



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 4460858/24-21
- (22) 15.07.88
- (46) 07.06.90. Бюл. № 21
- (71) Минский радиотехнический институт
- (72) В.А.Кешишьян
- (53) 621.317(088.8)
- (56) Авторское свидетельство СССР № 560232, кл. G 06 F 15/34.

Горохов В.А. Комплексная минициризация в электросвязи. - М.: Радио и связь, 1987, с.196.

- (54) АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА ФУРЬЕ
- (57) Изобретение относится к вычислительной технике, в частности к обработке сигналов в реальном масштабе времени, и может быть использовано для выделения сигналов на фоне помех,

2

в спектральном анализе, при классификации сигналов. Цель изобретения - расширение функциональных возможностей устройства - достигается путем определения коэффициента Фурье в базе тригонометрических функций, а также увеличение быстродействия. Устройство содержит генератор базисных функций, два канала интеграторов по α и β интеграторов в каждом, два канала вычислителей по β вычислителей в каждом. Введение вычислителей и соответствующих связей позволяет вычислять коэффициенты Фурье в базе тригонометрических функций без использования операции умножения, что позволяет расширить функциональные возможности устройства и увеличить быстродействие. 7 ил.

Изобретение относится к вычислительной технике, предназначено для обработки сигналов в реальном масштабе времени и может быть использовано в задачах выделения сигналов на фоне помех, в спектральном анализе, в задаче классификации сигналов и т.п.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей за счет определения коэффициентов Фурье в базе тригонометрических функций, а также увеличение быстродействия.

На фиг.1 представлена блок-схема анализатора спектра Фурье; на фиг.2 - схема генератора базисных функций; на фиг.3 - первые пять квазиортонормальных базисных кусочно-постоянных

функций; на фиг.4 - временная диаграмма формирования первого и второго синхронизирующих сигналов; на фиг.5 - N интеграторов первого и второго канала; на фиг.6 - блок-схема i-го вычислителя соответственного первого и второго каналов; на фиг.7 - вычислители первого и второго каналов для N = 15.

Анализатор спектра содержит генератор 1 базисных функций (ГБФ) с входным зажимом 1-0, с первым 1-1 и вторым 1-2 синхронизирующими выходами и с группами выходов первого и второго каналов соответственно 1-1-1, 1-1-2, 1-1-i, ..., 1-1- β , ..., 1-1-n и 1-2-1, 1-2-2, ..., 1-2-i, ..., 1-2- β , ...

1-2-п. Входной зажим 1-0 ГБФ соединен с выходом генератора 2 тактовых импульсов (ГТИ).

Первый 3 и второй 4 каналы интеграторов содержат по n интеграторов соответственно 3-1, 3-2, ..., 3- i , ..., 3- β , ..., 3- n и 4-1, 4-2, ..., 4- i , ..., 4- β , ..., 4- n . Зажим 3-1-1 является входным зажимом устройства.

Первый 5 и второй 6 каналы вычислителей выполняют операции сложения, вычитания и умножения на постоянный коэффициент. Вычислители 5 и 6 содержат первый, второй, ..., β -й вычислители соответственно 5-1, 5-2, ..., 5- β и 6-1, 6-2, ..., 6- β , причем каждый i -й вычислитель может содержать с первого по n -й входной зажим соответственно 5-1-1, 5-1-2, ..., 5-1- n и 6-1-1, 6-1-2, ..., 6-1- n . Каждый i -й вычислитель имеет один выходной зажим. Соответственно вычислители первого и второго каналов содержат выходы 7-1-1, 7-1-2, ..., 7-1- n и 7-2-1, 7-2-2, ..., 7-2- n , которые одновременно являются и первым - n -м выходами соответственно первого и второго канала устройства.

ГБФ формирует на выходе кусочно-постоянные функции с амплитудами +1, 0 (причем 0 эквивалентен амплитуде -1) и содержит генератор 8 ортогональных тригонометрических функций (ГОТФ) 8. Последний имеет n выходов первого и второго канала соответственно 8-1-1, 8-1-2, ..., 8-1- n и 8-2-1, 8-2-2, ..., 8-2- n . ГБФ 1 включает в себя также устройство 9 сопряжения.

Устройство 9 сопряжения служит для преобразования тригонометрических функций в кусочно-постоянные функции с амплитудами 0, +1 и имеет n входов первого и второго каналов соответственно 9-1-1, 9-1-2, ..., 9-1- n и 9-2-1, 9-2-2, ..., 9-2- n , а также имеет n групп выходов, первого и второго каналов, которые одновременно являются соответствующими группами выходов ГБФ соответственно первого и второго каналов. Устройство сопряжения содержит по n RS-триггеров соответственно первого и второго каналов 10-1, 10-2, ..., 10- n и 11-1, 11-2, ..., 11- n , инверторы 12-1, 12-2, ..., 12- n и 13-1, 13-2, ..., 13- n , а также рас- пределитель 14 импульсов на два направления. Каждому из триггеров принадлежат соответственно первая-четвертая

схемы И 15-18, выходы которых являются соответственно первым-четвертым выходами 19-22, образующие соответствующие группы выходов ГБФ, причем первая группа выходов ГБФ первого канала содержит первый и второй синхронизирующие сигналы, формирующиеся дифференцирующей цепью из конденсатора 23, резистора 24, полупроводникового диода 25 и дополнительного инвертора 26, а также схемы 27 задержки, причем выход дополнительного инвертора 26, а также выход схемы 27 задержки образуют первый и второй синхронизирующие выходы ГБФ. Интеграторы первого и второго каналов идентичны один другому и содержат соответственно первый 28 и второй 29 операционные усилители, первый-восьмой ключи 30-37, первый-четвертый конденсаторы 38-41, причем управляющие входы третьего 32, четвертого 33, пятого 34 и шестого 35, седьмого 36 и восьмого 37 ключей образуют соответственно первый-четвертый управляющие входы 42-45 каждого интегратора, а управляющие входы второго 31 и первого 30 ключей образуют соответственно первый и второй синхронизирующие входы 46 и 47, i -й вычислитель первого и второго каналов содержит соответственно входы 5-1- i , 5-1-3 i , 5-1-5 i , ..., 5-1- i ($2n-1$) и 6-1- i , 6-1-3 i , 6-1-5 i , ..., 6-1- i ($2n-1$), а также с первого по k -й вычитатели и сумматоры соответственно 48-1, 48-2, ..., 48-($k-1$), 48- k , с первого по k -й умножители на постоянный коэффициент соответственно 49-1, 49-2, ..., 49- k .

Вычислители первого и второго каналов содержат для случая $N=15$ соответственно 15 входов 5-1-1, ..., 5-1-15 и 6-1-1, ..., 6-1-15.

Первый вычислитель первого и второго каналов содержат первый-пятый вычитатели 48-1 и 48-5 и сумматор 48-6, а также первый-шестой умножители на постоянный коэффициент соответственно 49-1, ..., 49-6.

Второй вычислитель первого и второго каналов содержит соответственно первый-третий вычитатели 48-1-48-3, а также первый-третий умножители 49-1, ..., 49-3 на постоянный коэффициент.

Третий вычислитель первого и второго каналов содержит соответственно первый 48-1 и второй 48-2 вычитатели

и первый 49-1 и второй 49-2 умножители на постоянный коэффициент.

Четвертый вычислитель первого и второго каналов содержит вычислитель 48-1 и умножитель 49-1 на постоянный коэффициент.

Пятый вычислитель первого и второго каналов содержит вычитатель 48-1 и умножитель 49-1 на постоянный коэффициент. Причем выходы первого-пятого вычислителей соответственно первого и второго канала образуют первый-пятый выходы 7-1-1, ..., 7-1-5 первого и второго канала устройства, а выходы интеграторов 3-6, 3-7, ..., 3-15 и 4-6, 4-7, ..., 4-15 первого и второго канала непосредственно образуют шестой-пятнадцатый выходы первого и второго канала устройства соответственно 7-1-6 (7-2-6), 7-1-7 (7-2-7), ..., 7-1-15 (7-2-15).

Анализатор спектра Фурье работает следующим образом.

ГОТФ 8 генератора 1 под воздействием поступающих на вход 8-1 ГОТФ (вход 1-0, ГБФ) импульсов с выхода ГТИ 2 вырабатывает ортогональные тригонометрические функции. На выходах ГОТФ 8 первого и второго каналов соответственно, 8-1-1, 8-1-2, ..., 8-1-n и 8-2-1, 8-2-2, ..., 8-2-n (фиг.2) формируются функции соответственно $\sin \omega t$, $\sin 2\omega t$, ..., $\sin n \omega t$ и $\cos \omega t$, $\cos 2\omega t$, ..., $\cos n \omega t$. Эти функции поступают соответственно на входы устройства сопряжения (фиг.2). При этом соответствующие тригонометрические базисные функции поступают с одной стороны на входы S RS-триггеров соответственно 10-1, 10-2, ..., 10-n и 11-1, 11-2, ..., 11-n, а с другой - на входы инверторов 12-1, 12-2, ..., 12-n и 13-1, 13-2, ..., 13-n, выходы которых соединены соответственно с входами R RS-триггеров (фиг.2). Считая, что амплитуды сигналов тригонометрических функций достаточны для включения и выключения триггеров по S- и R-входам, на выходах каждого из указанных триггеров формируются кусочно-постоянные функции с амплитудами +1, 0. Причем значение амплитуды, равное нулю, эквивалентно значению амплитуды -1 основной базисной функции (фиг.3). Распределитель 14 импульсов формирует импульсы по двум направлениям (фиг.4), а первая 15 и вторая 16 схемы И при

высоком уровне на первом выходе RS-триггера дают разрешение на появление импульсов на первом, затем на втором выходах первой группы выходов 1-1-1 первого канала, а при появлении высокого уровня на втором выходе RS-триггера включаются третья 17 и четвертая 18 схемы И (фиг.2). Так как триггер 10-1 переключается с частотой основной гармоники $\sin \omega t$, то по окончании одного периода с помощью дифференцирующей цепи 23-26 и инвертора 27 формируется первый синхронизирующий импульс (фиг.2 и 4), то есть выход 1-1 ГБФ, а проходя по схеме 27 задержки (задержка осуществляется не более чем на полпериода частоты следования тактовых импульсов ГТИ 2), на выходе 1-2 ГБФ появляется второй синхронизирующий импульс.

Пусть на вход 3-1-1 устройства (фиг.1 и 5) поступает сигнал $f(t)$, разложение которого в ряд Фурье имеет вид

$$f(t) = A_0 + A_1 \sin \omega t + B_1 \cos \omega t + A_2 \sin 2\omega t + B_2 \cos 2\omega t + \dots + A_{10} \sin 10\omega t + B_{10} \cos 10\omega t + \dots$$

Введенные в предлагаемом изобретении базисные функции вида $\text{sign } x$ ($\text{sign } \omega t$) при $n = 1, 2, 3, \dots$ обозначим как $S(1), S(2), \dots, S(n)$, а функции вида $\text{sign}(\cos n \omega t)$ при $n = 1, 2, 3, \dots$ - как $C(1), C(2), \dots, C(n)$ (фиг.3).

Умножают $f(t)$ соответственно на каждую из функций $S(1) \dots S(n)$ и $C(1) \dots C(n)$ и интегрируют на интервале 0-T

$$\frac{1}{T} \int_0^T f(t) S(1) dt = \frac{2}{\pi} A_1 + \frac{2}{3\pi} A_3 + \frac{2}{5\pi} A_5 +$$

$$+ \frac{2}{7\pi} A_7 + \frac{2}{9\pi} A_9 + \frac{2}{11\pi} A_{11} + \dots (1-1);$$

$$\frac{1}{T} \int_0^T f(t) S(2) dt = \frac{2}{\pi} A_2 + \frac{2}{3\pi} A_6 +$$

$$+ \frac{2}{5\pi} A_{10} + \frac{2}{7\pi} A_{14} + \dots (1-2);$$

$$\frac{1}{T} \int_0^T f(t) S(10) dt = \frac{2}{\pi} A_{10} + \frac{2}{3\pi} A_{30} +$$

$$+ \frac{2}{5\pi} A_{50} + \frac{2}{7\pi} A_{70} + \dots (1-10).$$

Аналогично умножая $f(t)$ на $C(n)$

и интегрируя в пределах 0-T, получают

$$\frac{1}{T} \int_0^T f(t) C(1) dt = \frac{2}{\pi} B_1 + \frac{2}{3\pi} B_3 +$$

$$+ \frac{2}{5\pi} B_5 + \frac{2}{7\pi} B_7 + \frac{2}{9\pi} B_9 +$$

$$-\frac{2}{11\pi} B_{11} + \dots (2-1)$$

$$\frac{1}{T} \int_0^T f(t) C(10) dt = -\frac{2}{\pi} B_{10} - \frac{2}{3\pi} B_{30} + \frac{2}{5\pi} B_{50} - \frac{2}{7\pi} B_{70} + \dots (2-10)$$

Рассмотрим принцип действия устройства при условии, что $f(t)$ содержит первую-пятнадцатую гармоники, т.е. при $N=15$ необходимо определить пятнадцать коэффициентов $A_1 - A_{15}$ и $B_1 - B_{15}$ ряда Фурье (коэффициенты выше пятнадцатых не рассматриваются).

Для определения пятнадцати коэффициентов A_i и B_i используются пятнадцать групп выходов соответственно первого и второго каналов ГБФ 1, пятнадцать интеграторов ($N=15$) первого и второго каналов, которые имеют номера (3-1, 3-2, ..., 3-15 и 4-1, 4-2, ..., 4-15) порядка следования, соответствующие номерам входов соответствующих вычитателей первого и второго каналов 5-1-1, 5-1-2, 5-1-3, ..., 5-1-15 и 6-1-1, 6-1-2, 6-1-3, ..., 6-1-15.

Определяют количество вычитателей, сумматоров и умножителей на постоянный коэффициент, необходимых для первого - i -го вычислителей. Первый вычислитель ($i=1$) первого и второго каналов подключается своими входами 5-1-1, 5-1-3, 5-1-5, ..., 5-1-15 и 6-1-1, 6-1-3, 6-1-5, ..., 6-1-15 к соответствующим выходам номеров интеграторов первого и второго каналов (фиг.7).

Порядковые номера входов первого вычислителя первого и второго каналов (фиг.7, 5-1 и 6-1), которые делятся только на единицу и себя, - 5-1-3, 5-1-5, 5-1-7, 5-1-11 и 5-1-13 (фиг.7). Поэтому указанные номера входов первого вычислителя (5-1 и 6-1) через умножители 49-1, 49-2, ..., 49-5 на постоянный коэффициент подключаются к вторым входам первого-пятого вычитателя 48-1, 48-2, ..., 48-5. Порядковые номера входов первого вычитателя первого и второго каналов (фиг.7, 5-1 и 6-1), которые делятся не только на единицу и на себя, а и на другие числа, - только номер 15 входа (фиг.7), который с входа 5-1-15 (6-1-15) первого вычислителя первого и второго каналов через шестой умножитель 49-6 на

постоянный коэффициент подключается к второму входу сумматора 48-6. Причем номером входов первого вычислителя первого и второго каналов, удовлетворяющих условию $K^2 i (2\alpha - 1) \in N$, $K=3$, будет только номер 9, следовательно, он не используется. Выход сумматора 48-6 является выходом первого вычислителя первого и второго каналов, причем первые входы сумматора 48-6 подключены к выходу вычитателя 48-5, а первый вход вычитателя 48-5 - к выходу вычитателя 48-4 и т.д., т.е. первый вход вычитателя 48-4 подключается к выходу вычитателя 48-3, первый вход вычитателя 48-3 - к выходу вычитателя 48-2, первый вход вычитателя 48-2 - к выходу вычитателя 48-1, а первый вход вычитателя 48-1 - к первому входу 5-1-1 (6-1-1) первого вычислителя 5-1 и 6-1 первого и второго каналов.

Второй вычислитель 5-2 (6-2) первого и второго каналов ($i=2$) подключается своими входами 5-1-2, 5-1-6, 5-1-10, 5-1-14 и 6-1-2, 6-1-6, 6-1-10, 6-1-14 к соответствующим номерам выходов интеграторов первого и второго каналов (фиг.7).

Определим количество вычитателей, сумматоров и умножителей на постоянный коэффициент, необходимых для второго вычислителя первого и второго каналов.

Порядковые номера входов второго вычислителя первого и второго каналов (фиг.7, 5-2 и 6-2) с кратными номерами входов первому вычислителю, которые делятся только на единицу и на себя, будут номера 6, 10, 14 (кратные номерам 3, 5, 7 входов первого вычитателя). Следовательно, входы 5-1-6, 5-1-10, 5-1-14 и 6-1-6, 6-1-10, 6-1-14 через умножители 49-1, 49-2 и 49-3 на постоянный коэффициент подключены к вторым входам вычитателей соответственно 48-1, 48-2 и 48-3. Среди порядковых номеров входов второго вычислителя первого и второго каналов (фиг.7, 5-2 и 6-2), нет номеров, кратных номерам первого вычислителя, которые делятся не только на единицу и на себя, но и на другие числа. Следовательно, второй вычислитель (фиг.7, 5-2 и 6-2) не имеет сумматоров. Кроме того, среди входов второго вычислителя нет входов, кото-

рые не используются, так как нет номеров, кратных номерам первого вычислителя с номерами $K^2(2\alpha-1) = 9, 25, 27, \dots$. Следовательно, выход третьего вычитателя 48-3 является выходом второго вычислителя первого и второго каналов, а первый вход третьего вычитателя 48-3 подключен к выходу второго вычитателя 48-2, первый вход которого подключен к выходу первого вычитателя 48-1, первый вход которого подключен к первому входу второго вычислителя, т.е. к входу с $i = 2$ (т.е. первый вход второго вычислителя имеет порядковый номер $i = 2$).

Третий вычислитель 5-3 (6-3) первого и второго каналов ($i = 3$) подключается своими входами 5-1-3, 5-1-9, 5-1-15 и 6-1-3, 6-1-9 и 6-1-15 к соответствующим номерам выходов интеграторов первого и второго каналов (фиг.7).

Определим количество вычитателей, сумматоров и умножителей на постоянный коэффициент, необходимых для третьего вычислителя первого и второго каналов.

Порядковые номера входов третьего вычислителя первого и второго каналов с кратными номерами входов первому вычислителю делятся только на единицу и на себя (кратность номерам 3 и 5 первого вычислителя). Следовательно, входы 5-1-9, 5-1-15 и 6-1-9 и 6-1-15 через умножители 49-1 и 49-2 на постоянный коэффициент подключены к вторым входам вычитателей 48-1 и 48-2 соответственно. Среди порядковых номеров третьего вычитателя первого и второго каналов (фиг.7, 5-3 и 6-3) нет номеров, кратных номерам первого вычислителя, которые делятся не только на единицу и на себя, но и на другие числа. Следовательно, третий вычислитель 5-3 и 6-3 не содержит сумматоров. Кроме того, среди входов третьего вычислителя нет входов, которые не используются, так как нет номеров, кратных номерам первого вычислителя, с номерами $K^2(2\alpha-1) \rightarrow 9, 25, 27$. Для третьего же вычислителя номер 9,3, где 3 - множитель кратности, $9 \cdot 3 = 27$, но $27 \notin 15$. Причем выход вычитателя 48-2 является выходом третьего вычислителя первого и второго каналов, а первый выход вычитателя 48-2 подключен к выходу первого вычитате-

ля 48-1, первый вход которого подключен к первому входу ($i = 3$) третьего вычислителя.

Четвертый вычислитель (фиг.7, 5-4 6-4) первого и второго каналов ($i = 4$) подключается своими входами 5-1-4, 5-1-12 и 6-1-4, 6-1-12 к соответствующим номерам выходов интеграторов первого и второго каналов (фиг.7). При этом коэффициент кратности равен четырем относительно номеров первого вычислителя. Поэтому номера, кратные номерам первого вычислителя, делящиеся только на единицу и на себя, будут номера 5-1-12 и 6-1-12 соответственно первого и второго каналов. Других номеров не присутствует, следовательно, только вход 5-1-12 (6-1-12), кратный входу 5-1-3 первого вычислителя (коэффициент кратности 4) подключен через умножитель 49-1 на постоянный коэффициент к второму входу вычитателя 48-1, первый вход которого подключен к первому входу ($i = 4$) четвертого вычитателя, а выход вычитателя 48-1 является выходом четвертого вычислителя.

Пятый вычислитель ($i = 5$) подключается своими входами 5-1-5, 5-1-15 и 6-1-5, 6-1-15 (фиг.7) к соответствующим номерам выходов интеграторов первого и второго каналов (фиг.7). В этом случае вход 5-1-15 (6-1-15) через умножитель 49-1 на постоянный коэффициент подключен на второй вход вычитателя 48-1, первый вход которого подключен к первому входу пятого вычислителя ($i = 5$). Выход вычитателя 48-1 является выходом пятого вычислителя, а выходы шестого-пятнадцатого интеграторов первого и второго каналов являются непосредственно шестым-пятнадцатым выходами первого и второго каналов.

Рассмотрим работу вычислителя первого канала, вычисляющего первые коэффициенты ряда Фурье. На входах 5-1-1, 5-1-3, 5-1-5, 5-1-7, 5-1-11, 5-1-13, 5-1-15 - сигналы, удовлетворяющие определенной совокупности следования коэффициентов Фурье, определяемых согласно $(1-1), \dots, (1-10)$. Первый-шестой умножители 49-1, 49-1, ..., 49-6 на постоянный коэффициент умножают на постоянный множитель соответственно $1/3, 1/5, 1/7, 1/11, 1/13,$

1/15 (фиг. 7). Тогда первый вычислитель проводит вычитание в вычитателях

48-1, 48-5 и сложение в сумматоре 48-6 согласно

$$\begin{aligned} & \frac{2}{\pi} A_1 + \frac{2}{3\pi} A_3 + \frac{2}{5\pi} A_5 + \frac{2}{7\pi} A_7 + \frac{2}{9\pi} A_9 + \frac{2}{11\pi} A_{11} + \frac{2}{13\pi} A_{13} + \frac{2}{15\pi} A_{15} \\ & - \frac{1}{3} \left(\frac{2}{\pi} A_3 \right) + \frac{2}{3\pi} A_3 + \frac{2}{5\pi} A_{15} \\ & - \frac{1}{5} \left(\frac{2}{\pi} A_5, \dots \right) + \frac{2}{3\pi} A_{15} \\ & - \frac{1}{7} \left(\frac{2}{\pi} A_7 \right) \\ & - \frac{1}{11} \left(\frac{2}{\pi} A_{11} \right) \\ & - \frac{1}{13} \left(\frac{2}{\pi} A_{13} \right) \\ & + \frac{1}{15} \left(\frac{2}{\pi} A_{15} \right) \end{aligned}$$

$$\frac{2}{\pi} A_1$$

Второй вычислитель определяет коэффициент A_2 как

$$\begin{aligned} & \frac{2}{\pi} A_2 + \frac{2}{3\pi} A_6 + \frac{2}{5\pi} A_{10} + \frac{2}{7\pi} A_{14} \\ & - \frac{1}{3} \left(\frac{2}{\pi} A_6 \right) \\ & - \frac{1}{5} \left(\frac{2}{\pi} A_{10} \right) \\ & - \frac{1}{7} \left(\frac{2}{\pi} A_{14} \right) \end{aligned}$$

$$\frac{2}{\pi} A_2$$

Третий вычислитель определяет коэффициент A_3 как

$$\begin{aligned} & \frac{2}{\pi} A_3 + \frac{2}{3\pi} A_9 + \frac{2}{5\pi} A_{15} \\ & - \frac{1}{3} \left(\frac{2}{\pi} A_9 \right) \\ & - \frac{1}{5} \left(\frac{2}{\pi} A_{15} \right) \end{aligned}$$

$$\frac{2}{\pi} A_3$$

Четвертый вычислитель определяет коэффициент A_4 как

$$\begin{aligned} & \frac{2}{\pi} A_4 + \frac{2}{3\pi} A_{12} \\ & - \frac{1}{3} \left(\frac{2}{\pi} A_{12} \right) \end{aligned}$$

$$\frac{2}{\pi} A_4$$

Пятый вычислитель определяет коэффициент A_5 как

$$\begin{aligned} & \frac{2}{\pi} A_5 + \frac{2}{3\pi} A_{15} \\ & - \frac{1}{3} \left(\frac{2}{\pi} A_{15} \right) \end{aligned}$$

$$\frac{2}{\pi} A_5$$

Остальные коэффициенты определяются непосредственно (без вычислений) с выходов шестого-пятнадцатого интеграторов. Аналогично определяются

коэффициенты B . Перед каждым коэффициентом A_i и B_i ряда Фурье присутствует постоянный множитель $2/\pi$. Он может быть скомпенсирован коэффициентом передаточной функции интеграторов. Число n , т.е. число гармоник, присутствующих во входном сигнале, практически неограничено и не влияет на существенное усложнение и качественные показатели устройства.

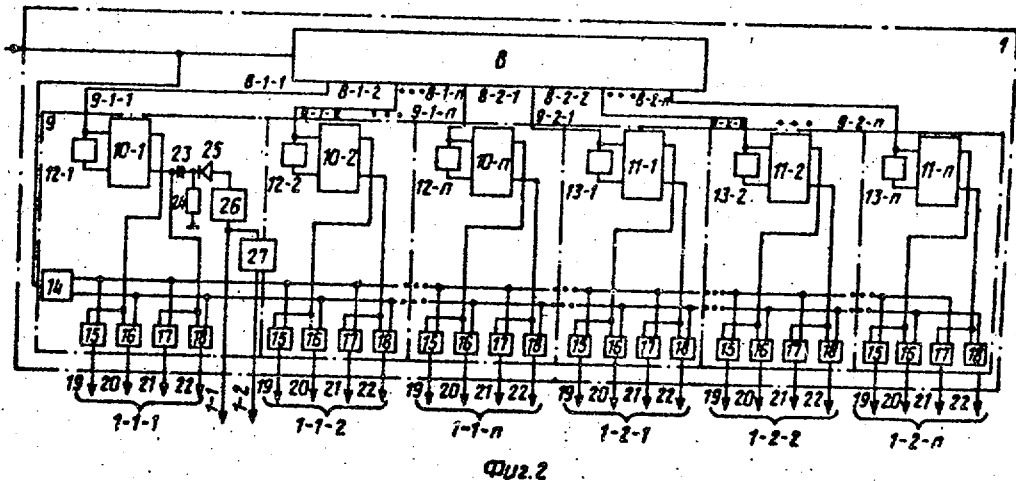
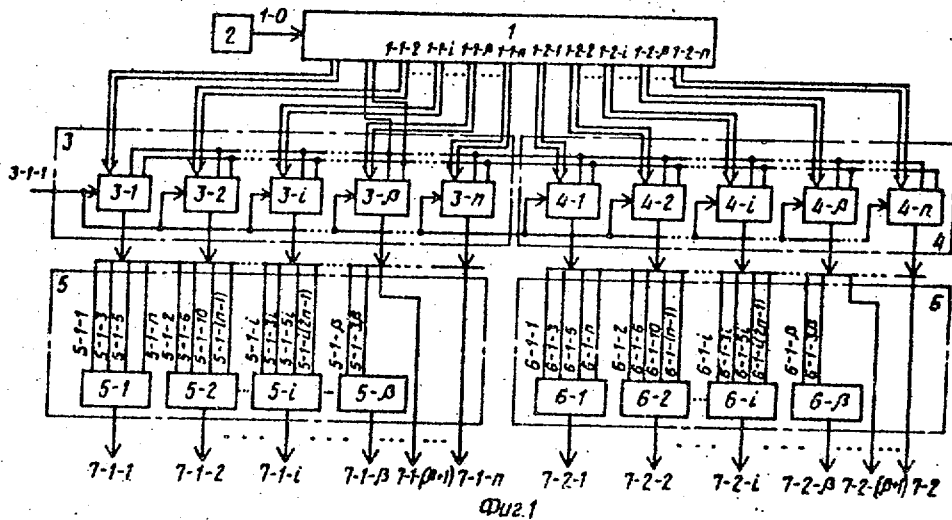
Таким образом, технико-экономические преимущества предлагаемого анализатора спектра Фурье заключаются в том, что введение генератора базисных функций, сигналы которых эквивалентны гармоническим базисным функциям, но в отличие от последних имеют постоянные амплитуды ± 1 , т.е. являются кусочно-постоянными, позволяет использовать преимущества, которыми обладают преобразования Уолша, т.е. исключить операции умножения. В то же время предлагаемый анализатор вычисляет непосредственно коэффициенты Фурье в базисе тригонометрических функций, а не коэффициенты Уолша, причем для вычисления коэффициентов Фурье требуются минимальные аппаратные затраты.

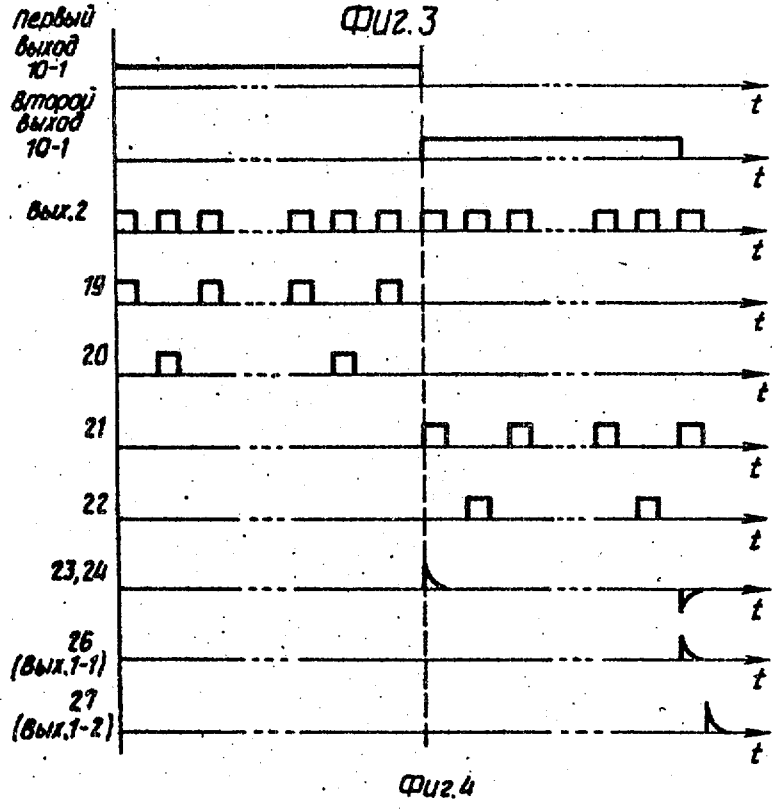
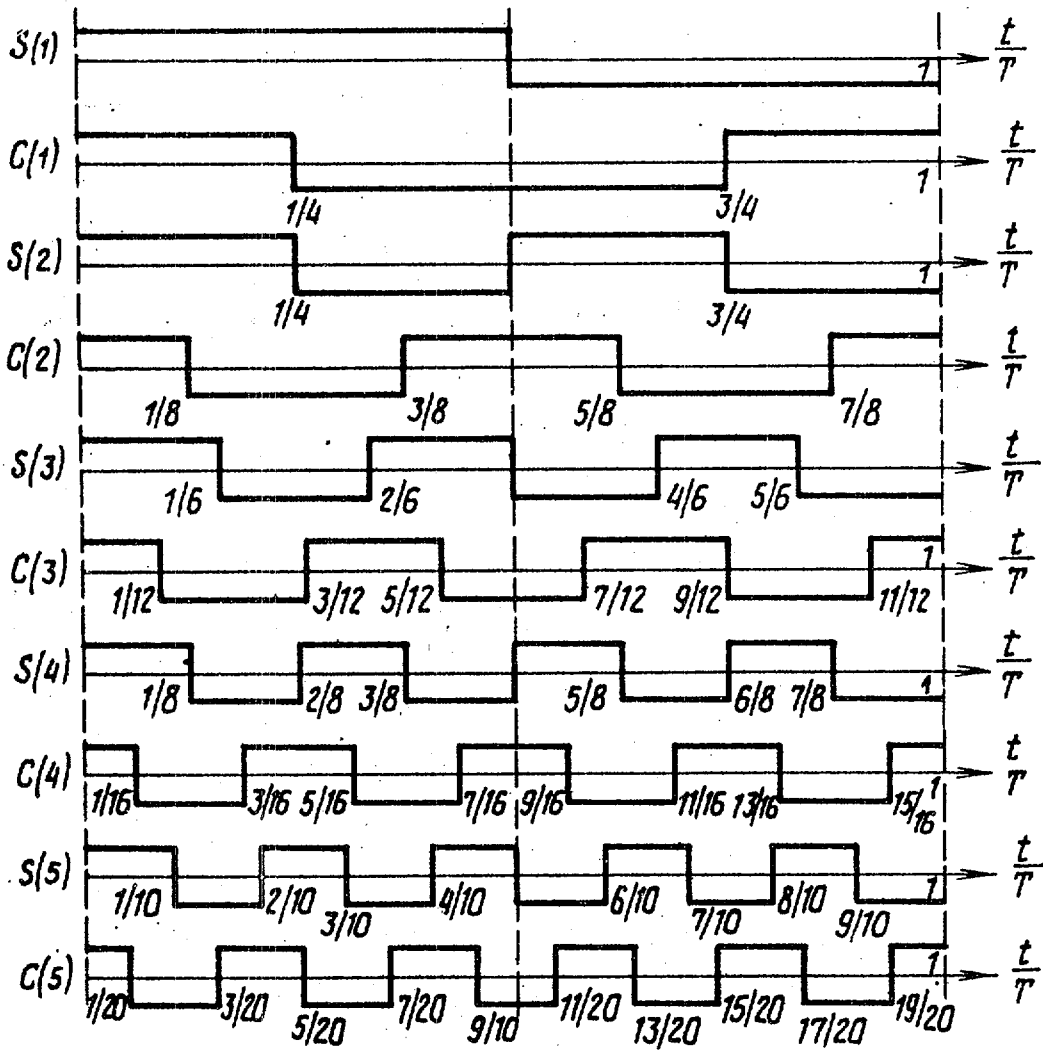
Таким образом, предлагаемый анализатор спектра Фурье позволяет определять коэффициенты ряда Фурье, обеспечивая минимальное количество арифметических операций, с малыми аппаратными затратами и достаточно высокой точностью по сравнению с известными.

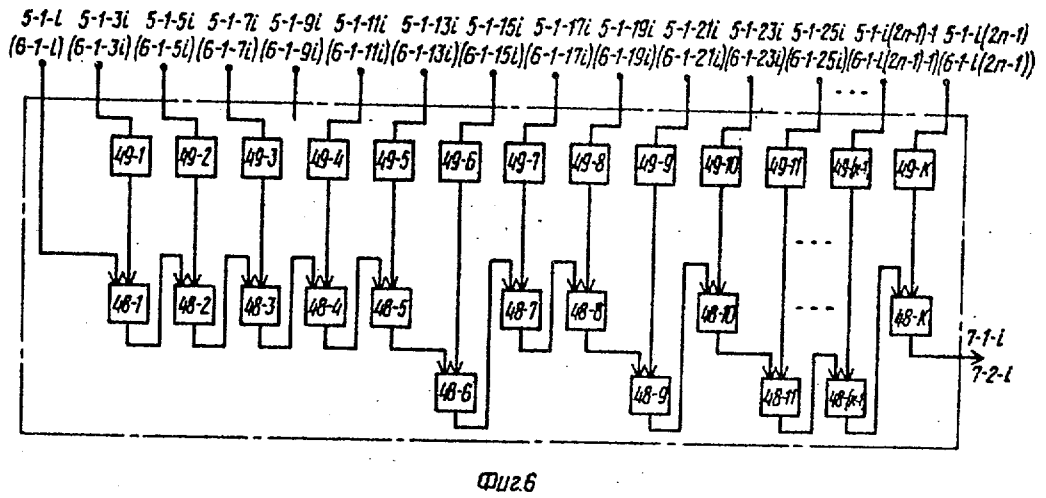
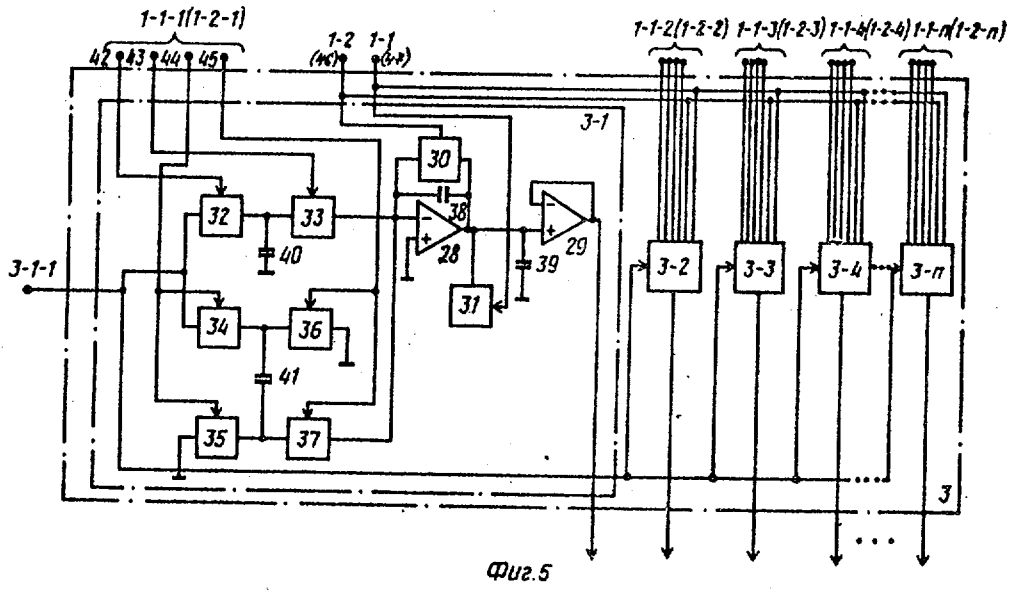
Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я
Анализатор спектра Фурье, содержащий генератор базисных функций,

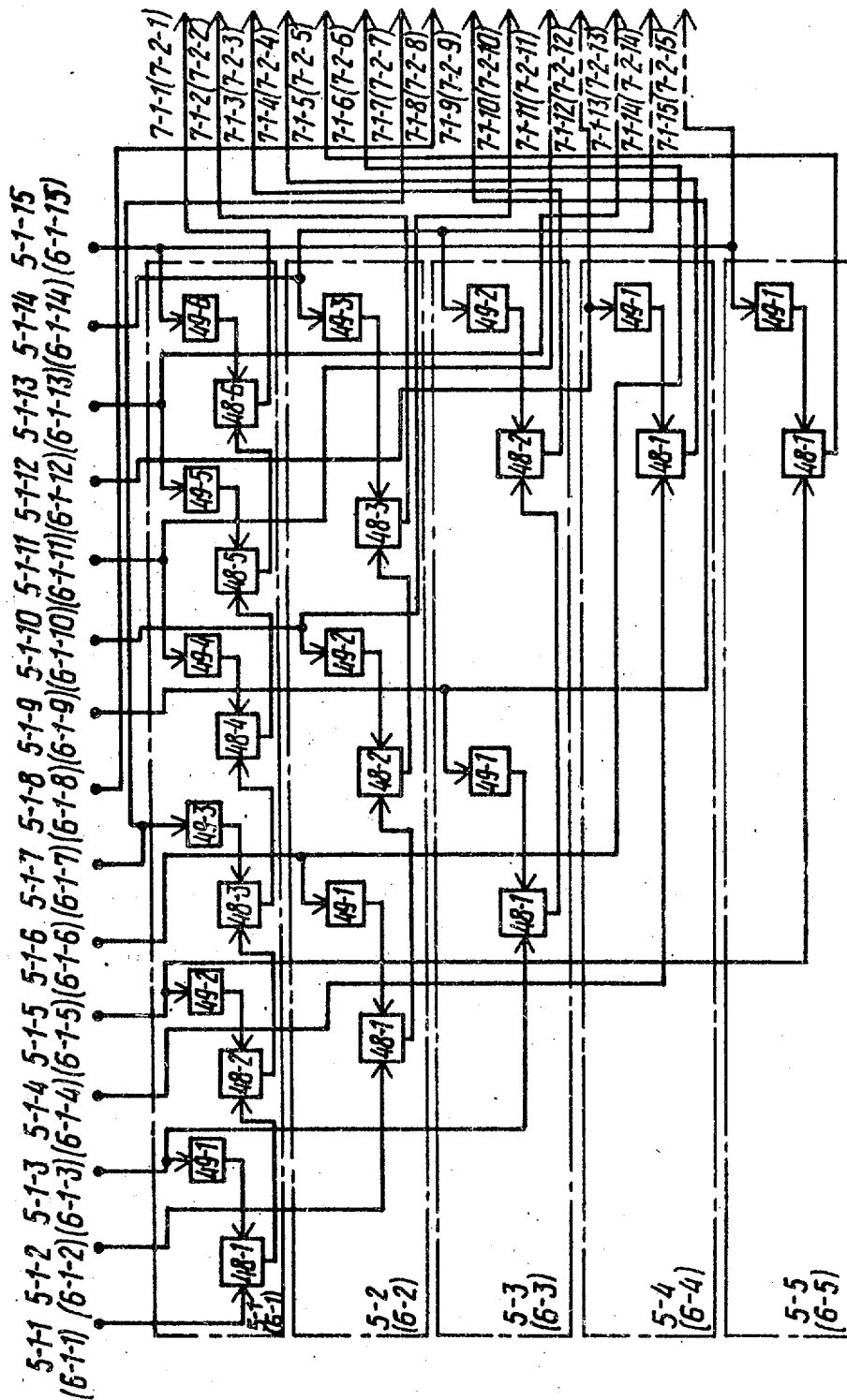
вход которого соединен с выходом генератора тактовых импульсов, N интеграторов (N = 1, 2, 3, ...) соответственно первого и второго каналов, информационные входы которых соединены с входом анализатора, отличающемся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей за счет определения коэффициентов Фурье в базе тригонометрических функций, а также увеличения быстродействия, в него введены β вычислителей соответственно первого и второго каналов, причем выходы интеграторов первого и второго каналов с порядковыми номерами $i(2\alpha-1)$, где $\alpha = 1, 2, 3, \dots, N/2i$; $i = 1, 2, 3, \dots, \beta$; $\beta = N/3$; $i(2\alpha-1) \leq N$ за исключением выходов интеграторов с номерами $3^2 i (2\alpha-1) \in N$,

14 $i(2n-1)^2 \in N$, $n = 2, 3, 4, 5, \dots$, подключены к соответствующим входам i -х числителей соответственно первого и второго каналов, выходы вычислителей с первого по β -й соединены с соответствующими выходами первого и второго каналов анализатора, а выходы интеграторов соответственно с $(\beta+1)$ -го по n -й первого и второго каналов соединены непосредственно с соответствующими выходами первого и второго каналов анализатора, причем группа управляющих входов интеграторов с первого по n -й, первого и второго каналов подключены к соответствующей группе выходов с первого по n -й первого и второго канала генератора базисных функций.









Фиг. 7

Составитель Е. Губанов

Редактор И. Шулла

Техред М. Дидык

Корректор Н. Король

Заказ 1445

Тираж 558

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101