EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. 19. KÕIDE
FÜÜSIKA * MATEMAATIKA. 1970, NR. 4

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ 19
ФИЗИКА * МАТЕМАТИКА. 1970, № 4

https://doi.org/10.3176/phys.math.1970.4.03

А. СИЙМОН

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ СХЕМНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ДИЗЪЮНКЦИИ СИГНАЛОВ В ПОТЕНЦИАЛЬНО-ИМПУЛЬСНОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ СТРУКТУРЕ

Данная статья тесно примыкает к предыдущим работам автора [1, 3], поэтому здесь применены тот же аппарат и те же обозначения, что и в [1].

При тех же условиях, которые были поставлены в [1] для конъюнкции сигналов, рассмотрим схемную реализацию дизъюнкции сигналов вида

$$d^{\triangle}_{\Omega_l} = \bigvee_{\mathfrak{E}_1} \Big(\mathop{\Gamma}_{\Omega_i^{(l)}} \tilde{x}^{\triangle}_{\omega_{ij}} \Big). \tag{1}$$

Из-за ограниченности статьи алгоритмов не приводим.

Дизъюнкцию сигналов вида (1) схемно реализуем при помощи односторонних нереверсивных счетчиков с позиционным двоичным кодированием [2] за исключением случая, на который укажем позже.

Образуем множество $\mathfrak{E}_2^{(1)}$:

$$(\forall i)(\forall \xi)\big((i \in \mathfrak{E}_1)(\tilde{x}^{\triangle}_{\Omega_i} = \tilde{x}^*_{\Omega_i})\overline{S(\tilde{x}^*_{\Omega_i})}S(\overline{(\tilde{x}^*_{\Omega_i})}) \wedge$$

$$\wedge \Big(\big(\mathop{\Gamma}_{\Omega_i^{(l)}} \tilde{x}^*_{\omega_{ij}} = \bigvee_{\Omega_i^{(l)}} \tilde{x}^*_{\omega_{ij}}\big) \vee (h(\Omega_i^{(l)}) = 1)\Big)(h(\Omega_{i\,\max}) =$$

$$= h(\Omega_i^{(l)}))(\overline{(\tilde{x}^*_{\Omega_i})} = \tilde{x}^*_{\Omega_\xi})(h(\Omega_{\xi\,\max}) = 1) \supset \xi \in \mathfrak{E}_2^{(1)}),$$

где $\Omega_{\xi\,\max}$ — множество Ω_ξ с максимальной мощностью. Разбиваем множество $\mathfrak{E}_2^{(1)}$ на непересекающиеся подмножества $\mathfrak{M}_p$ ($p = 1, 2, 3, \ldots$ $\ldots, p'$) с максимальной мощностью так, чтобы для элементов $\xi \in \mathfrak{M}_p$ выполнялось условие

$$(\xi_1 \in \mathfrak{M}_p)(\xi_2 \in \mathfrak{M}_p)(\xi_1 \neq \xi_2) \supset \Omega_{\xi_1 \max} \cap \Omega_{\xi_2 \max} = \varnothing,$$

где ξ_1 и ξ_2 — два произвольных значения ξ. Образуем множества $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{E}_3^{(2)}$, $\mathfrak{E}_2^{(2)}$ и $\mathfrak{E}_2^{(3)}$:

$$(\forall \mathfrak{M}_p)\,(h(\mathfrak{M}_p) = 1 \supset \mathfrak{M}_p \in \mathfrak{P}),$$
$$\mathfrak{E}_3^{(2)} = \bigcup_{\mathfrak{P}} \mathfrak{M}_p,$$

$$(\forall \xi)\,(\forall i)\,((\xi \in \mathfrak{E}_3^{(2)})\,(\tilde{x}^*_{\Omega_\xi} = \overline{(\tilde{x}^*_{\Omega_i})}) \supset i \in \mathfrak{E}_2^{(2)});$$

$$\mathfrak{E}_2^{(3)} = \mathfrak{E}_1 \setminus \mathfrak{E}_2^{(2)}.$$

Из сигналов $\tilde{x}^{\triangle}_{\Omega_i}$ или $\overline{(\tilde{x}^{\triangle}_{\Omega_i})}$, для которых $i \in \mathfrak{E}_2^{(3)}$, образуем такие импульсные сигналы $y^*_{\Omega_w}$, чтобы их можно было применять для нулевых входов указанных выше счетчиков при помощи одного или нескольких следующих приемов: разделение и совпадение сигналов с применением комбинационных схем; выделение нужной части из сигнала; преобразование вида сигнала; образование отрицания сигнала; использование методов работ [1, 3]; $y^*_{\Omega_w} = \tilde{x}^*_{\Omega_i}$.

Обозначаем все сигналы $(\tilde{x}^*_{\Omega_i})$, для которых $i \in \mathfrak{E}_3^{(2)}$, и $y^*_{\Omega_w}$ через $X^*_{\Omega_I}$, а множество всех I, для которых $X^*_{\Omega_I} = y^*_{\Omega_w}$, обозначаем через $\mathfrak{E}_3^{(3)}$. Порядковые номера отрезков времени существования сигналов $X^*_{\Omega_I}$ обозначаем через J, т. е. $\Omega_I = \{\omega_{I1}, \omega_{I2}, \ldots, \omega_{IJ}, \ldots, \omega_{IJ'}\}$.

Составим три варианта схемы, реализующей дизъюнкцию сигналов вида (1).

Вариант 1

Рассмотрим случай, когда выполняется условие

$$(\forall I)\,(I \in \mathfrak{E}_3^{(3)} \supset h(\Omega_I) = 1). \tag{2}$$

В данном случае применяем v_1 $(v = 1, 2, 3, \ldots, v_1)$ указанных выше счетчиков, каждый из которых называем v-м счетчиком. Тогда все процедуры до образования v-х счетчиков включительно, но с учетом замечания 1, совпадают с соответствующими процедурами, описанными в [1] при выполнении там условия (2).

Замечание 1. Слово «конъюнкция» заменяем словом «дизъюнкция». Величину $t^{(c)}_{\text{доп}}$ заменяем на $t^{(d)}_{\text{доп}}$, где $t^{(d)}_{\text{доп}}$ является максимально допустимым временем появления сигнала $d^{\triangle}_{\Omega_l}$ на выходе схемы, реализующей дизъюнкцию сигналов вида (1).

Схема, реализующая эту дизъюнкцию, заканчивается комбинационной схемой, которая на своем выходе дает нулевой сигнал только в том случае, когда в каждый v-й счетчик записано число $h(\mathfrak{X}_v^{(2)})$ или число $h(\mathfrak{X}_v^{(2)}) + 1$ (это зависит от начального состояния v-го счетчика). На выходе этой комбинационной схемы находится потенциально-импульсный вентиль, на импульсный вход которого первый тактный сигнал поступает после того, когда все v-е счетчики уже достигли своих конечный состояний, включая и время переходных процессов в указанной выше комбинационной схеме. Таким образом $d^{\triangle}_{\Omega_l} = d^*_{\Omega_l}$.

Теперь рассмотрим случай, когда выполняется условие

$$(\exists I)\,(I \in \mathfrak{E}_3^{(3)} \supset h(\Omega_I) > 1). \qquad (3)$$

Для схемной реализации дизъюнкции сигналов вида (1) применяем опять v_1 указанных выше счетчиков. В данном случае все процедуры до составления v-х счетчиков включительно, но с учетом замечаний 1 и 2, совпадают с соответствующими процедурами варианта 1 в [3].

Замечание 2. Величину $\delta_{c\,\max}$ заменяем на $\delta_{d\,\max}$, где $\delta_{d\,\max}$ является задержкой сигнала в схеме, реализующей разделение $W_{\max}$ потенциальных сигналов, а $W_{\max}$ определяем при $\mathfrak{E}_3^{(1)} = \varnothing$ аналогично [3].

Схема, реализующая дизъюнкцию сигналов вида (1), заканчивается такой же комбинационной схемой и потенциально-импульсным вентилем, как и в случае выполнения условия (2).

Таким образом $d^{\triangle}_{\Omega_i} = d^{*}_{\Omega_i}$.

Вариант 2

Принимаем множество $\mathfrak{E}_3^{(3)} = \varnothing$ и, применяя первый способ, производим все то, что сделано в варианте 1 до составления v-х счетчиков включительно. После этого принимаем множество $\mathfrak{E}_3^{(2)} = \varnothing$ и, применяя второй способ, опять производим все то, что сделано в варианте 1 до составления v-х счетчиков включительно. Отметим, что в последнем случае каждый v-й счетчик состоит только из одного триггера (называем его v-м триггером). Остальная часть схемы, реализующей дизъюнкцию сигналов вида (1), состоит из комбинационной схемы, которая на своем выходе дает нулевой сигнал только в том случае, когда во все v-е счетчики записаны числа $h(\mathfrak{X}_v^{(2)})$, а во все v-е триггеры записаны единицы. На выходе этой комбинационной схемы находится потенциально импульсный вентиль, на импульсный вход которого первый тактный импульсный сигнал поступает после того, когда все v-е счетчики и все v-е триггеры уже достигли своих конечных состояний, включая и время переходных процессов в указанной выше комбинационной схеме. Таким образом $d^{\triangle}_{\Omega_i} = d^{*}_{\Omega_i}$.

Вариант 3

Представляем ω_{IJ} для всех сигналов $X^{*}_{\Omega_I}$, у которых $I \in \mathfrak{E}_3^{(3)}$, следующим образом:

$$\begin{cases} t_{k_{IJ}} \leqslant \omega_{IJ} < t_{k_{IJ}+1}, \\ \omega_{IJ} = t_{k_{IJ}} + a_{IJ}, \end{cases}$$

где k_{IJ} — какое-то фиксированное значение k. Из свойств сигналов $X^{*}_{\Omega_J}$ вытекает

$$a_{I1} = a_{I2} = a_{I3} = \ldots = a_{IJ} = \ldots = a_{IJ'} = \iota_I,$$

так как такое условие налагалось на исходные сигналы $\tilde{x}^{\triangle}_{\Omega_i}$.

Разбиваем множество $\mathfrak{E}_3^{(3)}$ на непересекающиеся подмножества $\mathfrak{R}_p$, где $p = 1, 2, 3, \ldots, p'$. Для этого при каждом значении p производим следующую процедуру.

Образовываем множество $\mathfrak{E}_3^{(3)(p)}$ и определяем величину ι_p:

$$\mathfrak{E}_3^{(3)(p)} = \begin{cases} \mathfrak{G}_3^{(3)(p-1)} \setminus \mathfrak{N}_{p-1}, & \text{если } p > 1, \\ \mathfrak{E}_3^{(3)}, & \text{если } p = 1; \end{cases}$$

$$\iota_p = \min_{\mathfrak{E}_3^{(3)(p)}} \iota_I.$$

Само множество $\mathfrak{N}_p$ определяем по следующему условию:

$$(\forall I)\left(\left(I \in \mathfrak{E}_3^{(3)(p)}\right)(\iota_p = \iota_I) \supset I \in \mathfrak{N}_p\right).$$

Каждое полученное таким образом множество $\mathfrak{N}_p$ разбиваем на непересекающиеся подмножества $\mathfrak{N}_{pq_p}$ $(q_p = 1, 2, 3, \ldots, q'_p)$ с максимальной мощностью так, чтобы для каждого множества $\mathfrak{N}_{pq_p}$ выполнялось следующее условие:

$$(I_1 \in \mathfrak{N}_{pq_p})(I_2 \in \mathfrak{N}_{pq_p})\ (I_1 \neq I_2) \supset \Omega_{I_1} \cap \Omega_{I_2} = \varnothing,$$

где I_1 и I_2 — два произвольных значения I. Для каждого множества $\mathfrak{N}_{pq_p}$ образовываем сигнал $Y^*_{\Omega_\chi}$:

$$\begin{cases} Y^*_{\Omega_\chi} = \bigvee\limits_{I \in \mathfrak{N}_{pq_p}} X^*_{\Omega_I}, \\ \Omega_\chi = \{\omega_{\chi 1}, \omega_{\chi 2}, \ldots, \omega_{\chi\psi}, \ldots, \omega_{\chi\psi'}\}. \end{cases}$$

Обозначаем множество всех χ через $\mathfrak{E}_4^{(1)}$. Определяем величину $\omega_{\min}$ и для каждого значения χ определяем $\omega_{\min}^{(\chi)}$:

$$\omega_{\min} = \begin{cases} \min\limits_{\mathfrak{E}_3^{(2)}} \min\limits_{J=1, 2, 3, \ldots, J'} \omega_{IJ}, & \text{если } \mathfrak{E}_3^{(2)} \neq \varnothing, \\ +\infty, & \text{если } \mathfrak{E}_3^{(2)} = \varnothing; \end{cases}$$

$$\omega_{\min}^{(\chi)} = \min_{\psi=1, 2, 3, \ldots, \psi'} \omega_{\chi\psi}.$$

Определяем множества $\mathfrak{E}_4^{(2)}, \mathfrak{E}_4^{(3)}, \mathfrak{E}_4^{(4)}, \mathfrak{E}_4^{(5)}, \mathfrak{E}_4^{(6)}, \mathfrak{E}_4^{(7)}$ и $\mathfrak{E}_4^{(8)}$:

$$(\forall\chi)\left(\left(\chi \in \mathfrak{E}_4^{(1)}\right)\left(\omega_{\min}^{(\chi)} \geqslant \omega_{\min} + 1 : f_{\text{ном}}^{(\text{раз})}\right) \supset \chi \in \mathfrak{E}_4^{(2)}\right),$$

где $f_{\text{ном}}^{(\text{раз})}$ — номинальная рабочая частота триггера с раздельными входами;

$$\mathfrak{E}_4^{(3)} = \mathfrak{E}_4^{(1)} \setminus \mathfrak{E}_4^{(2)};$$

$$\begin{cases} \mathfrak{E}_4^{(4)} \subseteq \mathfrak{E}_3^{(2)}, \\ h(\mathfrak{E}_4^{(4)}) = \min\left(h(\mathfrak{E}_3^{(2)}), h(\mathfrak{E}_4^{(2)})\right); \end{cases}$$

$$\mathfrak{E}_4^{(5)} = \mathfrak{E}_3^{(2)} \setminus \mathfrak{E}_4^{(4)};$$

$$\begin{cases} \mathfrak{E}_4^{(6)} \subseteq \mathfrak{E}_4^{(2)}, \\ h(\mathfrak{E}_4^{(6)}) = h(\mathfrak{E}_4^{(4)}); \end{cases}$$

$$\mathfrak{E}_4^{(7)} = \mathfrak{E}_4^{(2)} \setminus \mathfrak{E}_4^{(6)};$$

$$\mathfrak{E}_4^{(8)} = \mathfrak{E}_4^{(3)} \cup \mathfrak{E}_4^{(7)}.$$

Снабжаем элементы множеств $\mathfrak{E}_4^{(4)}$, $\mathfrak{E}_4^{(6)}$ порядковыми номерами r, где $r=1,2,3,\ \dots,\ r'$, $r'=h(\mathfrak{E}_4^{(4)})=h(\mathfrak{E}_4^{(6)})$, и обозначаем элементы этих множеств через I_r и χ_r, а множество всех r через $\mathfrak{R}$.

Дизъюнкцию сигналов вида (1) схемно реализуем следующим образом:

$$\begin{cases} d^{\triangle}_{\Omega_l}=d^*_{\Omega_l}, \\ d^*_{\Omega_l}=d_{\Omega_g}\wedge\tau^*_\rho, \\ d_{\Omega_g}=\bigvee\limits_{\mathfrak{E}_4^{(8)}} L(Y^*_{\Omega_\chi},\tau^*_{t_0})\vee\bigvee\limits_{\mathfrak{E}_4^{(5)}}\overline{L(X^*_{\Omega_I},\tau^*_{t_0})}\vee\bigvee\limits_{r\in\mathfrak{R}}\overline{L(X^*_{\Theta_r},\tau^*_{t_0}\vee Y^*_{\Upsilon_r})}, \\ \Theta_r=\Omega_{I_r}, \\ \Upsilon_r=\Omega_{\chi_r}, \\ \varrho=\begin{cases} t_{k_1}, & \text{если } t_{\max}=t_{k_1}, \\ t_{k_1+1}, & \text{если } (t_{\max}>t_{k_1})\,(t_{\max}<t_{k_1+1}), \end{cases} \\ t_{\max}=\max\,(\max\limits_{\mathfrak{E}_3^{(2)}}\ \max\limits_{J=1,2,3,\dots,J'}\omega_{IJ},\ \max\limits_{\mathfrak{E}_4^{(1)}}\ \max\limits_{\psi=1,2,3,\dots,\psi'}\omega_{\chi\psi})+\delta_{\min}+\delta^{(g)}. \end{cases} \tag{4}$$

В (4) применены следующие обозначения:

τ^*_ρ и $\tau^*_{t_0}$ — тактные импульсные сигналы, поступающие соответственно во время ϱ и t_0;

k_1 — какое-то фиксированное значение k;

$\delta^{(g)}$ — задержка сигнала в схеме, реализующей сигнал d_{Ω_g}.

В конечном счете наилучшую схему, реализующую дизъюнкцию сигналов вида (1), выбираем на основе экономического сравнения.

Замечание 3. Составление вариантов 1 и 2 опускаем, если стоимость триггера с раздельными входами меньше стоимости схемы, реализующей задержку сигнала на величину $\varepsilon_{\min}\delta$, где $\varepsilon_{\min}$ определяем следующим образом:

$$\begin{cases} \varepsilon_{\min}=\,]\,1:f_{\min}\delta\,[, \\ f_{\min}=\min(f^{(\text{ком})}_{\text{ном}},\ f^{(\text{з})}_{\text{ном}}), \end{cases}$$

где $]\dots[$ — знак округления числа, находящегося в этих скобках, до большего целого числа, а $f^{(\text{ком})}_{\text{ном}}$ и $f^{(\text{з})}_{\text{ном}}$ являются номинальными рабочими частотами соответственно комбинированного триггера и элемента задержки. Отметим, что всегда $\varepsilon_{2v}\geqslant\varepsilon_{\min}$ и $\varepsilon_{3v}\geqslant\varepsilon_{\min}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., **19**, 172 (1970).
2. Рабинович З. Л., Элементарные операции в вычислительных машинах, Киев, 1966.
3. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., **19**, 397 (1970).

Институт кибернетики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
1/XII 1969

A. SIIMON

SIGNAALIDE DISJUNKTSIOONI SKEEMILISE REALISEERIMISE MÕNED MEETODID POTENTSIAAL-IMPULSSES ELEMENTIDE SÜSTEEMIS

Vaadeldakse signaalide disjunktsiooni (1) skeemilise realiseerimise meetodeid juhtumiks, kui selleks otstarbeks ei saa kasutada ainult kombinatsioonskeeme. Kasutamist leiavad kombinatsioonskeemid koos loendajate ja trigeritega.

A. SIIMON

SOME METHODS FOR REALIZATION OF DISJUNCTION OF SIGNALS IN FORM OF SCHEMES IN THE POTENTIAL-PULSE ELEMENT SYSTEM

Some methods are discussed for the realization of disjunction of signals (1) in the form of schemes, when for this purpose combinational schemes are useless. For this purpose, combinational schemes with counters and flip-flops are used.