



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34251 (13) A

(51) 6 G06F17/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

(21) 99063413

(22) 18.06.1999

(24) 15.02.2001

(33) UA

(46) 15.02.2001, Бюл. № 1, 2001 р.

(72) Мокін Борис Іванович, Грабко Володимир Віталійович

(73) Вінницький державний технічний університет

(57) Пристрій для вимірювання струму короткого замикання, що містить датчик струму, вихід якого підключений до першого входу аналого-цифрового перетворювача та до першого входу порогового блока, вихід якого з'єднаний з другими входами аналого-цифрового перетворювача та запам'ятовуючого блока і зі входом синхронізатора, перший вихід якого підключений до першого входу регістра, другого входу порогового блока та третього входу запам'ятовуючого блоку, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною аналого-цифрового перетворювача, а перша вихідна цифрова шина підключена до першої вхідної цифрової шини перетворювача Фур'є, третій вхід якого з'єднаний з другим виходом запам'ятовуючого блоку, десять обчислювачів коефіцієнтів Фур'є, другий вихід синхронізатора підключений до другого входу перетворювача Фур'є, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з першими вхідними цифровими шинами з першого по восьмий обчислювачів коефіцієнтів Фур'є, другі вхідні цифрові шини з першого по восьмий обчислювачів коефіцієнтів Фур'є підключені до другої вхідної цифрової шини перетворювача Фур'є, вихідні ци-

фрові шини з першого по десятий обчислювачів коефіцієнтів Фур'є підключені відповідно до вхідних цифрових шин, починаючи з третьої і по дванадцяті, регістра, другий вхід якого з'єднаний з четвертим виходом синхронізатора, вихідні цифрові шини з першої по десяті регістра підключені відповідно до вхідних цифрових шин з першого по десятий цифро-аналогових перетворювачів, третій вихід синхронізатора з'єднаний зі входом генератора сигналів, перший вихід якого підключений до другого входу першого блока множення, а другий вихід генератора сигналів з'єднаний з другим входом другого блока множення, перший суматор, перший і другий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого і другого блока множення, а вихід підключений до виходу пристрою, який **відрізняється** тим, що в ньому введені два суматори, причому виходи першого, третього, п'ятого, сьомого та дев'ятого цифро-аналогових перетворювачів підключені до входів, починаючи з першого і по п'ятий відповідно, другого суматора, а виходи другого, четвертого, шостого, восьмого та десятого цифро-аналогових перетворювачів з'єднані зі входами, починаючи з першого і по п'ятий відповідно, третього суматора, перша вихідна цифрова шина перетворювача Фур'є підключена до перших вхідних цифрових шин дев'ятого та десятого обчислювачів коефіцієнтів Фур'є, другі вхідні цифрові шини яких з'єднані з другою вихідною цифровою шиною перетворювача Фур'є, виходи другого та третього суматорів підключені відповідно до перших входів першого та другого блоків множення.

Винахід відноситься до контрольно-вимірювальної техніки і може використовуватись для вимірювання струму короткого замикання (СКЗ) в сильноточових електроустановках.

Відомий пристрій для вимірювання технологічних параметрів (А.с. СРСР № 1302299, М. кл. G06F15/46, бюл. № 13, 1987), який містить аналого-цифровий перетворювач, вхід якого підключений до виходу датчика параметра, а вихід - до інформаційного входу блоку зчитування параметра, який з'єднаний керуючим входом з інверсним входом тригера, який підключений установочним входом до виходу генератора тактових імпульсів, вихід блока зчитування параметра з'єднаний зі

входом функціонального перетворювача, який підключений до першого та другого входів другого комутатора, з'єданого першим виходом з першими входами відповідно першого та другого блоків множення, а другим виходом - з першими входами третього та четвертого блоків множення, виходи першого та третього блоків множення підключені відповідно до першого та другого входів другого суматора, виходи четвертого та другого блоків множення підключені відповідно до першого та другого входів третього суматора, а виходи другого та третього суматорів з'єднані з першими входами першого та другого блоків ділення відповідно, другі входи яких підключені до виходу першого

(19) UA (11) 34251 (13) A

суматора, з'єданого першим та другим входами відповідно з виходами п'ятого та шостого блоків множення, перший та другий входи кожного з яких підключені відповідно до першого та другого виходів першого комутатора, перший та другий входи якого з'єдані відповідно з першим та другим входами формувача частотних характеристик, з'єданого входом з інверсним виходом тригера, перший вихід першого комутатора підключений до других входів першого та четвертого блоків множення, другий вихід першого комутатора підключений до другого входу третього блоку множення та через інвертор до другого входу другого блоку множення, виходи першого та другого блоків ділення з'єдані відповідно з першим та другим входами пристрою.

Використовуючи трансформатор струму як датчик параметра, можна вимірювати СКЗ в сильно-струмових електроустановках, але в даному пристрої реалізується лінійна залежність між вхідним та вихідним сигналами датчика параметра, що призводить до недопустимих похибок вимірювання через нелінійну залежність між вхідним та вихідним сигналами трансформатора струму при вимірюванні струмів, які суттєво перевищують номінальні робочі струми.

За прототип обрано пристрій для вимірювання струму короткого замикання (А.с. СРСР № 1798805, М. кл. G06F15/46, бюл. № 8, 1993), який містить датчик струму, вихід якого підключений до першого входу аналого-цифрового перетворювача (АЦП) та до першого входу порогового блока, вихід якого з'єднаний з другими входами АЦП та запам'ятовуючого блока і зі входом синхронізатора, перший вихід якого підключений до першого входу другого регістра, а також до другого входу порогового блока та третього входу запам'ятовуючого блока, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою АЦП, а перша вихідна цифрова шина підключена до першої вхідної цифрової шини перетворювача Фур'є, третій вхід якого з'єднаний з другим виходом запам'ятовуючого блока, другий вихід синхронізатора підключений до другого входу перетворювача Фур'є, перша вихідна цифрова шина якого з'єднана з першими вхідними цифровими шинами з першого по восьмий обчислювачів коефіцієнтів Фур'є (ОКФ) та з другою вхідною цифрою шинною першого регістра, третя вхідна цифрова шина якого та другі вхідні цифрові шини з першого по восьмий ОКФ підключені до другої вихідної цифрової шини перетворювача Фур'є, п'ятий вихід синхронізатора з'єднаний з першим входом першого регістра, перша вихідна цифрова шина якого підключена до третіх вхідних цифрових шин першого, другого, п'ятого та шостого ОКФ та до перших вхідних цифрових шин дев'ятого та десятого ОКФ, друга вихідна цифрова шина першого регістра з'єднана з четвертими вхідними цифровими шинами першого, другого, п'ятого та шостого ОКФ та з другими вхідними цифровими шинами дев'ятого та десятого ОКФ, вихідні цифрові шини з першого по десятий ОКФ з'єдані відповідно з цифровими вхідними шинами, починаючи з третьої і по дванадцяту, другого регістра, другий вхід якого з'єднаний з четвертим виходом синхронізатора, вихідні цифрові шини з першої по десятю другого регістра підключені від-

повідно до вхідних цифрових шин з першого по десятий ЦАП, виходи яких відповідно з'єдані з першими входами з першого по десятий блоків множення (БМ), виходи яких підключені відповідно з першого по десятий входами суматора, третій вихід синхронізатора з'єднаний зі входами з першого по п'ятий генераторів сигналів, перші виходи яких підключені відповідно до других входів першого, третього, п'ятого, сьомого та дев'ятого БМ, а другі виходи з першого по п'ятий генераторів сигналів з'єдані відповідно з другими входами другого, четвертого, шостого, восьмого та десятого БМ, вихід суматора з'єднаний з виходом пристрою.

Головним недоліком даного пристрою є те, що пристрій не дозволяє вимірювати з високою точністю струм короткого замикання, коли останній заданий в електричній мережі тільки першою гармонікою, що дуже часто має місце в реальних електричних мережах. Крім того, додаткова похибка при вимірюванні струму короткого замикання вноситься за рахунок того, що нелінійна характеристика перетворення трансформатора струму описується поліномом п'ятого порядку, а необхідно враховувати члени поліному до дев'ятого порядку.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення пристрою для вимірювання струму короткого замикання, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість вимірювати струм короткого замикання в електричній мережі, який задається тільки першою гармонікою, а також враховувати нелінійність характеристики трансформатора струму, яка описується поліномом дев'ятого порядку, що дає можливість досягти підвищення точності роботи пристрою.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для вимірювання струму короткого замикання, що містить датчик струму, вихід якого підключений до першого входу АЦП та до першого входу порогового блока, вихід якого з'єднаний з другими входами АЦП та запам'ятовуючого блока і зі входом синхронізатора, перший вихід якого підключений до першого входу регістра, другого входу порогового блока та третього входу запам'ятовуючого блока, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифрою АЦП, а перша вихідна цифрова шина підключена до першої вхідної цифрової шини перетворювача Фур'є, третій вхід якого з'єднаний з другим виходом запам'ятовуючого блока, другий вихід синхронізатора підключений до другого входу перетворювача Фур'є, перша вихідна цифрова шина якого з'єднана з першими вхідними цифровими шинами з першого по восьмий ОКФ, другі вхідні цифрові шини з першого по восьмий ОКФ підключені до другої вихідної цифрової шини перетворювача Фур'є, вихідні цифрові шини з першого по десятий ОКФ підключені відповідно до вхідних цифрових шин, починаючи з третьої і по дванадцяту, регістра, другий вхід якого з'єднаний з четвертим виходом синхронізатора, вихідні цифрові шини з першої по десятю другого регістра підключені від-

суматор (раніше називався суматор), перший і другий входи якого з'єднані відповідно з виходами першого і другого БМ, а вихід підключений до виходу пристрою, введено два суматори, причому виходи першого, третього, п'ятого, шостого та дев'ятого ЦАП підключені до входів, починаючи з першого і по п'ятий відповідно, другого суматора, а виходи другого, четвертого, шостого, восьмого та десятого ЦАП з'єднані зі входами, починаючи з першого і по п'ятий відповідно, третього суматора, перша вихідна цифрова шина перетворювача Фур'є підключена до перших вхідних цифрових шин дев'ятого та десятого ОКФ, другі вхідні цифрові шини яких з'єднані з другою вихідною цифровою шиною перетворювача Фур'є, виходи другого та третього суматорів підключені відповідно до перших входів першого та другого БМ.

За рахунок введення в пристрій двох суматорів, а також відповідних зв'язків з'являється можливість вдосконалити вимірювання струму короткого замикання в електричній мережі, який задається тільки першою гармонікою, а також враховувати нелінійність характеристики трансформатора струму, яка описується поліномом дев'ятого порядку, що дає можливість досягти підвищення точності роботи пристрою.

Пристрій для вимірювання струму короткого замикання пояснюється кресленням на фігурі, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - датчик струму; 2 - пороговий блок; 3 - АЦП; 4 - запам'ятовуючий блок; 5 - перетворювач Фур'є; 6 - синхронізатор; 7-16 - з першого по десятій ОКФ; 17 - регістр; 18-27 - з першого по десятий ЦАП; 28 - другий суматор; 29 - третій суматор; 30 - генератор сигналів; 31 - перший БМ; 32 - другий БМ; 33 - перший суматор, причому вихід датчика струму 1 підключений до першого входу АЦП 3 та до першого входу порогового блока 2, вихід якого з'єднаний з другими входами АЦП 3 та запам'ятовуючого блока 4 і зі входом синхронізатора 6, перший вихід якого підключений до першого входу регістра 17, другого входу порогового блока 2 та третього входу запам'ятовуючого блока 4, перша вхідна цифрова шина якого з'єднана з вихідною цифровою шиною АЦП 3, а перша вихідна цифрова шина підключена до першої вхідної цифрової шини перетворювача Фур'є 5, третій вихід якого з'єднаний з другим виходом запам'ятовуючого блока 4, другий вихід синхронізатора 6 підключений до другого входу перетворювача Фур'є 5, перша вихідна цифрова шина якого з'єднана з першими вхідними цифровими шинами з першого 7 по восьмий 14 ОКФ, другі вхідні цифрові шини з першого 7 по восьмий 14 ОКФ підключені до другої вихідної цифрової шини перетворювача Фур'є 5, вихідні цифрові шини з першого 7 по десятій 16 ОКФ підключені відповідно до вхідних цифрових шин, починаючи з третьої і по дванадцяту, регістра 17, другий вхід якого з'єднаний з четвертим виходом синхронізатора 6, вихідні цифрові шини з першої по десятій регістра 17 підключені відповідно до вхідних цифрових шин з першого 18 по десятій 27 ЦАП, третій вихід синхронізатора 6 з'єднаний зі входом генератора сигналів 30, перший вихід якого підключений до другого входу першого БМ 31, а другий вихід генератора сигналів 30 з'єднаний з другим входом другого БМ 32, перший і другий

виходи першого суматора 33 з'єднані відповідно з виходами першого 31 і другого 32 БМ, а вихід підключений до виходу пристрою, виходи першого 18, третього 20, п'ятого 22, шостого 24 та дев'ятого 26 ЦАП підключені до входів, починаючи з першого і по п'ятий відповідно, другого суматора 28, а виходи другого 19, четвертого 21, шостого 23, восьмого 25 та десятого 27 ЦАП з'єднані зі входами, починаючи з першого і по п'ятий відповідно, третього суматора 29, перша вихідна цифрова шина перетворювача Фур'є 5 підключена до перших вхідних цифрових шин дев'ятого 15 та десятого 16 ОКФ, другі вхідні цифрові шини яких з'єднані з другою вихідною цифровою шиною перетворювача Фур'є 5, виходи другого 28 та третього 29 суматорів підключені відповідно до перших входів першого 31 та другого 32 БМ.

Запропонований пристрій працює так. Якщо вимірюються невеликі значення струмів, тобто значення, коли датчик струму (трансформатор струму) 1 працює на лінійній ділянці характеристики перетворення, то пристрій знаходиться в режимі очікування, а вихідний сигнал $I_2(t)$, який залежить від вхідного $I_1(t)$, знімається безпосередньо з виходу датчика струму 1.

Якщо вимірюється СКЗ (в такому випадку датчик струму 1 працює на ділянці насичення характеристики перетворення), то при цьому спрацює пороговий блок 2, який запускає АЦП 3 та розблокує запам'ятовуючий блок 4. При цьому вихідний сигнал $I_2(t)$ датчика струму 1 перетворюється за допомогою АЦП 3 в цифровий код та записується в запам'ятовуючому блоці 4. Через певний час, що задається за допомогою порогового блока 2, на його виході з'являється сигнал логічного нуля, проводиться блокування АЦП 3 та припиняється надходження цифрової інформації в запам'ятовуючий блок 4. Одночасно цим же сигналом вмикається синхронізатор 6.

Відомо, що залежність $I_2 = f(I_1)$ апроксимується поліномом виду

$$I_2 = C_1 I_1 + C_3 I_1^3 + C_5 I_1^5 + C_7 I_1^7 + C_9 I_1^9 \quad (1)$$

де C_1, C_3, C_5, C_7, C_9 - коефіцієнти полінома.

Передаюча функція датчика струму

$$W(p) = \frac{k(1 + T_{MP})}{1 + Tp} \quad (2)$$

Оскільки датчик струму 1 є нелінійною системою і її можна представити у вигляді послідовного з'єднання динамічної ланки з відповідною ваговою характеристикою та нелінійності (1), то для неї справедливе інтегральне рівняння Вольтера

$$I_2(t) = \sum_{i=1}^9 C_i \int_{-\infty}^{\infty} \dots \int_{-\infty}^{\infty} g_i(\tau_1, \dots, \tau_i) I_1(t - \tau_1) \dots I_1(t - \tau_i) d\tau_1 \dots d\tau_i, \quad (3)$$

де $i=1, 3, 5, 7, 9$, $g_i = (g_{i, \tau_1, \dots, \tau_i})$ - i -мірна вагова характеристика, якій притаманна властивість сепарабельності.

Розкладемо відомий сигнал $I_2(t)$ в ряд Фур'є

$$I_2(t) = \sum_{i=-m}^m \lambda_i e^{j\omega_1 t} \quad (4)$$

на відріжку $[0, T_1]$, де T_1 - час спостереження, $\omega_1 = 2\pi / T_1$ - частота першої гармоніки розкладу,

а невідомий сигнал $I_1(t)$ зобразимо також рядом Фур'є у вигляді

$$I_1(t) = h_{\pm 1} e^{j\omega_1 t} \quad (5)$$

з невідомим коефіцієнтом $h_{\pm 1}$.

Підставляючи (4), (5) в рівняння (3) та знаходячи в ньому інтеграли з урахуванням властивості сепарабельності отримуємо вираз

$$\sum_{-\infty}^{\infty} \lambda_i e^{j i \omega_1 t} = C_1 h_{\pm 1} e^{\pm j \omega_1 t} W(\pm j \omega_1) + C_3 h_{\pm 3} e^{\pm j 3 \omega_1 t} W^3(\pm j \omega_1) + \dots + C_9 h_{\pm 9} e^{\pm j 9 \omega_1 t} W^9(\pm j \omega_1), \quad (6)$$

в якому $W(\pm j \omega)$ - комплексний коефіцієнт передачі лінійної частини в схемі заміщення трансформатора струму.

Розглядаючи його як тотожність, отримуємо систему рівнянь, котра в розгорнутому вигляді для $i=1, 3, 5, 7, 9$ має вигляд

$$\begin{aligned} \lambda_{\pm 1} &= C_1 h_{\pm 1} W(\pm j \omega_1) \\ \lambda_{\pm 3} &= C_3 h_{\pm 3} W^3(\pm j \omega_1), \\ \lambda_{\pm 5} &= C_5 h_{\pm 5} W^5(\pm j \omega_1), \\ \lambda_{\pm 7} &= C_7 h_{\pm 7} W^7(\pm j \omega_1), \\ \lambda_{\pm 9} &= C_9 h_{\pm 9} W^9(\pm j \omega_1). \end{aligned} \quad (7)$$

Звідси знаходимо $h_{\pm 1}$.

$$\begin{aligned} h_{\pm 1} &= \frac{\lambda_{\pm 1}}{C_1 W(\pm j \omega_1)}, \\ h_{\pm 1} &= \frac{\lambda_{\pm 3}}{C_3 W^3(\pm j \omega_1)}^{\frac{1}{3}}, \\ h_{\pm 1} &= \frac{\lambda_{\pm 5}}{C_5 W^5(\pm j \omega_1)}^{\frac{1}{5}}, \\ h_{\pm 1} &= \frac{\lambda_{\pm 7}}{C_7 W^7(\pm j \omega_1)}^{\frac{1}{7}}, \\ h_{\pm 1} &= \frac{\lambda_{\pm 9}}{C_9 W^9(\pm j \omega_1)}^{\frac{1}{9}}. \end{aligned} \quad (8)$$

Оскільки вирази для обчислення коефіцієнта Фур'є $h_{\pm 1}$ подані в комплексній формі, то для апаратної реалізації потрібно здійснити їх перетворення до тригонометричної форми.

Враховуючи, що

$$\lambda_{\pm i} = \frac{n_i \mp j d_i}{2}, \quad (9)$$

де n_i, d_i - коефіцієнти розкладу сигналу $I_2(t)$ в тригонометричний ряд Фур'є, а

$$h_{\pm 1} = \frac{a_1 \mp j b_1}{2} \quad (10)$$

де a_1, b_1 - коефіцієнти розкладу сигналу $I_1(t)$ в тригонометричний ряд Фур'є, підставимо (9), (10) в (8) та шляхом перетворень отримуємо вирази для обчислення коефіцієнтів a_1 і b_1 .

Наприклад, коефіцієнти a_1 і b_1 можна обчислити через коефіцієнти n_1 і d_1 за математичними виразами

$$\begin{aligned} a_1 &= n_1 \cdot \frac{1 + T T_M \omega_1^2}{C_1 k (1 + T_M^2 \omega_1^2)} + d_1 \frac{(T - T_M) \omega_1}{C_1 k (1 + T_M^2 \omega_1^2)} \\ b_1 &= n_1 \cdot \frac{(T_M - T) \omega_1}{C_1 k (1 + T_M^2 \omega_1^2)} + d_1 \frac{1 + T T_M \omega_1^2}{C_1 k (1 + T_M^2 \omega_1^2)} \end{aligned} \quad (11)$$

Очевидно, що коефіцієнти a_1 і b_1 можна обчислити за будь-якою парою коефіцієнтів n_i і d_i , де $i = 1, 3, 5, 7, 9$. Тому доцільно знайти всі a_1 і b_1 через коефіцієнти розкладу в ряд Фур'є відомого сигналу $I_2(t)$, а потім обчислити середні значення знайдених коефіцієнтів за формулами

$$A_1 = \frac{\sum a_i}{5}, \quad (12)$$

$$B_1 = \frac{\sum b_i}{5}$$

де $i=1, 3, 5, 7, 9$.

Підставляючи (12) в тригонометричний ряд Фур'є

$$I_1(t) = A_1 \cos(\omega_1 t) + B_1 \sin(\omega_1 t) \quad (13)$$

відновлюємо вхідний сигнал $I_1(t)$.

При цьому параметри датчика струму та значення ω_1 вважаються відомими.

Необхідно відзначити, що вирази типу (11) можуть бути записані і в такому вигляді

$$a_1 = f(n_1, d_1),$$

$$b_1 = f(n_1, d_1),$$

або

$$a_1 = f(n_3, d_3),$$

$$b_1 = f(n_3, d_3),$$

або

$$a_1 = f(n_5, d_5),$$

$$b_1 = f(n_5, d_5),$$

або

$$a_1 = f(n_7, d_7),$$

$$b_1 = f(n_7, d_7),$$

або

$$a_1 = f(n_9, d_9),$$

$$b_1 = f(n_9, d_9),$$

Для спрощення структури даного пристрою розв'язки згідно виразів (14) запрограмовані в ОКФ 7-16 з урахуванням граничних значень n_i, d_i , де $i=1, 3, 5, 7, 9$. Тому, наприклад, коефіцієнт a_1 визначається на виході ОКФ 7 при наявності на його двох входах відповідно значень n_1 та d_1 .

Отже, після спрацьовування синхронізатора 6 робота пристрою здійснюється за тактами. В першому такті на другому виході синхронізатора 6 з'являється сигнал логічної одиниці, який подається в перетворювач Фур'є 5, після чого останній зчитує дані із запам'ятовуючого блока 4. По закінченню зчитування в перетворювачі Фур'є 5 обчислюються коефіцієнти p_i , d_i , де $i=1, 3, 5, 7, 9$, а значення p_1 та d_1 встановлюються на його першій та другій вихідних шинах, які подаються на відповідні входи першого 7 та другого 8 ОКФ. При цьому на виходах останніх формуються відповідно коди значень a_1 та b_1 , які залежать від значень коефіцієнтів p_1 та d_1 , і по другому такту синхронізатора 6 записуються в регістр 17.

По третьому такту сигнал логічної одиниці з другого виходу синхронізатора 6 подається в перетворювач Фур'є 5, на першій та другій вихідних шинах якого встановлюються сигнали p_3 та d_3 . Одночасно на виходах ОКФ 9 та 10 з'являються відповідні їм значення коефіцієнтів a_3 та b_3 , які по четвертому такту синхронізатора 6 записуються в регістр 17.

По п'ятому такту сигнал логічної одиниці з другого виходу синхронізатора 6 поступає в перетворювач Фур'є 5, на першій та другій вихідних шинах якого встановлюються сигнали p_5 та d_5 . Одночасно на виходах ОКФ 11 та 12 з'являються відповідні їм значення коефіцієнтів a_5 та b_5 , які по шостому такту синхронізатора 6 записуються в регістр 17.

По сьомому такту сигнал логічної одиниці з другого виходу синхронізатора 6 поступає в перетворювач Фур'є 5, на першій та другій вихідних шинах якого встановлюються сигнали p_7 та d_7 . Одночасно на виходах ОКФ 13 та 14 з'являються відповідні їм значення коефіцієнтів a_7 та b_7 , які по восьмому такту синхронізатора 6 записуються в регістр 17.

По дев'ятому такту сигнал логічної одиниці з другого виходу синхронізатора 6 поступає в перетворювач Фур'є 5, на першій та другій вихідних шинах якого встановлюються сигнали p_9 та d_9 . Одночасно на виходах ОКФ 15 та 16 з'являються відповідні їм значення коефіцієнтів a_9 та b_9 , які по десятому такту синхронізатора 6 записуються в регістр 17.

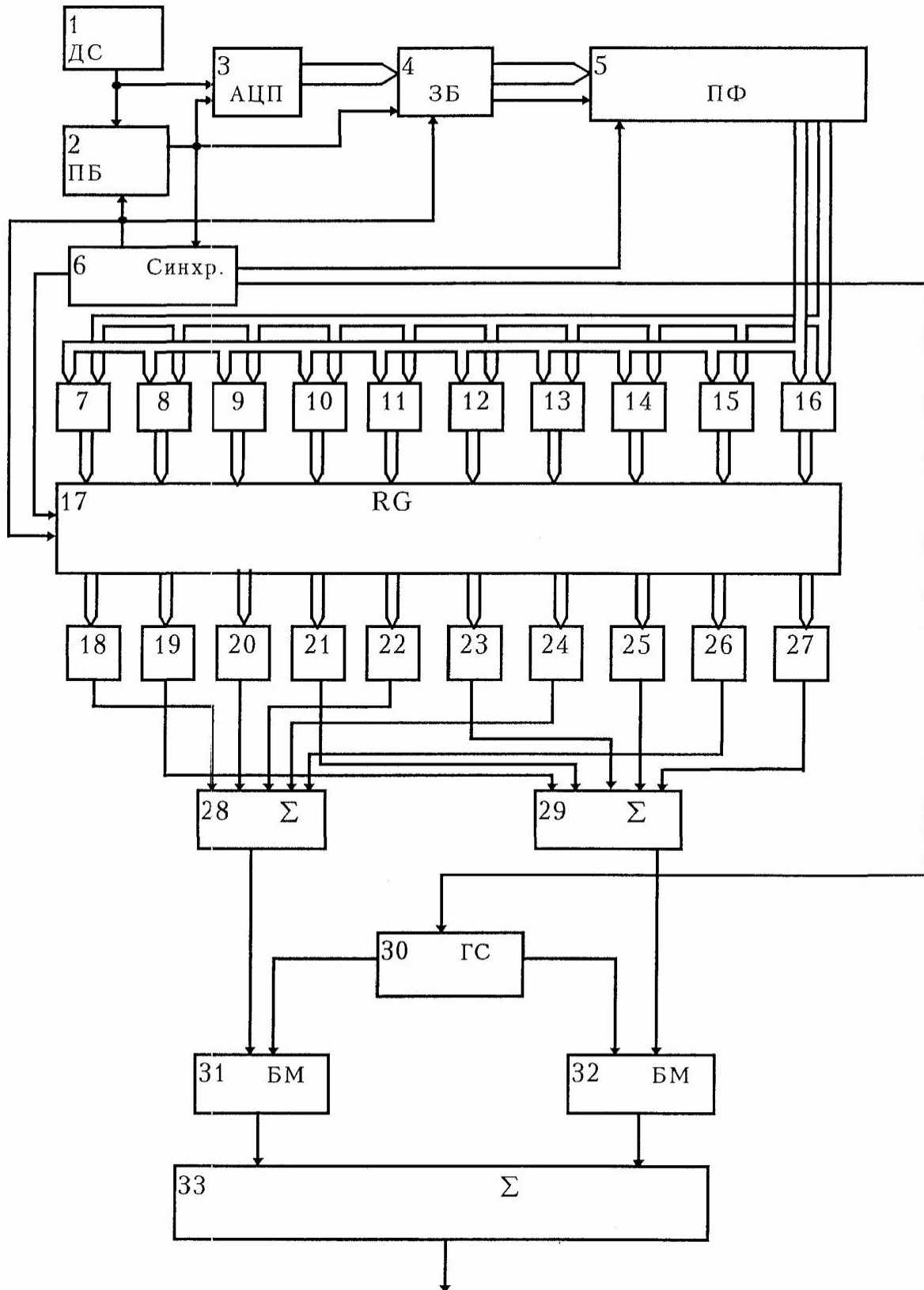
При записуванні цифрових кодів, відповідних коефіцієнтам a_i , b_i , де $i=1, 3, 5, 7, 9$, в регістр 17 на виходах ЦАП 18-27 формуються ті ж значення коефіцієнтів в аналоговій формі.

По одинадцятому такту роботи синхронізатора 6 на його третьому виході з'являється сигнал логічної одиниці, який запускає генератор сигналів 30. На першому виході генератора формується сигнал, що відповідає значенню $\sin(\omega_1 t)$, а на другому виході - сигнал, що відповідає $\cos(\omega_1 t)$.

Вихідні сигнали ЦАП 18-27 подаються на входи другого 28 та третього 29 суматорів відповідно, в яких ці сигнали сумуються та виконується операція визначення середнього значення коефіцієнтів a_1 і b_1 .

З виходів другого 28 та третього 29 суматорів сигнали подаються на перший 31 та другий 32 БМ відповідно, а потім на перший суматор 33, на виході якого по одинадцятому такту роботи синхронізатора 6 починає з'являтися відновлений вхідний сигнал $I_1'(t)$, обчислений згідно виразу (13) і зміщений в часі відносно сигналу $I_1(t)$ на час перетворень. Відновлення сигналу $I_1'(t)$ відбувається на ділянці часу, яка дорівнює часу зчитування спотвореного сигналу через АЦП 3 в запам'ятовуючий блок 4, тобто часу роботи порогового блока 2.

Останнім дванадцятим тактом синхронізатор 6 повертається в початкове положення, а також обнуляє пороговий блок 2, запам'ятовуючий блок 4 та регістр 17.



Фиг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
