

А. СИЙМОН

О РАСШИРЕНИИ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЯЗЫКА ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ

В работах [1-4] рассматривался язык для аналитического описания логических схем в потенциально-импульсной элементной структуре, который базировался на векторно-временных переключаемых функциях (ВП-функциях), разработанных в [5-7] З. Л. Рабиновичем. Результаты статьи [8] позволили применить этот язык для аналитического описания любых логических схем, построенных на базе двоичного исчисления. Упрощенный вариант языка был применен в [9]. Некоторые приложения рассмотрены в [4, 10, 11]. Для данного языка разработаны методы минимизации ВП-функций [7, 12] и метод синтеза логических схем от соответствующих микропрограмм [13].

Достоинством уже разработанного языка является возможность учета временных соотношений между информационными сигналами в схемах. Однако он не позволяет учесть другие физические свойства информационных сигналов. В то же время при синтезе на стадии перехода от логических схем к физическим возникает необходимость учета в логических элементах также других свойств информационных сигналов (например, длительности переходных процессов, нагрузочных способностей элементов и т. д.).

Целью данной работы и является дальнейшая разработка языка, которая позволила бы учесть в элементах, кроме временных соотношений между сигналами, также другие их свойства. Для этого на стадии перехода от логических схем к физическим заменим все векторно-временные аргументы и ВП-функции $f_{\Omega_i}^{\Delta}$ соответственно аргументами или функциями $f_{\Psi_i}^{\Delta}$, где знак Δ обозначает следующее:

$$\Delta = \begin{cases} * & \text{для импульсного сигнала;} \\ \text{пусто} & \text{для потенциального сигнала.} \end{cases}$$

Назовем эти функции $f_{\Psi_i}^{\Delta}$ векторными переключаемыми функциями (ВПФ-функциями), учитывающими различные физические свойства информационных сигналов.

Величина Ψ_i является множеством следующего вида:

$$\Psi_i = \{\Omega_i, \Omega_i^{(1)}, \Omega_i^{(2)}, \dots, \Omega_i^{(n)}, \dots\},$$

элементы которого в свою очередь являются множествами различных

параметров сигнала, необходимых для синтеза. Количество элементов множества Ψ_l равно количеству различных параметров, необходимых на данном этапе синтеза.

Рассмотрим некоторые из этих множеств $\Omega_l^{(n)}$ более подробно и приведем алгоритмы для определения этих параметров в виде функциональной зависимости ВПФ-функции $f_{\Psi_l}^\Delta$ от соответствующих параметров-аргументов данной функции.

Величина Ω_l является множеством отрезков времени существования сигнала [1] на выходе l -го элемента списка (ЭС) [1], реализующего ВП-функцию $f_{\Omega_l}^\Delta$, а также множеством отрезков времени существования сигнала на выходе элемента, реализующего ВПФ-функцию $f_{\Psi_l}^\Delta$ в физической схеме. Таким образом, поведение величин $f_{\Omega_l}^\Delta$ и $f_{\Psi_l}^\Delta$ во времени совпадает, но функция $f_{\Psi_l}^\Delta$ богаче свойствами по сравнению с ВП-функцией $f_{\Omega_l}^\Delta$. Определению множества Ω_l посвящены работы [2, 3, 8], где учтено замечание, сделанное в [4].

Величина $\Omega_l^{(1)}$ является множеством мощностей выходов l -го ЭС. Оно содержит q' элементов ω_q ($q = 1, 2, 3, \dots, q'$), где q' — количество выходов данного логического элемента.

Мощность множества $\Omega_l^{(2)}$ равна количеству входов в l -м ЭС. Его элемент v_p , где $p = 1, 2, 3, \dots, p'$ (p' — количество входов l -го ЭС), является потребляемой мощностью p -го входа данного логического элемента. Такое обилие элементов множества $\Omega_l^{(2)}$ вызвано тем, что не всегда все входы логического элемента равнозначны (например, у потенциально-импульсного вентиля).

Величина $\Omega_l^{(3)}$ есть множество из двух элементов u_{10}^Δ и u_{11}^Δ , являющихся уровнями физических величин, представляющих в схеме соответственно цифры «0» и «1».

Множество $\Omega_l^{(4)}$ также состоит из двух элементов t_{11} и t_{10} , являющихся длительностью переходного процесса соответственно на переднем и заднем фронтах сигнала $f_{\Psi_l}^\Delta$.

Величина $\Omega_l^{(5)}$ может быть, например, множеством характеристик надежности l -го ЭС и т. д.

1. Определение множества $\Omega_l^{(1)}$. Элементы ω_q множества $\Omega_l^{(1)}$, где $q = 1, 2, 3, \dots, q'$, можно определить по соответствующим известным в литературе (см., напр. [15]) выражениям. Во всяком случае

$$\omega_q = \varphi'(\mathbb{U}_l, \mathbb{U}'_l),$$

где \mathbb{U}_l — множество параметров схемы, представляющей l -й ЭС; \mathbb{U}'_l — множество параметров схем, представляющих нагрузку l -го ЭС; φ' — какая-то функциональная зависимость.

2. Определение множества $\Omega_l^{(2)}$. Элементы v_p множества $\Omega_l^{(2)}$, где $p = 1, 2, 3, \dots, p'$, также можно определить согласно известным в литературе выражениям (см. [15]). Во всяком случае

$$v_p = \varphi''(\mathbb{U}_l, \mathbb{U}''_l),$$

где \mathbb{U}''_l — множество параметров схем, выходные сигналы которых являются входами схемы, реализующей l -й ЭС; φ'' — какая-то функциональная зависимость.

Если известны множества $\Omega_l^{(1)}$ и $\Omega_l^{(2)}$, то можно выявить необходимость в усилителях мощности. После чего соответствующие усилители мощности вносятся в список элементов [1] в качестве нового элементного оператора, входящим сигналом которого является выходной сигнал l -го ЭС, а нагрузкой — прежняя нагрузка l -го ЭС.

3. Определение множества $\Omega_l^{(3)}$. Приступим к определению множества $\Omega_l^{(3)}$ для функции $f_{\Psi_l}^{\Delta}$ от соответствующих множеств $\Omega_i^{(3)}$ аргументов данной функции. Сделаем это по операциям. Рассмотрим следующие операции и операторы:

а) совпадение потенциальных сигналов

$$\tilde{x}_{\Psi_l} = \bigwedge_{i \in \mathcal{C}} \tilde{x}_{\Psi_i}, \quad (1)$$

где \mathcal{C} — множество порядковых номеров i ЭС [1], а

$$\tilde{x}_{\Psi_i} = \begin{cases} x_{\Psi_i} \\ \bar{x}_{\Psi_i} \end{cases};$$

б) совпадение одного потенциального сигнала с импульсным сигналом

$$\tilde{x}_{\Psi_l}^* = \tilde{x}_{\Psi_i} \wedge \tilde{x}_{\Psi_r}^*; \quad (2)$$

в) совпадение и несовпадение импульсных сигналов

$$\tilde{x}_{\Psi_l}^* = \bigwedge_{i \in \mathcal{C}} \tilde{x}_{\Psi_i}^* \wedge \overline{(\tilde{x}_{\Psi_r}^*)}; \quad (3)$$

г) разделение потенциальных сигналов

$$\tilde{x}_{\Psi_l}^* = \bigvee_{i \in \mathcal{C}} \tilde{x}_{\Psi_i}^*; \quad (4)$$

д) разделение импульсных сигналов

$$\tilde{x}_{\Psi_l}^* = \bigvee_{i \in \mathcal{C}} \tilde{x}_{\Psi_i}^*; \quad (5)$$

е) отрицание потенциального сигнала

$$\tilde{x}_{\Psi_l} = \overline{(\tilde{x}_{\Psi_i})}; \quad (6)$$

ж) отрицание импульсного сигнала

$$\tilde{x}_{\Psi_l}^* = \overline{(\tilde{x}_{\Psi_i}^*)}; \quad (7)$$

з) операция «штрих Шеффера»

$$\tilde{x}_{\Psi_l} = \overline{(\bigwedge_{i \in \mathcal{C}} \tilde{x}_{\Psi_i})}; \quad (8)$$

и) операция «стрелка Пирса»

$$\tilde{x}_{\Psi_l} = \overline{(\bigvee_{i \in \mathcal{C}} \tilde{x}_{\Psi_i})}; \quad (9)$$

к) задержка импульсного сигнала

$$\tilde{x}_{\Psi_i}^* = \tilde{x}_{\Psi_i}^* \rightarrow z; \quad (10)$$

л) статический триггер

$$T_{\Psi_i} = \begin{cases} L(\tilde{x}_{\Psi_i}^*, \tilde{y}_{\Psi_r}^*) & \text{для триггера с раздельными} \\ & \text{входами;} \\ L(T'_{\Psi_i} \square \tilde{z}_{\Psi_i}^*) & \text{для триггера со счетным вхо-} \\ & \text{дом;} \\ L(L(\tilde{x}_{\Psi_i}^*, \tilde{y}_{\Psi_r}^*) \oplus \tilde{z}_{\Psi_i}^*) & \text{для комбинированного тригге-} \\ & \text{ра второго рода (см. [14]),} \end{cases} \quad (11)$$

где T'_{Ψ_i} — значение сигнала на единичном выходе триггера до поступления сигнала $\tilde{z}_{\Psi_i}^*$;

м) динамический триггер

$$T_{\Psi_i}^* = \begin{cases} L_{\tau}(\tilde{x}_{\Psi_i}^*, \tilde{y}_{\Psi_r}^*) & \text{для триггера с раздельными} \\ & \text{входами;} \\ L_{\tau}(T_{\Psi_i}^* \oplus \tilde{z}_{\Psi_i}^*) & \text{для триггера со счетным вхо-} \\ & \text{дом;} \\ L_{\tau}(L_{\tau}(\tilde{x}_{\Psi_i}^*, \tilde{y}_{\Psi_r}^*) \oplus \tilde{z}_{\Psi_i}^*) & \text{для комбинированного триг-} \\ & \text{гера,} \end{cases} \quad (12)$$

где τ является периодом поступления тактовых сигналов.

Операции в логической задерживающей элементной структуре [9] отдельно рассматривать не будем. Определение множества $\Omega_i^{(3)}$ для них проведем совместно.

Введем предикат $B(\tilde{x}_{\Psi_i})$, получающий значение «истинно», если сигнал 1_{Ψ_i} в схеме представлен высоким уровнем физической величины (например, напряжения) и «ложно» в противном случае.

Для совпадения потенциальных сигналов вида (1) и разделения потенциальных сигналов вида (4) величины u_{i0} и u_{i1} определим следующим образом:

$$\left\{ \begin{aligned} u_{i0} &= \begin{cases} \varphi^{\text{III}}(u_{\max}^{(0)}, \mathbb{U}_1), & \text{если } B(\tilde{x}_{\Psi_i}) \cdot (i \in \mathfrak{E}); \\ \varphi^{\text{IV}}(u_{\min}^{(0)}, \mathbb{U}_1), & \text{если } \sim B(\tilde{x}_{\Psi_i}) \cdot (i \in \mathfrak{E}); \end{cases} \\ u_{\max}^{(0)} &= \max_{i \in \mathfrak{E}} \max_{j_0=1, 2, 3, \dots, j'_0} u_{ij_0}; \\ u_{\min}^{(0)} &= \min_{i \in \mathfrak{E}} \min_{j_0=1, 2, 3, \dots, j'_0} u_{ij_0}; \end{aligned} \right. \quad (13)$$

$$\left\{ \begin{aligned} u_{i1} &= \begin{cases} \varphi^{\text{V}}(u_{\min}^{(1)}, \mathbb{U}_1), & \text{если } B(\tilde{x}_{\Psi_i}) \cdot (i \in \mathfrak{E}); \\ \varphi^{\text{VI}}(u_{\max}^{(1)}, \mathbb{U}_1), & \text{если } \sim B(\tilde{x}_{\Psi_i}) \cdot (i \in \mathfrak{E}); \end{cases} \\ u_{\min}^{(1)} &= \min_{i \in \mathfrak{E}} \min_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{ij}; \\ u_{\max}^{(1)} &= \max_{i \in \mathfrak{E}} \max_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{ij}; \end{aligned} \right. \quad (14)$$

где φ^{III} , φ^{IV} , φ^{V} и φ^{VI} — какие-то функциональные зависимости; u_{ij_0} — значение физической величины, представляющей «0» в i -м ЭС на j_0 -м отрезке времени; j_0 — порядковый номер отрезка времени, где сигнал \tilde{x}_{Ψ_i} принимает значение «0»; j'_0 — количество отрезков времени, на которых сигнал \tilde{x}_{Ψ_i} принимает значение «0»; u_{ij} — значение физической величины, представляющей «1» в i -м ЭС на j -м отрезке времени, на котором сигнал \tilde{x}_{Ψ_i} принимает значение «1»; j' — количество отрезков времени, на которых сигнал \tilde{x}_{Ψ_i} принимает значение «1».

Если величины u_{l_0} или u_{l_1} выходят за пределы отображения «0» или «1» [9], то на выходе l -го ЭС нужно установить соответствующий усилитель уровня (например, усилитель напряжения) и внести его оператор в список элементов [1] аналогично сделанному в случае $\Omega_i^{(2)}$.

Для совпадения одного потенциального сигнала с импульсным сигналом вида (2) достаточно определить u_{i1}^* следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{i1}^* = \varphi^{\text{VII}}(u_{i1}, u_{r1}^*, U_l); \\ u_{i1} = \begin{cases} \min_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{ij}, & \text{если } B(\tilde{x}_{\Psi_i}); \\ \max_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{ij}, & \text{если } \sim B(\tilde{x}_{\Psi_i}); \end{cases} \\ u_{r1}^* = \begin{cases} \min_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{rj}^*, & \text{если } C(\tilde{x}_{\Psi_r}^*); \\ \max_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{rj}^*, & \text{если } \sim C(\tilde{x}_{\Psi_r}^*) \end{cases} \end{array} \right. \quad (15)$$

Здесь предикат $C(\tilde{x}_{\Psi_r}^*)$ имеет значение «истинно», если для сигнала $\tilde{x}_{\Psi_r}^*$ единичное значение сигнала представлено положительным выбросом, и «ложно» в противном случае; φ^{VII} — какая-то функциональная зависимость; u_{rj}^* — значение физической величины, представляющей «1» на выходе r -го ЭС на j -м отрезке времени.

Если значение u_{i1}^* выходит за пределы отображения «1», то на выходе l -го ЭС устанавливается импульсный усилитель, а в список элементов вносится его оператор.

Для совпадения и несовпадения импульсных сигналов вида (3) величины u_{i0}^* и u_{i1}^* определим следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{i0}^* = \varphi^{\text{VIII}}(u_{i0}^*, u_{r1}^*, U_l); \\ u_{i1}^* = \begin{cases} \max_{i \in \mathbb{E}} \max_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{ij}^*, & \text{если } C(\tilde{x}_{\Psi_i}^*) \cdot \sim C(\overline{(\tilde{x}^*)}_{\Psi_r}) \cdot (i \in \mathbb{E}); \\ \min_{i \in \mathbb{E}} \min_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{ij}^*, & \text{если } \sim C(\tilde{x}_{\Psi_i}^*) \cdot C(\overline{(\tilde{x}^*)}_{\Psi_r}) \cdot (i \in \mathbb{E}); \end{cases} \\ u_{r1}^* = \begin{cases} \min_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{rj}^*, & \text{если } C(\tilde{x}_{\Psi_r}^*) \cdot \sim C(\overline{(\tilde{x}^*)}_{\Psi_r}) \cdot (i \in \mathbb{E}); \\ \max_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{rj}^*, & \text{если } \sim C(\tilde{x}_{\Psi_r}^*) \cdot C(\overline{(\tilde{x}^*)}_{\Psi_r}) \cdot (i \in \mathbb{E}); \end{cases} \end{array} \right. \quad (16)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{i1}^* = \varphi^{\text{IX}}(u_{i1}^*, \mathcal{U}_l); \\ u_{i1}^* = \begin{cases} \max_{i \in \mathcal{E}} \max_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{ij}^*, & \text{если } \sim C(\tilde{x}_{\Psi_i}^*) \cdot C((\tilde{x}^*)_{\Psi_r}) \cdot (i \in \mathcal{E}); \\ \min_{i \in \mathcal{E}} \min_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{ij}^*, & \text{если } C(\tilde{x}_{\Psi_i}^*) \cdot \sim C((\tilde{x}^*)_{\Psi_r}) \cdot (i \in \mathcal{E}). \end{cases} \end{array} \right. \quad (17)$$

В (16) и (17) φ^{VIII} и φ^{IX} являются какими-то функциональными зависимостями. Если u_{i0}^* и u_{i1}^* выходят соответственно за пределы отображения «0» и «1», то на выходе l -го ЭС также устанавливается импульсный усилитель, и в список элементов вносится соответствующая поправка.

Для разделения импульсных сигналов вида (5) достаточно определить величину u_{i1}^* следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_{i1}^* = \varphi^{\text{X}}(u_{i1}^*, \mathcal{U}_l); \\ u_{i1}^* = \begin{cases} \min_{i \in \mathcal{E}} \min_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{ij}^*, & \text{если } C(\tilde{x}_{\Psi_i}^*) \cdot (i \in \mathcal{E}); \\ \max_{i \in \mathcal{E}} \max_{j=1, 2, 3, \dots, j'} u_{ij}^*, & \text{если } \sim C(\tilde{x}_{\Psi_i}^*) \cdot (i \in \mathcal{E}), \end{cases} \end{array} \right. \quad (18)$$

где φ^{X} — какая-то функциональная зависимость.

Если величина u_{i1}^* выходит за пределы отображения «1», то опять аналогичным образом устанавливается импульсный усилитель и вносится поправка.

Для операций вида (6)—(9), (11) и (12) величины u_{i0}^{Δ} и u_{i1}^{Δ} определим следующим образом:

$$u_{i0}^{\Delta} = u_{0 \text{ ном}}^{\Delta}; \quad u_{i1}^{\Delta} = u_{1 \text{ ном}}^{\Delta}, \quad (19)$$

где $u_{0 \text{ ном}}^{\Delta}$ и $u_{1 \text{ ном}}^{\Delta}$ — номинальные величины отображения «0» и «1» соответственно. Такое определение величин u_{i0}^{Δ} и u_{i1}^{Δ} вызвано наличием активных выходов в соответствующих схемах ЭС.

Для задержки импульсного сигнала вида (10) достаточно определить величину u_{i1}^* согласно (18), где надо выбросить член $(i \in \mathcal{E})$, если имеется пассивный выход, или согласно (19), если имеется активный выход.

Для логической задерживающей элементной структуры необходимо определить только u_{i1}^* согласно (19).

4. Определение множества $\Omega_l^{(4)}$. Величины t_{l1} и t_{l2} для потенциальных и импульсных сигналов определим следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} t_{l1} = \max_{i=1, 2, 3, \dots, j'} t_{lij}; \\ t_{lij} = \varphi^{\text{XI}}(\mathcal{U}_l^{(\max)}); \\ t_{l2} = \max_{j=1, 2, 3, \dots, j'} t_{lj2}; \\ t_{lj2} = \varphi^{\text{XII}}(\mathcal{U}_l^{(\max)}), \end{array} \right.$$

где $\mathcal{U}_l^{(\max)}$ — множество параметров l -го ЭС при наихудшем случае отклонения параметров схемы; t_{lij} и t_{lj2} — длительность переходного процесса соответственно на переднем и заднем фронтах сигнала $f_{\Psi_i}^{\Delta}$ на

j -м отрезке времени существования сигнала; φ^{XI} и φ^{XII} — какие-то функциональные зависимости.

В случае потенциальных сигналов, если не выполняется условие

$$t_{11} \leq \delta_{\min}; \quad t_{12} \leq \delta_{\min}, \quad (20)$$

где δ_{\min} — минимально допустимое время между снятием и последующей записью информации в данном триггере, то на выходе l -го ЭС нужно установить усилитель уровня и внести в список элементов соответствующий ему оператор.

В случае импульсных сигналов, если не выполняется условие

$$f'_{l1} \leq t_{11} + t_{12} + t_{13} \leq f''_{l1} \quad (t_{13} \geq 0; t_{11}, t_{12} > 0), \quad (21)$$

где t_{12} является временем стационарного процесса в импульсном сигнале $f^*_{\Psi_i}$, а t'_{l1} и t''_{l1} — заданные соответственно минимально и максимально допустимые длительности импульсного сигнала $f^*_{\Psi_i}$, то на выходе l -го ЭС опять нужно ставить импульсный усилитель и вносить в список элементов соответствующие поправки.

Таким образом, список элементов является одной из возможных форм записи физической схемы.

З а м е ч а н и е. Аналитическую форму записи физической схемы получим, если введем операторы для усилителей уровня и мощности. Обозначим их соответственно через $V^{\Delta}_{\Psi_m}(\tilde{x}^{\Delta}_{\Psi_i})$ и $W^{\Delta}_{\Psi_m}(\tilde{x}^{\Delta}_{\Psi_i})$, где сигнал

$\tilde{x}^{\Delta}_{\Psi_i}$ является выходной переменной соответствующего оператора, а m и i — порядковые номера ЭС по списку элементов. Эти операторы записываются в выражения для физических схем вместо соответствующих сигналов $\tilde{x}^{\Delta}_{\Psi_i}$.

Например, если $C_{\Psi_3} = X_{\Psi_1} \wedge X_{\Psi_2}$ и по вышеприведенным расчетам требуется усилитель мощности для сигнала x_{Ψ_2} , то соответствующая физическая схема имеет вид

$$C_{\Psi_3} = X_{\Psi_1} \wedge W_{\Psi_4}(x_{\Psi_2}),$$

где множества Ψ_1 , Ψ_2 , Ψ_3 и Ψ_4 определены указанным выше способом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 17, 270 (1968).
2. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 17, 391 (1968).
3. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 18, 347 (1969).
4. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 19, 172 (1970).
5. Рабинович З. Л., Тр. Междунар. симп. по теории релейн. устройств и конечн. автоматов (ИФАК), Теория конечных и вероятностных автоматов, М., 1965, с. 215.
6. Рабинович З. Л., Кибернетика, № 3, 36 (1968).
7. Рабинович З. Л., Кибернетика, № 4, 25 (1968).
8. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 20, 468 (1970).
9. Рабинович З. Л., Элементарные операции в вычислительных машинах, Киев, 1966.
10. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 19, 397 (1970).
11. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 19, 401 (1970).
12. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 22, 22 (1973).
13. Сиймон А., Изв. АН ЭССР, Физ. Матем., 22, 111 (1973).

14. Глушков В. М., Синтез цифровых автоматов, М., 1962.

15. Прессман А. И., Расчет и проектирование схем на полупроводниковых приборах для цифровых вычислительных машин, М., 1963.

Институт кибернетики
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
21/IX 1972

A. SIIMON

LOOGILISTE SKEEMIDE ANALÜÜTILISE KIRJELDAMISE KEELE VÕIMALUSTE LAIENDAMISEST

Esitatakse funktsioonid, mis võimaldavad loogilistelt skeemidelt üle minna füüsilistele skeemidele, ning nende määramiseks vajalikud algoritmid.

A. SIIMON

ABOUT EXTENSION OF THE LANGUAGE POSSIBILITIES FOR AN ANALYTICAL DESCRIPTION OF LOGICAL SCHEMES

New functions are presented which permit to transform logical schemes into physical ones. Corresponding algorithms are proposed for this purpose.