

Вятский государственный технический университет, кафедра радиоэлектронных средств
610000, г. Киров, ул. Московская, 36,
тел. (833-2)-693295, факс (833-2)-626578, e-mail: trubin@vgtu.riac.ru

Реферат. Предлагается способ нумерации структур рекурсивных цифровых фильтров, основанный на анализе топологической матрицы и топографии нулей и полюсов в z -плоскости при квантовании коэффициентов, и описаны блоки, из которых состоят структурные схемы.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В работах автора [1, 2] предложен способ получения всех возможных структур цифровых фильтров (ЦФ), основанный на генерации топологических матриц $T(z^{-1})$ порядка N , элементы t_{ij} которого равны коэффициентам передачи от j -го к i -му узлу структурной схемы. В связи с этим возникает необходимость каким-либо осмысленным способом обозначить генерируемые структуры и перенумеровать их. В докладе предлагается решению этой задачи.

В [2, 3] показано, что топография дискретизированной z -плоскости (возможное положение нулей и полюсов ЦФ при квантовании коэффициентов) в значительной (если не в полной) мере отражает функциональные характеристики реализуемого ЦФ и, в том числе, шумовые свойства. Поэтому при решении проблемы перенумерации сгенерированных структур в основу необходимо положить именно их топографические (в указанном выше смысле) особенности.

Генерируемые структуры имеют достаточно высокую сложность, поэтому необходимо произвести их декомпозицию – выделить элементарные блоки, определить способы их соединения.

2. СТРУКТУРА ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ МАТРИЦЫ ЦФ

В [2, 3] показано, что плотность точек z -плоскости, в которых могут располагаться нули и полюсы ЦФ с квантованными коэффициентами, определяется разрядностью дробной части коэффициентов передаточной функции канонической формы ЦФ

$$H(z) = \sum_{i=0}^n a_i z^i / \left(1 - \sum_{i=1}^n b_i z^i \right). \quad (1)$$

Было показано, что эти коэффициенты для любой структуры ЦФ представляют собой суммы произведений коэффициентов данной структуры (на рис. 1 представлены значения коэффициентов обратных связей b_1 и b_2 для некоторых структур ЦФ второго порядка). При реализации ЦФ в арифметике с фиксированной точкой величина кванта коэффициента b_k равна $q = 2^{-ms}$, где m – разрядность дробной части коэффициентов структуры ЦФ (считаем, что для всех коэффициентов она одинакова), s – максимальное число сомножителей в произведениях, входящих в выражение для коэффициента b_k . Таким образом, структура коэффициентов полиномов, находящихся в числителе и знаменателе передаточной функции, оказывает определяющее влияние на топографию дискретизированной z -плоскости [2, 3].

В данной работе для описания физически реализуемых (вычислимых) ЦФ будем использовать топологическую матрицу, приведенную к виду, при котором все элементы ее отличные от 0 и от z^{-1} , расположены ниже главной диагонали, элементы, равные z^{-1} , расположены выше главной диагонали, причем в любой строке и в любом столбце должно быть не более, чем по одному такому элементу [2]. Будем называть такую форму представления топологической матрицы канонической.

Проведенные автором исследования показали, что структура коэффициентов, а следовательно и топографические особенности, полностью определяются положением элементов z^{-1} в канонической форме топологической матрицы.

Для определения топографических свойств необходимо провести следующие построения в топологической матрице. Во-первых, необходимо выделить n (n – порядок ЦФ, равный числу блоков задержки в структуре) квадратных подматриц $T_i(z^{-1})$ порядка N_i , с главными диагоналями, совпадающими с главной диагональю матрицы $T(z^{-1})$, элементы с индексами $(1, N_i)$ которых равны z^{-1} . Во вторых, необходимо выделить квадратную подматрицу $T_0(z^{-1})$, которая является матрицей с минимальным порядком, включающей в качестве подматриц все матрицы $T_i(z^{-1})$. Ниже представлен пример матричного описания возможной топологии ЦФ

При дальнейшем изложении для простоты ограничимся случаем $n = 2$. Анализ передаточных функций сгенерированных ЦФ показывает, что топографические свойства зависят от n_c – количества общих элементов на главных диагоналях матриц $T_i(z^{-1})$. Если $n_c = 0$, то передаточная функция ЦФ имеет только вещественные полюсы. Такие фильтры не представляют интереса и в дальнейшем не рассматриваются.

$$T(z^{-1}) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ c_{21} & 0 & z^{-1} & 0 & 0 \\ c_{31} & c_{32} & 0 & z^{-1} & 0 \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & 0 & 0 \\ c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} & 0 \end{bmatrix}, \quad n = 2, N_1 = N_2 = 2,$$

$$T_0(z^{-1}) = \begin{bmatrix} 0 & z^{-1} & 0 \\ c_{32} & 0 & z^{-1} \\ c_{42} & c_{43} & 0 \end{bmatrix}, \quad T_1(z^{-1}) = \begin{bmatrix} 0 & z^{-1} \\ c_{32} & 0 \end{bmatrix},$$

$$T_2(z^{-1}) = \begin{bmatrix} 0 & z^{-1} \\ c_{43} & 0 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

3. ОБОЗНАЧЕНИЕ ГЕНЕРИРУЕМЫХ СТРУКТУР ЦФ И ИХ ДЕКОМПОЗИЦИЯ

Приведенные выше соображения делают возможным ввести содержательные конструктивные обозначения для генерируемых структур. Эти обозначения имеют вид

$$N\{N\}z\{n\}p\{P\}d\{N_1\}d\{N_2\}c\{n_c\}(p\{P_2\}).$$

Вместо символов в фигурных скобках подставляются конкретные значения, характеризующие структуру ЦФ: N, n, N_1, N_2, n_c – переменные, уже определенные выше, P – число, определяющее положение подматрицы $T_0(z^{-1})$ в матрице $T(z^{-1})$ (элемент с индексами (P, P) матрицы $T(z^{-1})$ является элементом с индексами $(1,1)$ матрицы $T_0(z^{-1})$), P_2 аналогичным образом определяет положение подматрицы $T_2(z^{-1})$ в подматрице $T_0(z^{-1})$, символы в круглых скобках для большинства структур являются факультативными, так как в этих случаях величина P_2 полностью определяется величиной n_c . Введенные обозначения позволяют описать структуру ЦФ с топологическим описанием (2) как структуру $N5z2p2d2d2c1(p2)$ или $N5z2p2d2d2c1$. На рис. 1 условно показаны топологические матрицы и выражения для коэффициентов b_1 и b_2 для всех возможных структур с числом узлов, равным $N = 5$.

Анализ генерируемых структур показывает, что имеет место иерархический принцип их построения на основе базовых блоков. Базовые блоки описываются топологическими матрицами $T_i(z^{-1})$. Для базовых блоков имеет смысл ввести обозначения $d\{N_i\}$. На рис. 2 представлены базовые блоки $d2, d3, d4$.

	$N5z2p1d2d2$	$N5z2p2d2d2$	$N5z2p3d2d2$	$N5z2p1d2d3$	$N5z2p2d2d3$	$N5z2p1d3d2$	$N5z2p2d3d2$	$N5z2p1d3$
	$c1(p2)$	$c1(p2)$	$c1(p2)$	$c1(p2)$	$c1(p2)$	$c1(p3)$	$c1(p3)$	$d3c2(p2)$
b_1	$c_{21}+c_{32}$	$c_{32}+c_{43}$	$c_{43}+c_{54}$	$c_{43}c_{32}+c_{21}+c_{42}$	$c_{54}c_{43}+c_{32}+c_{53}$	$c_{21}c_{32}+c_{31}+c_{43}$	$c_{43}c_{32}+c_{42}+c_{54}$	$c_{21}c_{32}+c_{43}c_{32}+c_{42}+c_{31}$
b_2	c_{31}	c_{42}	c_{53}	$c_{43}c_{31}+c_{41}$	$c_{54}c_{42}+c_{52}$	$c_{21}c_{42}+c_{41}$	$c_{32}c_{53}+c_{52}$	$c_{32}c_{41}-c_{31}c_{42}$
	$N5z2p2d3$	$N5z2p1d4d2$	$N5z2p2d4d2$	$N5z2p1d2d4$	$N5z2p1d4$	$N5z2p1d3$	$N5z2p1d3d4$	$N5z2p1d4d3$
	$d3c2(p2)$	$c2(p2)$	$c2(p2)$	$c1(p2)$	$d2c1(p4)$	$d3c1(p3)$	$c2(p2)$	$c2(p3)$
b_1	$c_{43}c_{32}+c_{54}c_{43}+c_{53}+c_{42}$	$c_{43}c_{21}c_{32}+c_{43}c_{31}+c_{21}c_{42}+c_{41}+c_{32}$	$c_{54}c_{43}c_{32}+c_{53}c_{32}+c_{21}c_{42}+c_{52}+c_{43}$	$c_{54}c_{43}c_{32}+c_{54}c_{42}+c_{53}c_{32}+c_{21}+c_{52}$	$c_{43}c_{21}c_{32}+c_{43}c_{31}+c_{21}c_{42}+c_{54}+c_{41}$	$c_{54}c_{43}+c_{21}c_{32}+c_{53}+c_{31}$	$c_{54}c_{43}c_{32}+c_{21}c_{32}+c_{54}c_{42}+c_{53}c_{32}+c_{31}+c_{52}$	$c_{43}c_{21}c_{32}+c_{21}c_{42}+c_{43}c_{31}+c_{54}c_{43}+c_{53}+c_{41}$
b_2	$c_{43}c_{52}-c_{42}c_{53}$	$c_{42}c_{31}-c_{32}c_{41}$	$c_{42}c_{53}-c_{52}c_{43}$	$c_{54}c_{43}c_{31}+c_{51}+c_{54}c_{41}+c_{53}c_{31}$	$c_{53}c_{21}c_{32}+c_{51}+c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{54}c_{41}+c_{21}c_{52}$	$c_{54}c_{21}c_{42}+c_{51}+c_{54}c_{41}+c_{21}c_{52}$	$c_{54}c_{32}c_{41}-c_{54}c_{31}c_{42}+c_{32}c_{51}-c_{31}c_{52}$	$c_{43}c_{21}c_{52}-c_{21}c_{42}c_{53}+c_{43}c_{51}-c_{41}c_{53}$
	$N5z2p1d4d4$	$N5z2p1d5d2$	$N5z2p1d5d2$	$N5z2p1d5d2$	$N5z2p1d5d2$	$N5z2p1d5d2$	$N5z2p1d5d3$	$N5z2p1d5d3$
	$c3(p2)$	$c2(p2)$	$c2(p2)$	$c2(p3)$	$c2(p3)$	$c2(p3)$	$c3(p2)$	$c3(p2)$
b_1	$c_{54}c_{43}c_{32}+c_{43}c_{21}c_{32}+c_{53}c_{32}+c_{43}c_{31}+c_{54}c_{42}+c_{21}c_{42}+c_{52}+c_{41}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{54}c_{41}+c_{32}+c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{54}c_{41}+c_{32}+c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{54}c_{41}+c_{32}+c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{54}c_{41}+c_{32}+c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{54}c_{41}+c_{32}+c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{41}+c_{43}c_{32}c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{42}c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{41}+c_{43}c_{32}c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{42}c_{51}$
b_2	$c_{51}c_{32}c_{43}+c_{31}c_{53}c_{42}-c_{41}c_{32}c_{53}-c_{43}c_{31}c_{52}+c_{51}c_{42}-c_{41}c_{52}$	$c_{54}c_{42}c_{31}-c_{54}c_{32}c_{41}+c_{31}c_{52}-c_{51}c_{32}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{54}c_{41}+c_{32}+c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{54}c_{41}+c_{32}+c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{54}c_{41}+c_{32}+c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{54}c_{41}+c_{32}+c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{41}+c_{43}c_{32}c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{42}c_{51}$	$c_{54}c_{43}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{21}c_{42}+c_{54}c_{43}c_{31}+c_{53}c_{21}c_{32}+c_{54}c_{41}+c_{43}c_{32}c_{53}c_{31}+c_{21}c_{52}+c_{42}c_{51}$

Рис. 1. Условное изображение топологических матриц ЦФ с $N=5$ узлами и выражения для коэффициентов b_1 и b_2

Очевиден рекурсивный принцип построения базовых блоков: при построении блока $\mathbf{d}\{\mathbf{k}\}$ необходимо увеличить номера всех узлов блока $\mathbf{d}\{\mathbf{k}-1\}$, кроме узла с номером \mathbf{j} , на единицу; к схеме добавить один узел, присвоить ему номер $\mathbf{j}+1$; соединить введенный узел ветвями со всеми остальными узлами, кроме \mathbf{j} -го, с учетом соответствующих коэффициентов передачи; соединить \mathbf{j} -й узел с $(\mathbf{j}+1)$ -м ветвью с соответствующим коэффициентом передачи.

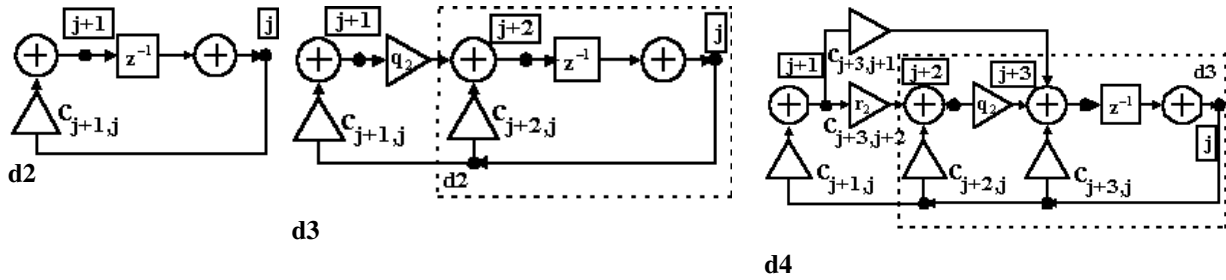


Рис. 2. Базовые блоки для построения структур ЦФ

Количество общих узлов у базовых блоков определяет способ соединения базовых блоков. Эти соединения описываются топологической матрицей $\mathbf{T}_0(z^{-1})$, соответствующие схемы показаны на рис. 3.

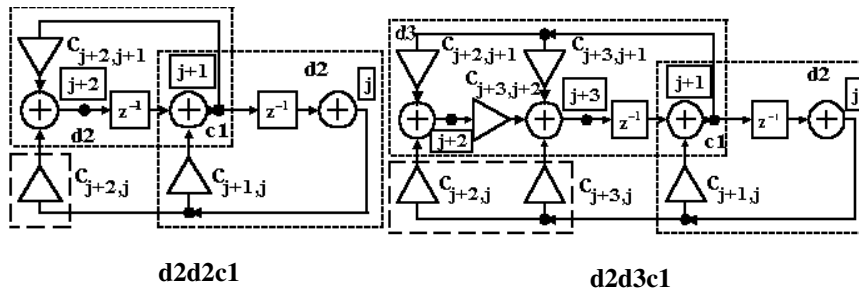


Рис. 3. Соединение базовых блоков

Топография нулей ЦФ определяется положением матрицы $\mathbf{T}_0(z^{-1})$ в матрице $\mathbf{T}(z^{-1})$. Но рассмотрение этого вопроса выходит за рамки данного доклада. На рис. 4 представлена схема ЦФ со структурой $\mathbf{N5z2p2d2d2c1}(p2)$.

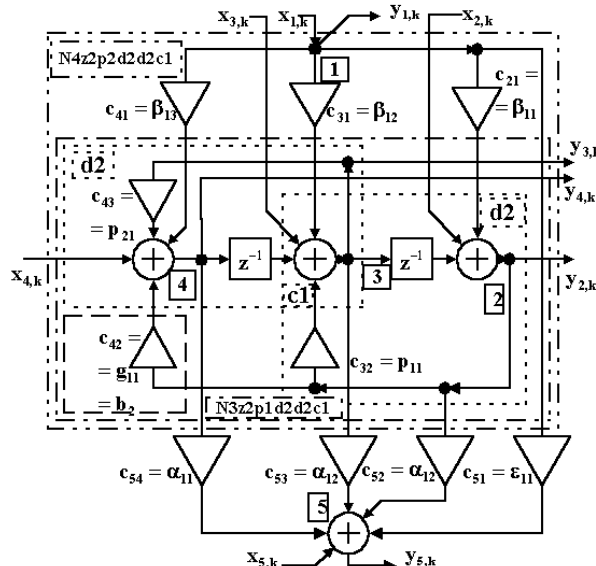


Рис. 4. Структура $\mathbf{N5z2p2d2d2c1}(p2)$

Рис. 4 иллюстрирует рекурсивный и иерархический принципы построения структурной схемы. Базовые блоки $\mathbf{d2}$ и $\mathbf{d2}$ с их пересечением $\mathbf{c1}$ составляют структуру $\mathbf{N3z2p1d2d2c1}$. Добавление узла 1 приводит к формированию структуры $\mathbf{N4z2p2d2d2c1}$, а добавление узла 5 – к формированию структуры $\mathbf{N5z2p2d2d2c1}$.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в докладе результаты целесообразно использовать при синтезе ЦФ, который должен состоять из следующих этапов. Сначала в дискретизированной z-плоскости необходимо определить допустимую конфигурацию и значения нулей и полюсов ЦФ, обеспечивающие требуемые функциональные характеристики. При этом определяется необходимое значение величины квантов коэффициентов a_k , b_k . Далее осуществляется выбор структуры ЦФ с учетом разрядности его коэффициентов (при этом необходимо учитывать не только разрядность дробных частей коэффициентов, но и разрядность целых частей, т. е. динамический диапазон представления коэффициентов), величины алгоритмической сложности. После этого осуществляется параметрический синтез (определение значений коэффициентов) и анализ характеристик синтезированного ЦФ.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Лесников В. А., Наумович Т. В., Частиков А. В. Автоматическая генерация структур цифровых фильтров. - Известия вузов. Электромеханика, 1999, № 2, с. 73 – 74.
2. Лесников В. А., Наумович Т. В. Генерация и нумерация структур при структурном синтезе рекурсивных цифровых фильтров. – Сб. трудов 6-й Международной научно-технической конференции “Радиолокация, навигация, связь” – Воронеж, 2000. – т. 3. – с. 1858 – 1868.
3. Лесников В. А., Наумович Т. В. Дискретизация z-плоскости при синтезе рекурсивных цифровых фильтров. - Вестник Вятского научн. центра Верхне-Волжского отделения Акад. технолог. наук РФ. Серия: Проблемы обработки информации. Выпуск 1/98. Сб. научных трудов. - Киров, 1998. - с.92 - 98.



NUMBERING and DECOMPOSITION of DIGITAL FILTER STRUCTURES

Lesnikov V.A.

Vyatka State Technical University
36 Moscow str., Kirov 610000, Russia

Phone (+7-833-2) -693295, Fax (+7-833-2) -626578, E-mail: trubin@vgtu.riac.ru

Abstract. The method of numbering of structures of IIR digital filters is offered. The method is based on the analysis of a topological matrix. The topography of zeros and poles of filters in a z-plane is taken into consideration. The units are described, the structures consist of which one.

In publication of the author [1] the method of obtaining of all possible structures of digital filters, based on generation of topological matrixes $\mathbf{T}(\mathbf{z}^{-1}) = [t_{ij}]$ of the order \mathbf{N} is offered. The elements t_{ij} represent transmission factors from a node \mathbf{j} to a node \mathbf{i} . In this connection there is a necessity by any reasonable way to denote generated structures and to enumerate them. In the report it is offered to the solution of this problem. In [1] is rotined, that the topography of a discretized z-plane in considerable measure mirrors the functional characteristics of digital filter. Therefore at a decision of a problem of enumeration of the generated structures in the basis it is necessary to put their topographic features.

The generated structures have rather high complexity, therefore it is necessary to make their decomposition. It is necessary to dedicate elementary units and to determine ways of their connection.

The transfer function of any digital filter can be shown as follows

$$H(z) = \sum_{i=0}^n a_i z^i / \left(1 - \sum_{i=1}^n b_i z^i \right). \quad (1)$$

Was rotined, that coefficients \mathbf{a}_i , \mathbf{b}_i for any digital filter structure represent the sums of products of coefficients of the given structure. The researches, conducted by the author, have shown, that structure of coefficients \mathbf{a}_i , \mathbf{b}_i , and consequently also topographic features, are completely determined by a position of elements \mathbf{z}^{-1} in a canonical form of a topological matrix.

For definition of topographic properties it is necessary to conduct following constructions in a topological matrix. At first, it is necessary to dedicate \mathbf{n} square submatrixes $\mathbf{T}_i(\mathbf{z}^{-1}) = [t_{1,N_i}^{ij}]$ of the order \mathbf{N}_i . \mathbf{n} - order of digital filter, equal number of units of delay in structure. $\mathbf{i}=1, \dots, \mathbf{n}$. Main diagonals of $\mathbf{T}_i(\mathbf{z}^{-1})$ conterminous to a main diagonal of the $\mathbf{T}(\mathbf{z}^{-1})$. $t_{1,N_i}^{ij} = z^{-1}$. In second, it is necessary to dedicate a square submatrix $\mathbf{T}_0(\mathbf{z}^{-1})$. $\mathbf{T}_0(\mathbf{z}^{-1})$ is a matrix with the minimum order including as submatrixes all matrixes $\mathbf{T}_i(\mathbf{z}^{-1})$. An example of the matrix description of possible topology of digital filter below is shown.

$$T(z^{-1}) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ c_{21} & 0 & z^{-1} & 0 & 0 \\ c_{31} & c_{32} & 0 & z^{-1} & 0 \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & 0 & 0 \\ c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} & 0 \end{bmatrix} \mathbf{n} = 2, \mathbf{N}_1 = \mathbf{N}_2 = 2, T_0(z^{-1}) = \begin{bmatrix} 0 & z^{-1} & 0 \\ c_{32} & 0 & z^{-1} \\ c_{42} & c_{43} & 0 \end{bmatrix} T_1(z^{-1}) = \begin{bmatrix} 0 & z^{-1} \\ c_{32} & 0 \end{bmatrix}, T_2(z^{-1}) = \begin{bmatrix} 0 & z^{-1} \\ c_{43} & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Reduced above reasons make possible to enter identifications for generated structures. For $n = 2$ these identifications look like the following: $\mathbf{N}\{\mathbf{N}\}\mathbf{z}\{\mathbf{n}\}\mathbf{p}\{\mathbf{P}\}\mathbf{d}\{\mathbf{N}_1\}\mathbf{d}\{\mathbf{N}_2\}\mathbf{c}\{\mathbf{n}_c\}\{\mathbf{p}\{\mathbf{P}_2\}\}$. Instead of characters in curly brackets the particular values describing digital filter structure are substituted. $\mathbf{t}_{\mathbf{P},\mathbf{P}} = \mathbf{t}_{1,1}^{\{0\}} \cdot \mathbf{t}_{\mathbf{P}_2,\mathbf{P}_2}^{\{1\}} = \mathbf{t}_{1,1}^{\{2\}} \cdot \mathbf{n}_c$ - quantity of common elements on main diagonals of $T_1(z^{-1})$ and $T_2(z^{-1})$. The gated in identifications allow to describe digital filter structure with the topological description (2) as pattern $\mathbf{N5z2p2d2d2c1}(\mathbf{p2})$ or $\mathbf{N5z2p2d2d2c1}$. The analysis of generated structures demonstrates, that has a place a hierarchic principle of their construction on the basis of base modules. The base modules are described by topological matrixes $T_i(z^{-1})$. For base modules it is meaningful to enter identifications $\mathbf{d}\{\mathbf{N}_i\}$. In a fig. 1 the base modules $\mathbf{d2}$, $\mathbf{d3}$, $\mathbf{d4}$ are shown.

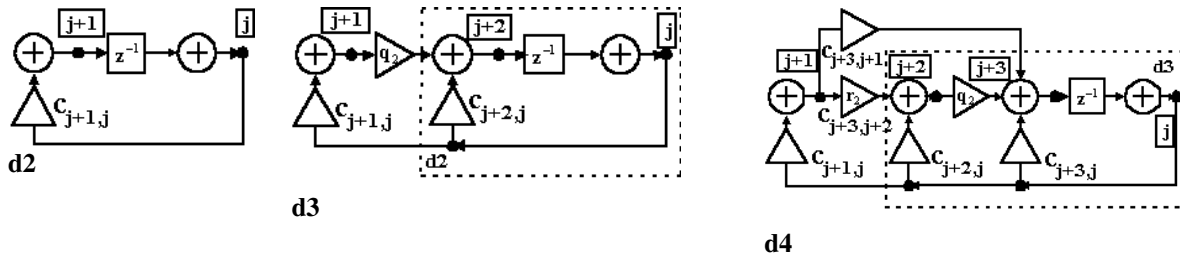


Fig. 1. Base modules for construction of digital filter structures

Quantity of common nodes for base modules determines a way of connection of base modules. These connections are described by a topological matrix $T_0(z^{-1})$, the applicable schemes are rotined in a fig. 2.

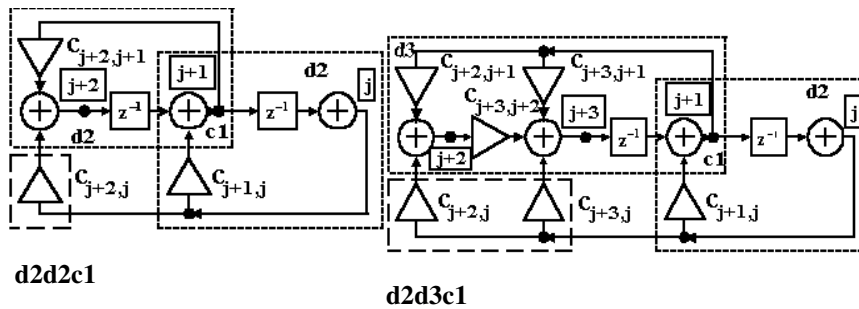


Fig. 2. Connection of base modules

In a fig. 3 the scheme of digital filter with structure $N5z2p2d2d2c1(p2)$ is shown. Introduced in the report the outcomes are expedient for using at of digital filters synthesis, which one should consist of following stages

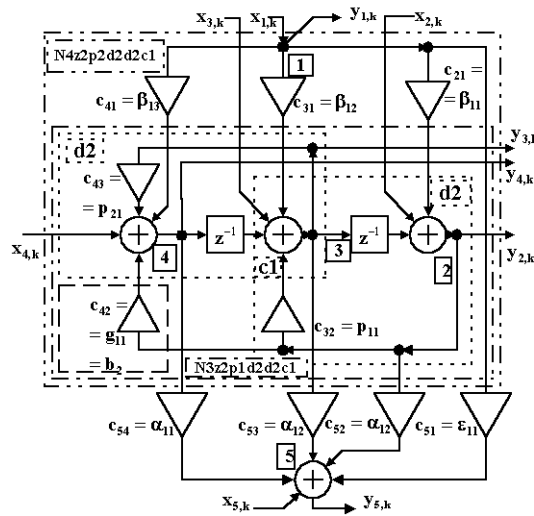


Fig. 4. Structure $N5z2p2d2d2c1(p2)$

At first in a discretized z -plane it is necessary to define the allowed configuration and values of zeros and poles, ensuring demanded functional characteristics. Thus the indispensable value of value of quanta of coefficients a_k , b_k is determined. Selection of structure further implements in view of a its coefficient wordlength and value of algorithmic complexity. After that the parametric synthesis and analysis of the characteristics synthesized filter implements.

REFERENCES

1. Лесников В.А., Наумович Т.В. Генерация и нумерация структур при структурном синтезе рекурсивных цифровых фильтров. – Сб. тр. 6-й Междунар. научно-техн. конф. “Радиолокация, навигация, связь” – Воронеж, 2000. – т. 3. – с. 1858 – 1868.