	x	x	x	
H	x		x	x	x	x	x
	A	B	C	D	E	F	G



Lista de Exercícios

Lista 4