

states in the original configuration:

s_i, \dots : symbols on the tape (s_0 is the blank symbol.)

H: head state to start the reproduction process

NH: non-existence of the head

EOT: End of Tape

additional states for self-reproduction:

$s'_i, \dots, s''_i, \dots, H', H'', NH', NH'', EOT', EOT'', EOT''', ERA$

notation:

Q indicates NH or H.

(1)

n_trans H (NH, s_i , NH) \rightarrow H''
n_trans NH (H, s_i , NH) \rightarrow NH''
n_trans NH (H, s_0 , EOT) \rightarrow NH''
n_trans NH (NH'', s_0 , EOT) \rightarrow NH''
n_trans NH (NH'', s_i , NH) \rightarrow NH''
n_trans NH'' (H'', s_0 , EOT) \rightarrow NH
n_trans NH'' (H'', s_i , NH) \rightarrow NH
n_trans NH'' (NH, s_i , NH) \rightarrow NH
n_trans NH'' (NH, s_0 , EOT) \rightarrow NH

(2)

div EOT (s_0 , EOT, NH'') \rightarrow EOT''
l_trans 1 (EOT'', EOT'') \rightarrow 0
div EOT (s_0 , NH, EOT'') \rightarrow EOT''
div EOT'' (s_0 , EOT'', EOT'') \rightarrow EOT'
div EOT'' (EOT'', EOT'', NH) \rightarrow EOT'
div s_0 (s_i , NH, EOT') \rightarrow s'_0
div NH (EOT', s_0 , NH) \rightarrow NH'
div NH (EOT', s_0 , H'') \rightarrow NH'
div s_i (s_j , H'', s'_k) \rightarrow s'_i
div s_i (s_j , NH, s'_k) \rightarrow s'_i
div NH (Q'_i , s_j , NH) \rightarrow NH'
div NH (NH', s_i , H'') \rightarrow NH'
div H'' (NH', s_i , NH) \rightarrow H'
div s_i (EOT', NH, s'_j) \rightarrow s'_i
div NH (Q'_i , s_j , EOT') \rightarrow NH'
com 0 (EOT', s'_0) \rightarrow 1
com 0 (EOT', NH') \rightarrow 1
com 0 (s'_i , s'_j) \rightarrow 1
com 0 (Q'_i , Q'_j) \rightarrow 1
n_trans EOT'' (EOT', EOT', EOT'') \rightarrow EOT''
n_trans EOT'' (EOT', EOT', EOT'') \rightarrow EOT''
com 0 (EOT'', EOT'') \rightarrow 1
ann 1 (EOT'', EOT'') \rightarrow ϕ
n_trans s'_0 (s'_0 , NH', EOT') \rightarrow NH
n_trans s'_i (s'_i , Q'_k , s'_j) \rightarrow Q_k
n_trans Q'_i (Q'_i , s'_j , Q'_k) \rightarrow s''_j

n_trans NH' (NH', s'_0 , EOT') \rightarrow s''_0
n_trans EOT' (EOT', s'_0 , NH) \rightarrow NH
n_trans NH (s'_0 , s'_0 , EOT') \rightarrow ERA
n_trans s'_i (ERA, s'_j , NH) \rightarrow NH
n_trans s'_i (ERA, s'_j , H) \rightarrow H''
n_trans Q_i (s'_j , s''_j , s'_k) \rightarrow ERA
n_trans EOT' (EOT', NH', s''_0) \rightarrow s_0
n_trans s''_0 (NH', NH, EOT') \rightarrow ERA
n_trans Q'_i (s_j , Q'_k , s'_l) \rightarrow s_l
n_trans s''_i (q'_j , ERA, s_k) \rightarrow ERA
ann 0 (ERA, ERA) \rightarrow ϕ
ann 1 (ERA, ERA) \rightarrow ϕ
n_trans s'_0 (s'_i , NH, EOT') \rightarrow s_0
n_trans s'_i (s'_j , NH, s_k) \rightarrow s_i
n_trans s'_i (s'_j , H'', s_k) \rightarrow s_i
n_trans s'_0 (EOT', NH, s_i) \rightarrow s_0
l_trans 1 (s_i , s_j) \rightarrow 0
l_trans 1 (s_i , Q_j) \rightarrow 0
(3)
n_trans EOT' (EOT', s'_0 , s_0) \rightarrow ERA
n_trans s'_0 (NH, ERA, EOT') \rightarrow ERA
n_trans EOT' (EOT', EOT', ERA) \rightarrow EOT
n_trans EOT' (EOT, EOT', NH) \rightarrow ERA
n_trans EOT' (s_0 , ERA, EOT') \rightarrow ERA
n_trans EOT' (NH', s_0 , EOT') \rightarrow EOT
n_trans NH' (Q'_i , s_0 , EOT) \rightarrow NH
n_trans NH' (Q'_i , s_j , NH) \rightarrow NH
n_trans NH' (Q'_i , s_j , EOT'') \rightarrow NH
n_trans H' (NH', s_i , NH) \rightarrow EOT''
n_trans EOT'' (NH, s_i , NH) \rightarrow H''
n_trans NH' (EOT', s_0 , NH) \rightarrow NH
n_trans NH' (EOT', s_0 , EOT'') \rightarrow NH
n_trans EOT' (s_0 , EOT', EOT) \rightarrow EOT''
n_trans EOT' (NH, EOT', EOT'') \rightarrow ERA
n_trans EOT' (EOT', NH', NH) \rightarrow ERA
n_trans NH' (s_0 , ERA, EOT') \rightarrow ERA
n_trans EOT' (EOT, EOT', ERA) \rightarrow EOT''
n_trans EOT' (s_0 , EOT'', ERA) \rightarrow ERA
l_trans 1 (Q_i , Q_j) \rightarrow 0
l_trans 1 (EOT, s_0) \rightarrow 0
l_trans 1 (EOT, NH) \rightarrow 0
(4)
n_trans EOT'' (s_0 , NH, EOT) \rightarrow EOT'
n_trans EOT' (EOT, s_0 , NH) \rightarrow EOT
n_trans NH (EOT', s_0 , NH) \rightarrow NH''
n_trans NH (EOT', s_0 , H'') \rightarrow NH''
n_trans NH'' (EOT, s_0 , NH) \rightarrow NH
n_trans NH'' (EOT, s_0 , H'') \rightarrow NH
n_trans NH (NH'', s_i , H'') \rightarrow NH''
n_trans NH'' (NH, s_i , H'') \rightarrow NH
n_trans H'' (NH'', s_i , NH) \rightarrow H