

Гипотеза Martin'a Davis'a (=DPRM-теорема)

Гипотеза M. Davis'a (DPRM-теорема). *Каждое перечислимое множество является диофантовым.*

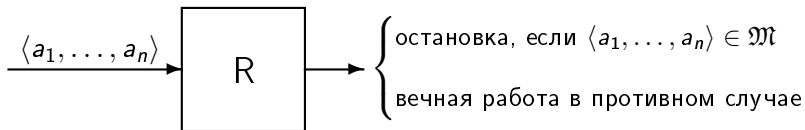
Гипотеза Martin'a Davis'a (=DPRM-теорема)

Гипотеза М. Davis'a (DPRM-теорема). *Каждое перечислимое множество является диофантовым.*

Перечислимые множества

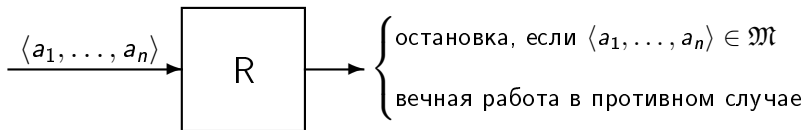
Перечислимые множества

Определение. Множество \mathfrak{M} , состоящее из n -ок натуральных чисел называется *перечислимым*, если можно написать программу R , такую что



Перечислимые множества

Определение. Множество \mathfrak{M} , состоящее из n -ок натуральных чисел называется *перечислимым*, если можно написать программу R , такую что

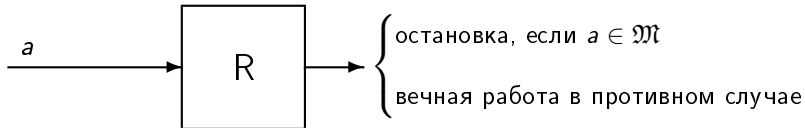


Эквивалентное определение. Множество \mathfrak{M} , состоящее из n -ок натуральных чисел называется *перечислимым*, если можно написать программу P которая (работая бесконечно долго) будет печатать только элементы множества \mathfrak{M} и напечатает каждое из них, быть может, много раз.

Перечислимые множества

Перечислимые множества

Определение. Множество \mathfrak{M} натуральных чисел называется *перечислимым*, если можно написать программу R , такую что



Регистровые машины

Регистровые машины

Регистровая машина имеет конечное количество *регистров* R_1, \dots, R_n каждый из которых может содержать произвольно большое натуральное число.

Регистровые машины

Регистровая машина имеет конечное количество *регистров* R_1, \dots, R_n каждый из которых может содержать произвольно большое натуральное число. Машина выполняет *программу* состоящую из конечного числа *инструкций* снабженных *метками* S_1, \dots, S_m . Когда машина выполняет инструкцию с меткой S_k , мы говорим, что машина находится в *состоянии* S_k .

Регистровые машины

Регистровая машина имеет конечное количество *регистров* R_1, \dots, R_n каждый из которых может содержать произвольно большое натуральное число. Машина выполняет *программу* состоящую из конечного числа *инструкций* снабженных *метками* S_1, \dots, S_m . Когда машина выполняет инструкцию с меткой S_k , мы говорим, что машина находится в *состоянии* S_k .

Инструкции бывают трёх типов:

Регистровые машины

Регистровая машина имеет конечное количество *регистров* R_1, \dots, R_ℓ каждый из которых может содержать произвольно большое натуральное число. Машина выполняет *программу* состоящую из конечного числа *инструкций* снабженных *метками* S_1, \dots, S_m . Когда машина выполняет инструкцию с меткой S_k , мы говорим, что машина находится в *состоянии* S_k .

Инструкции бывают трёх типов:

1. $S_k: R_\ell + +; S_i$

Регистровые машины

Регистровая машина имеет конечное количество *регистров* R_1, \dots, R_ℓ каждый из которых может содержать произвольно большое натуральное число. Машина выполняет *программу* состоящую из конечного числа *инструкций* снабженных *метками* S_1, \dots, S_m . Когда машина выполняет инструкцию с меткой S_k , мы говорим, что машина находится в *состоянии* S_k .

Инструкции бывают трёх типов:

- I. $S_k: R_\ell + +; S_i$
- II. $S_k: R_\ell - -; S_i; S_j$

Регистровые машины

Регистровая машина имеет конечное количество *регистров* R_1, \dots, R_l каждый из которых может содержать произвольно большое натуральное число. Машина выполняет *программу* состоящую из конечного числа *инструкций* снабженных *метками* S_1, \dots, S_m . Когда машина выполняет инструкцию с меткой S_k , мы говорим, что машина находится в *состоянии* S_k .

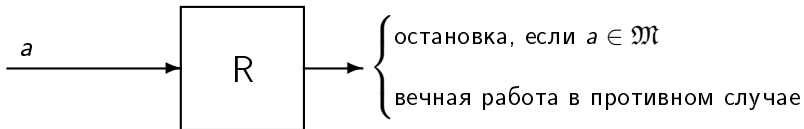
Инструкции бывают трёх типов:

- I. $S_k: R_l + +; S_i$
- II. $S_k: R_l - -; S_i; S_j$
- III. $S_k: \text{STOP}$

Перечислимые множества

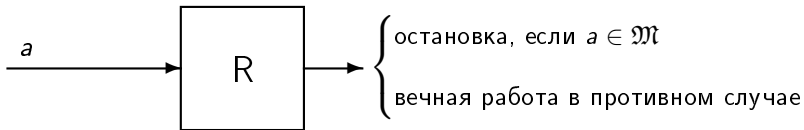
Перечислимые множества

Определение. Множество \mathfrak{M} натуральных чисел называется *перечислимым*, если можно написать программу R для регистровой машины, такую что



Перечислимые множества

Определение. Множество \mathfrak{M} натуральных чисел называется *перечислимым*, если можно написать программу R для регистровой машины, такую что



При запуске машины число a помещено в регистр R_1 , все остальные регистры содержат нули.

Пример

S1: R1--; S2; S8

S2: R1--; S3; S9

S3: R2++; S4

S4: R1--; S5; S6

S5: R1--; S3; S8

S6: R2--; S7; S1

S7: R1++; S6

S8: R1++; S8

S9: STOP

Уравнения с параметрами

Семейство диофантовых уравнений имеет вид

$$M(a_1, \dots, a_n, x_1, \dots, x_m) = 0,$$

где M – многочлен с целыми коэффициентами, переменные которого разделены на две группы:

Уравнения с параметрами

Семейство диофантовых уравнений имеет вид

$$M(a_1, \dots, a_n, x_1, \dots, x_m) = 0,$$

где M – многочлен с целыми коэффициентами, переменные которого разделены на две группы:

- ▶ *параметры* a_1, \dots, a_n ;

Уравнения с параметрами

Семейство диофантовых уравнений имеет вид

$$M(a_1, \dots, a_n, x_1, \dots, x_m) = 0,$$

где M – многочлен с целыми коэффициентами, переменные которого разделены на две группы:

- ▶ *параметры* a_1, \dots, a_n ;
- ▶ *неизвестные* x_1, \dots, x_m .

Рассмотрим множество \mathfrak{M} такое, что

$$\langle a_1, \dots, a_n \rangle \in \mathfrak{M} \iff \exists x_1 \dots x_m \{ M(a_1, \dots, a_n, x_1, \dots, x_m) = 0 \}.$$

Уравнения с параметрами

Семейство диофантовых уравнений имеет вид

$$M(a_1, \dots, a_n, x_1, \dots, x_m) = 0,$$

где M – многочлен с целыми коэффициентами, переменные которого разделены на две группы:

- ▶ *параметры* a_1, \dots, a_n ;
- ▶ *неизвестные* x_1, \dots, x_m .

Рассмотрим множество \mathfrak{M} такое, что

$$\langle a_1, \dots, a_n \rangle \in \mathfrak{M} \iff \exists x_1 \dots x_m \{ M(a_1, \dots, a_n, x_1, \dots, x_m) = 0 \}.$$

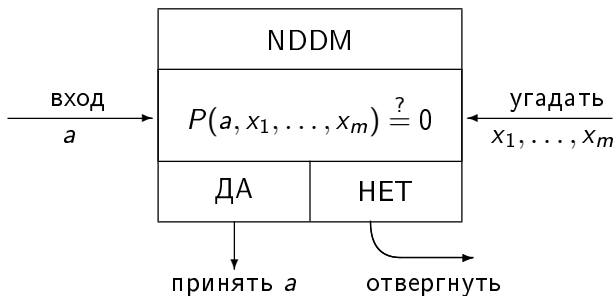
Множества, имеющие такие *представления* называются *диофантовыми*.

Диофантовы машины

Leonard Adleman и Kenneth Manders [1976] ввели понятие *недетерминированной диофантовой машины*, NDDM .

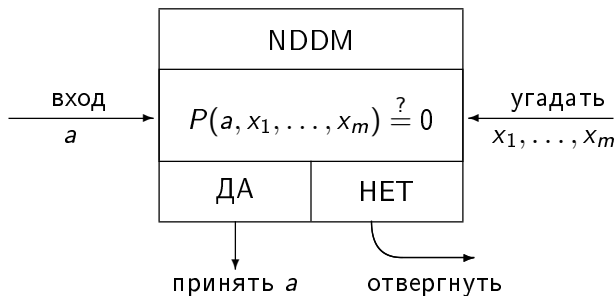
Диофантовы машины

Leonard Adleman и Kenneth Manders [1976] ввели понятие *недетерминированной диофантовой машины*, NDDM .



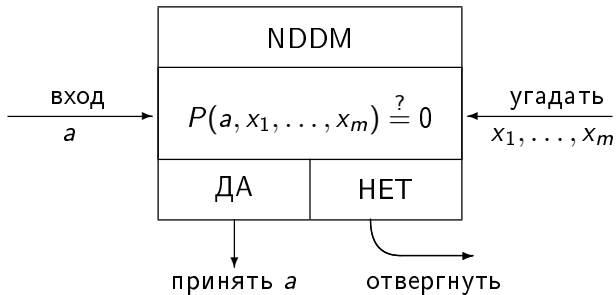
Диофантовы машины

Leonard Adleman и Kenneth Manders [1976] ввели понятие *недетерминированной диофантовой машины*, NDDM .

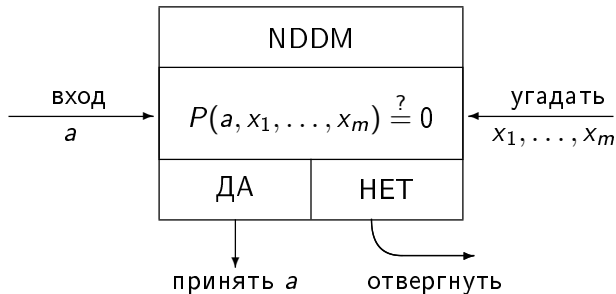


DPRM-теорема: NDDM имеют такую же вычислительную силу как, например, машины Тьюринга, то есть любое множество, принимаемое некоторой машиной Тьюринга, принимается некоторой NDDM, и, очевидно, наоборот.

Диофантова сложность



Диофантова сложность



$\text{SIZE}(a)$ = минимально возможное значение $|x_1| + \dots + |x_m|$, где $|x|$ обозначает длину двоичной записи x .

Диофантова сложность

Leonard Adleman и Kenneth Manders [1975] ввели в рассмотрение класс **D** состоящий из множеств \mathfrak{M} имеющих представления вида

$$a \in \mathfrak{M} \iff$$

$$\iff \exists x_1 \dots x_m [P(a, x_1, \dots, x_m) = 0 \ \& \ |x_1| + \dots + |x_m| \leq |a|^k].$$

Диофантова сложность

Leonard Adleman и Kenneth Manders [1975] ввели в рассмотрение класс **D** состоящий из множеств \mathfrak{M} имеющих представления вида

$$a \in \mathfrak{M} \iff$$

$$\iff \exists x_1 \dots x_m [P(a, x_1, \dots, x_m) = 0 \ \& \ |x_1| + \dots + |x_m| \leq |a|^k].$$

Открытая проблема. $\mathbf{D} \stackrel{?}{=} \mathbf{NP}$.

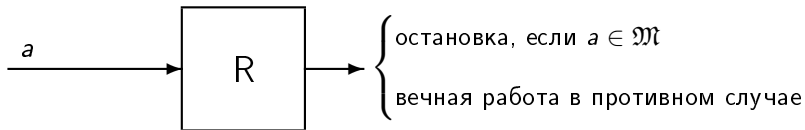
Гипотеза Martin'a Davis'a (=DPRM-теорема)

Гипотеза M. Davis'a (DPRM-теорема). *Каждое перечислимое множество является диофантовым.*

Гипотеза Martin'a Davis'a (=DPRM-теорема)

Гипотеза M. Davis'a (DPRM-теорема). *Каждое перечислимое множество является диофантовым.*

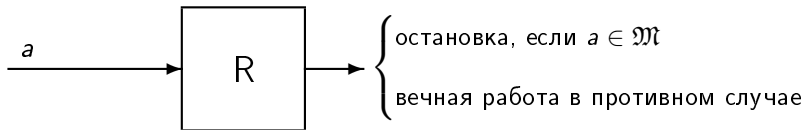
Определение. Множество \mathfrak{M} натуральных чисел называется *перечислимым*, если можно написать программу R для регистровой машины, такую что



Гипотеза Martin'a Davis'a (=DPRM-теорема)

Гипотеза М. Davis'a (DPRM-теорема). Каждое перечислимое множество является диофантовым.

Определение. Множество \mathfrak{M} натуральных чисел называется *перечислимым*, если можно написать программу R для регистровой машины, такую что

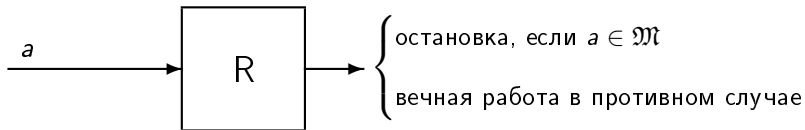


При запуске машины число a помещено в регистр R1, все остальные регистры содержат нули.

Гипотеза Martin'a Davis'a (=DPRM-теорема)

Гипотеза М. Davis'a (DPRM-теорема). Каждое перечислимое множество является диофантовым.

Определение. Множество \mathfrak{M} натуральных чисел называется *перечислимым*, если можно написать программу R для регистровой машины, такую что



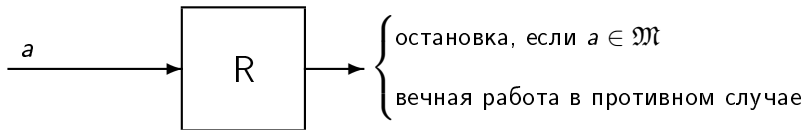
При запуске машины число a помещено в регистр R_1 , все остальные регистры содержат нули.

Без ограничения общности мы предполагаем, что имеется единственная команда $STOP$ – команда с меткой S_m

Гипотеза Martin'a Davis'a (=DPRM-теорема)

Гипотеза M. Davis'a (DPRM-теорема). Каждое перечислимое множество является диофантовым.

Определение. Множество \mathfrak{M} натуральных чисел называется *перечислимым*, если можно написать программу R для регистровой машины, такую что



При запуске машины число a помещено в регистр R_1 , все остальные регистры содержат нули.

Без ограничения общности мы предполагаем, что имеется единственная команда $STOP$ – команда с меткой S_m , а в момент остановки все регистры пусты.

Протокол

	q	\dots	$t + 1$	t	\dots	0
S_1	$s_{1,q}$	\dots	$s_{1,t+1}$	$s_{1,t}$	\dots	$s_{1,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
S_k	$s_{k,q}$	\dots	$s_{k,t+1}$	$s_{k,t}$	\dots	$s_{k,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
S_m	$s_{m,q}$	\dots	$s_{m,t+1}$	$s_{m,t}$	\dots	$s_{m,0}$

$$s_{k,t} = \begin{cases} 1, & \text{если на шаге } t \text{ машина была в состоянии } k \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Протокол

	q	\dots	$t+1$	t	\dots	0
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
S_k	$s_{k,q}$	\dots	$s_{k,t+1}$	$s_{k,t}$	\dots	$s_{k,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
R_1	$r_{1,q}$	\dots	$r_{1,t+1}$	$r_{1,t}$	\dots	$r_{1,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
R_ℓ	$r_{\ell,q}$	\dots	$r_{\ell,t+1}$	$r_{\ell,t}$	\dots	$r_{\ell,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
R_n	$r_{n,q}$	\dots	$r_{n,t+1}$	$r_{n,t}$	\dots	$r_{n,0}$

$r_{\ell,t}$ – это содержимое ℓ -го регистра на шаге t

Протокол

	q	\dots	$t + 1$	t	\dots	0
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Sk	$s_{k,q}$	\dots	$s_{k,t+1}$	$s_{k,t}$	\dots	$s_{k,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Rl	$r_{l,q}$	\dots	$r_{l,t+1}$	$r_{l,t}$	\dots	$r_{l,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Z_1	$z_{1,q}$	\dots	$z_{1,t+1}$	$z_{1,t}$	\dots	$z_{1,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Z_l	$z_{l,q}$	\dots	$z_{l,t+1}$	$z_{l,t}$	\dots	$z_{l,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Z_n	$z_{n,q}$	\dots	$z_{n,t+1}$	$z_{n,t}$	\dots	$z_{n,0}$

$$z_{l,t} = \begin{cases} 1, & \text{если } r_{l,t} > 0 \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8		S4:R1--; S5; S6		S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9		S5:R1--; S3; S8		S8:R1++; S8
S3:R2++; S4		S6:R2--; S7; S1		S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t} + s_{8,t}$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t} + s_{8,t} \quad s_{9,t+1} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t} + s_{8,t} \quad s_{9,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{2,t}$$

$$s_{1,0} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t} + s_{8,t} \quad s_{9,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{2,t}$$

$$s_{1,0} = 1$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t} + s_{8,t} \quad s_{9,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{2,t}$$

$$s_{1,0} = 1 \quad s_{2,0} = \dots = s_{m,0} = 0$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t} + s_{8,t} \quad s_{9,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{2,t}$$

$$s_{1,0} = 1 \quad s_{2,0} = \dots = s_{m,0} = 0$$

$$r_{1,0} =$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t} + s_{8,t} \quad s_{9,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{2,t}$$

$$s_{1,0} = 1 \quad s_{2,0} = \dots = s_{m,0} = 0$$

$$r_{1,0} = a$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t} + s_{8,t} \quad s_{9,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{2,t}$$

$$s_{1,0} = 1 \quad s_{2,0} = \dots = s_{m,0} = 0$$

$$r_{1,0} = a \quad r_{2,0} = \dots = r_{n,0} = 0$$

$$s_{m,q} = 1$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t} + s_{8,t} \quad s_{9,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{2,t}$$

$$s_{1,0} = 1 \quad s_{2,0} = \dots = s_{m,0} = 0$$

$$r_{1,0} = a \quad r_{2,0} = \dots = r_{n,0} = 0$$

$$s_{m,q} = 1 \quad s_{1,q} = \dots = s_{m-1,q} = 0$$

Пример

S1:R1--; S2; S8	S4:R1--; S5; S6	S7:R1++; S6
S2:R1--; S3; S9	S5:R1--; S3; S8	S8:R1++; S8
S3:R2++; S4	S6:R2--; S7; S1	S9:STOP

$$r_{1,t+1} = r_{1,t} + s_{7,t} + s_{8,t} - z_{1,t}s_{1,t} - z_{1,t}s_{2,t} - z_{1,t}s_{4,t} - z_{1,t}s_{5,t}$$

$$r_{2,t+1} = r_{2,t} + s_{3,t} - z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{1,t+1} = (1 - z_{2,t})s_{6,t} \quad s_{2,t+1} = z_{1,t}s_{1,t}$$

$$s_{3,t+1} = z_{1,t}s_{2,t} + z_{1,t}s_{5,t} \quad s_{4,t+1} = s_{3,t} \quad s_{5,t+1} = z_{1,t}s_{4,t}$$

$$s_{6,t+1} = (1 - z_{4,t})s_{4,t} + s_{7,t} \quad s_{7,t+1} = z_{2,t}s_{6,t}$$

$$s_{8,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{1,t} + s_{8,t} \quad s_{9,t+1} = (1 - z_{1,t})s_{2,t}$$

$$s_{1,0} = 1 \quad s_{2,0} = \dots = s_{m,0} = 0$$

$$r_{1,0} = a \quad r_{2,0} = \dots = r_{n,0} = 0$$

$$s_{m,q} = 1 \quad s_{1,q} = \dots = s_{m-1,q} = 0$$

$$r_{1,q} = \dots = r_{n,q} = 0$$

Новые значения регистров

$$r_{l,t+1} = r_{l,t} + \sum_{\ell}^{+} s_{k,t} - \sum_{\ell}^{-} z_{l,t} s_{k,t}$$

где \sum_{ℓ}^{+} -суммирование ведется по всем инструкциям вида

$$Sk : Rl ++; Si,$$

а \sum_{ℓ}^{-} -суммирование – по всем инструкциям вида

$$Sk : Rl --; Si; Sj.$$

Новые состояния

$$s_{d,t+1} = \sum_d^+ s_{k,t} + \sum_d^- z_{l,t} s_{k,t} + \sum_d^0 (1 - z_{l,t}) s_{k,t}$$

где \sum_d^+ -суммирование ведется по всем инструкциям вида

$$Sk : Rl ++; Sd,$$

\sum_d^- -суммирование ведется по всем инструкциям вида

$$Sk : Rl --; Sd; Sj,$$

а \sum_d^0 -суммирование – по всем инструкциям вида

$$Sk : Rl --; Si; Sd.$$

Протокол

	q	\dots	$t+1$	t	\dots	0
S_k	$s_{k,q}$	\dots	$s_{k,t+1}$	$s_{k,t}$	\dots	$s_{k,0}$
R_l	$r_{l,q}$	\dots	$r_{l,t+1}$	$r_{l,t}$	\dots	$r_{l,0}$
Z_l	$z_{l,q}$	\dots	$z_{l,t+1}$	$z_{l,t}$	\dots	$z_{l,0}$

Протокол

	q	\dots	$t+1$	t	\dots	0
S_k	$s_{k,q}$	\dots	$s_{k,t+1}$	$s_{k,t}$	\dots	$s_{k,0}$
R_l	$r_{l,q}$	\dots	$r_{l,t+1}$	$r_{l,t}$	\dots	$r_{l,0}$
Z_l	$z_{l,q}$	\dots	$z_{l,t+1}$	$z_{l,t}$	\dots	$z_{l,0}$

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t$$

Протокол

	q	\dots	$t+1$	t	\dots	0
S_k	$s_{k,q}$	\dots	$s_{k,t+1}$	$s_{k,t}$	\dots	$s_{k,0}$
R_l	$r_{l,q}$	\dots	$r_{l,t+1}$	$r_{l,t}$	\dots	$r_{l,0}$
Z_l	$z_{l,q}$	\dots	$z_{l,t+1}$	$z_{l,t}$	\dots	$z_{l,0}$

$$= s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t$$

Протокол

	q	\dots	$t+1$	t	\dots	0
S_k	$s_{k,q}$	\dots	$s_{k,t+1}$	$s_{k,t}$	\dots	$s_{k,0}$
R_l	$r_{l,q}$	\dots	$r_{l,t+1}$	$r_{l,t}$	\dots	$r_{l,0}$
Z_l	$z_{l,q}$	\dots	$z_{l,t+1}$	$z_{l,t}$	\dots	$z_{l,0}$

$$= s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t$$

$$= r_l = \sum_{t=0}^q r_{l,t} b^t$$

Протокол

	q	\dots	$t+1$	t	\dots	0
S_k	$s_{k,q}$	\dots	$s_{k,t+1}$	$s_{k,t}$	\dots	$s_{k,0}$
R_ℓ	$r_{\ell,q}$	\dots	$r_{\ell,t+1}$	$r_{\ell,t}$	\dots	$r_{\ell,0}$
Z_ℓ	$z_{\ell,q}$	\dots	$z_{\ell,t+1}$	$z_{\ell,t}$	\dots	$z_{\ell,0}$

$$= s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t$$

$$= r_\ell = \sum_{t=0}^q r_{\ell,t} b^t$$

$$= z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

Новые значения регистров

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad r_\ell = \sum_{t=0}^q r_{\ell,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$r_{\ell,t+1} = r_{\ell,t} + \sum_{\ell}^+ s_{k,t} - \sum_{\ell}^- z_{\ell,t} s_{k,t}$$

Новые значения регистров

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad r_\ell = \sum_{t=0}^q r_{\ell,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$r_{\ell,t+1} = r_{\ell,t} + \sum_{\ell}^+ s_{k,t} - \sum_{\ell}^- z_{\ell,t} s_{k,t}$$

Новые значения регистров

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad r_\ell = \sum_{t=0}^q r_{\ell,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$r_{\ell,t+1} = r_{\ell,t} + \sum_{\ell}^+ s_{k,t} - \sum_{\ell}^- z_{\ell,t} s_{k,t}$$

Новые значения регистров

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad r_\ell = \sum_{t=0}^q r_{\ell,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$r_{\ell,t+1} = r_{\ell,t} + \sum_{\ell}^+ s_{k,t} - \sum_{\ell}^- z_{\ell,t} s_{k,t}$$

Новые значения регистров

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad r_\ell = \sum_{t=0}^q r_{\ell,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$r_{\ell,t+1} b^{t+1} = r_{\ell,t} b^{t+1} + \sum_{\ell}^+ s_{k,t} b^{t+1} - \sum_{\ell}^- z_{\ell,t} s_{k,t} b^{t+1}$$

Новые значения регистров

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad r_\ell = \sum_{t=0}^q r_{\ell,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$\sum_{t=0}^{q-1} r_{\ell,t+1} b^{t+1} = \sum_{t=0}^{q-1} (r_{\ell,t} b^{t+1} + \sum_{\ell}^+ s_{k,t} b^{t+1} - \sum_{\ell}^- z_{\ell,t} s_{k,t} b^{t+1})$$

Новые значения регистров

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad r_\ell = \sum_{t=0}^q r_{\ell,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$\sum_{t=0}^{q-1} r_{\ell,t+1} b^{t+1} = \sum_{t=0}^{q-1} (r_{\ell,t} b^{t+1} + \sum_{\ell}^+ s_{k,t} b^{t+1} - \sum_{\ell}^- z_{\ell,t} s_{k,t} b^{t+1})$$

Новые значения регистров

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad r_\ell = \sum_{t=0}^q r_{\ell,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$\sum_{t=0}^{q-1} r_{\ell,t+1} b^{t+1} = \sum_{t=0}^{q-1} (r_{\ell,t} b^{t+1} + \sum_{\ell}^+ s_{k,t} b^{t+1} - \sum_{\ell}^- z_{\ell,t} s_{k,t} b^{t+1})$$

$$r_\ell - r_{\ell,0} = b r_\ell + b \sum_{\ell}^+ s_k - b \sum_{\ell}^- (z_\ell \wedge s_k)$$

Новые значения регистров

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad r_\ell = \sum_{t=0}^q r_{\ell,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$\sum_{t=0}^{q-1} r_{\ell,t+1} b^{t+1} = \sum_{t=0}^{q-1} (r_{\ell,t} b^{t+1} + \sum_{\ell}^+ s_{k,t} b^{t+1} - \sum_{\ell}^- z_{\ell,t} s_{k,t} b^{t+1})$$

$$r_\ell - r_{\ell,0} = b r_\ell + b \sum_{\ell}^+ s_k - b \sum_{\ell}^- (z_\ell \wedge s_k)$$

$$r_1 - a = b r_1 + b \sum_{\ell}^+ s_k - b \sum_{\ell}^- (z_\ell \wedge s_k)$$

$$r_\ell = b r_\ell + b \sum_{\ell}^+ s_k - b \sum_{\ell}^- (z_\ell \wedge s_k), \quad \ell = 2, \dots, n$$

Новые состояния

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$s_{d,t+1} =$$

$$= \sum_d^+ s_{k,t} + \sum_d^- z_{\ell,t} s_{k,t} + \sum_d^0 (1 - z_{\ell,t}) s_{k,t}$$

Новые состояния

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$s_{d,t+1} =$$

$$= \sum_d^+ s_{k,t} + \sum_d^- z_{\ell,t} s_{k,t} + \sum_d^0 (1 - z_{\ell,t}) s_{k,t}$$

Новые состояния

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$s_{d,t+1} =$$

$$= \sum_d^+ s_{k,t} + \sum_d^- z_{\ell,t} s_{k,t} + \sum_d^0 (1 - z_{\ell,t}) s_{k,t}$$

Новые состояния

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$s_{d,t+1} =$$

$$= \sum_d^+ s_{k,t} + \sum_d^- z_{\ell,t} s_{k,t} + \sum_d^0 (1 - z_{\ell,t}) s_{k,t}$$

Новые состояния

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$s_{d,t+1} b^{t+1} =$$

$$= \sum_d^+ s_{k,t} b^{t+1} + \sum_d^- z_{\ell,t} s_{k,t} b^{t+1} + \sum_d^0 (1 - z_{\ell,t}) s_{k,t} b^{t+1}$$

Новые состояния

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$\begin{aligned} & \sum_{t=0}^{q-1} s_{d,t+1} b^{t+1} = \\ & = \sum_{t=0}^{q-1} \left(\sum_d^+ s_{k,t} b^{t+1} + \sum_d^- z_{\ell,t} s_{k,t} b^{t+1} + \sum_d^0 (1 - z_{\ell,t}) s_{k,t} b^{t+1} \right) \end{aligned}$$

Новые состояния

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$\begin{aligned} & \sum_{t=0}^{q-1} s_{d,t+1} b^{t+1} = \\ & = \sum_{t=0}^{q-1} \left(\sum_d^+ s_{k,t} b^{t+1} + \sum_d^- z_{\ell,t} s_{k,t} b^{t+1} + \sum_d^0 (1 - z_{\ell,t}) s_{k,t} b^{t+1} \right) \end{aligned}$$

Новые состояния

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$\begin{aligned} & \sum_{t=0}^{q-1} s_{d,t+1} b^{t+1} = \\ & = \sum_{t=0}^{q-1} \left(\sum_d^+ s_{k,t} b^{t+1} + \sum_d^- z_{\ell,t} s_{k,t} b^{t+1} + \sum_d^0 (1 - z_{\ell,t}) s_{k,t} b^{t+1} \right) \end{aligned}$$

$$s_d - s_{d,0} = b \sum_d^+ s_k + b \sum_d^+ (z_\ell \wedge s_k) + b \sum_d^0 ((e - z_\ell) \wedge s_k)$$

Новые состояния

$$s_k = \sum_{t=0}^q s_{k,t} b^t \quad z_\ell = \sum_{t=0}^q z_{\ell,t} b^t$$

$$\begin{aligned} & \sum_{t=0}^{q-1} s_{d,t+1} b^{t+1} = \\ & = \sum_{t=0}^{q-1} \left(\sum_d^+ s_{k,t} b^{t+1} + \sum_d^- z_{\ell,t} s_{k,t} b^{t+1} + \sum_d^0 (1 - z_{\ell,t}) s_{k,t} b^{t+1} \right) \end{aligned}$$

$$s_d - s_{d,0} = b \sum_d^+ s_k + b \sum_d^+ (z_\ell \wedge s_k) + b \sum_d^0 ((e - z_\ell) \wedge s_k)$$

$$e = \sum_{t=0}^{q-1} 1 \cdot b^{t+1} = \frac{b^q - 1}{b - 1}$$

Индикаторы нуля

$$z_{\ell,t} = \begin{cases} 0, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Индикаторы нуля

$$z_{\ell,t} = \begin{cases} 0, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1$$

Индикаторы нуля

$$z_{\ell,t} = \begin{cases} 0, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

Индикаторы нуля

$$z_{\ell,t} = \begin{cases} 0, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} =$$

Индикаторы нуля

$$z_{\ell,t} = \begin{cases} 0, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Индикаторы нуля

$$z_{\ell,t} = \begin{cases} 0, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$2^c \wedge (2^c - 1 + r_{\ell,t}) = 2^c z_{\ell,t}$$

Индикаторы нуля

$$z_{\ell,t} = \begin{cases} 0, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$2^c \wedge (2^c - 1 + r_{\ell,t}) = 2^c z_{\ell,t}$$

$$\sum_{t=0}^q (2^c \wedge (2^c - 1 + r_{\ell,t})) b^t = \sum_{t=0}^q 2^c z_{\ell,t} b^t$$

Индикаторы нуля

$$z_{\ell,t} = \begin{cases} 0, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$2^c \wedge (2^c - 1 + r_{\ell,t}) = 2^c z_{\ell,t}$$

$$\sum_{t=0}^q (2^c \wedge (2^c - 1 + r_{\ell,t})) b^t = \sum_{t=0}^q 2^c z_{\ell,t} b^t$$

$$2^c f \wedge ((2^c - 1)f + r_{\ell}) = 2^c z_{\ell} \quad f = \sum_{t=0}^q 1 \cdot b^{t+1} = \frac{b^{q+1} - 1}{b - 1}$$

Выбор c

$$r_{\ell,t} < b$$

Выбор c

$$r_{\ell,t} < b = 2^{c+1}$$

Выбор c

$$r_{\ell,t} < b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Выбор c

$$r_{\ell,t} < b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Выбор c

$$r_{\ell,t} < b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$2^c \wedge r_{\ell,t} = 0$$

Выбор c

$$r_{\ell,t} < b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$2^c \wedge r_{\ell,t} = 0$$

Выбор c

$$r_{\ell,t} < b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$2^c \wedge r_{\ell,t} = 0$$

Выбор c

$$r_{\ell,t} < b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$\sum_{t=0}^q (2^c \wedge r_{\ell,t}) b^t = 0$$

Выбор c

$$r_{\ell,t} < b = 2^{c+1} \quad r_{\ell,t} \leq 2^c - 1 = 01\dots 1$$

$$2^c - 1 + r_{\ell,t} = \begin{cases} 01\dots 1, & \text{если } r_{\ell,t} = 0 \\ 1 * \dots * & \text{в противном случае} \end{cases}$$

$$\sum_{t=0}^q (2^c \wedge r_{\ell,t}) b^t = 0$$

$$2^c f \wedge r_{\ell} = 0 \quad f = \sum_{t=0}^q 1 \cdot b^{t+1} = \frac{b^{q+1} - 1}{b - 1}$$

Все условия

Все условия

$$b = 2^{c+1}$$

Все условия

$$b = 2^{c+1}$$

$$r_\ell - r_{\ell,0} = br_\ell + b\sum_\ell^+ s_k - b\sum_\ell^- (z_\ell \wedge s_k)$$

Все условия

$$b = 2^{c+1}$$

$$r_\ell - r_{\ell,0} = br_\ell + b\sum_\ell^+ s_k - b\sum_\ell^- (z_\ell \wedge s_k)$$

$$s_d - s_{d,0} = b\sum_d^+ s_k + b\sum_d^+ (z_\ell \wedge s_k) + b\sum_d^0 ((e - z_\ell) \wedge s_k)$$

Все условия

$$b = 2^{c+1}$$

$$r_\ell - r_{\ell,0} = br_\ell + b\sum_\ell^+ s_k - b\sum_\ell^-(z_\ell \wedge s_k)$$

$$s_d - s_{d,0} = b\sum_d^+ s_k + b\sum_d^+(z_\ell \wedge s_k) + b\sum_d^0((e - z_\ell) \wedge s_k)$$

$$e = \frac{b^q - 1}{b - 1}$$

Все условия

$$b = 2^{c+1}$$

$$r_\ell - r_{\ell,0} = br_\ell + b\sum_\ell^+ s_k - b\sum_\ell^-(z_\ell \wedge s_k)$$

$$s_d - s_{d,0} = b\sum_d^+ s_k + b\sum_d^+(z_\ell \wedge s_k) + b\sum_d^0((e - z_\ell) \wedge s_k)$$

$$e = \frac{b^q - 1}{b - 1}$$

$$2^c f \wedge ((2^c - 1)f + r_\ell) = 2^c z_\ell \quad f = \frac{b^{q+1} - 1}{b - 1}$$

Все условия

$$b = 2^{c+1}$$

$$r_\ell - r_{\ell,0} = br_\ell + b\sum_\ell^+ s_k - b\sum_\ell^-(z_\ell \wedge s_k)$$

$$s_d - s_{d,0} = b\sum_d^+ s_k + b\sum_d^+(z_\ell \wedge s_k) + b\sum_d^0((e - z_\ell) \wedge s_k)$$

$$e = \frac{b^q - 1}{b - 1}$$

$$2^c f \wedge ((2^c - 1)f + r_\ell) = 2^c z_\ell \quad f = \frac{b^{q+1} - 1}{b - 1}$$

$$2^c f \wedge r_\ell = 0$$

Все условия

$$b = 2^{c+1}$$

$$r_\ell - r_{\ell,0} = br_\ell + b\sum_\ell^+ s_k - b\sum_\ell^-(z_\ell \wedge s_k)$$

$$s_d - s_{d,0} = b\sum_d^+ s_k + b\sum_d^+(z_\ell \wedge s_k) + b\sum_d^0((e - z_\ell) \wedge s_k)$$

$$e = \frac{b^q - 1}{b - 1}$$

$$2^c f \wedge ((2^c - 1)f + r_\ell) = 2^c z_\ell \quad f = \frac{b^{q+1} - 1}{b - 1}$$

$$2^c f \wedge r_\ell = 0 \quad s_m = b^q$$

Протокол

	q	\dots	$t+1$	t	\dots	0
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
S_k	$s_{k,q}$	\dots	$s_{k,t+1}$	$s_{k,t}$	\dots	$s_{k,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
R_l	$r_{l,q}$	\dots	$r_{l,t+1}$	$r_{l,t}$	\dots	$r_{l,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Z_l	$z_{l,q}$	\dots	$z_{l,t+1}$	$z_{l,t}$	\dots	$z_{l,0}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots

$$= s_k = \sum_{t=0}^Q s_{k,t} b^t$$

$$= r_l = \sum_{t=0}^Q r_{l,t} b^t$$

$$= z_l = \sum_{t=0}^Q z_{l,t} b^t$$