

Винахід відноситься до галузі вимірювання температури і може бути використаний при побудові щитових цифрових вимірювачів, які працюють в комплекті з термоелектричними перетворювачами або з перетворювачами температури та інших фізичних величин в уніфікований сигнал постійного струму або напруги постійного струму.

Відомий пристрій, цифровий вимірювач температури, який містить термоелектричний перетворювач, під'єднаний до входів перемикача полярності, перший вихід якого з'єднаний з першим входом підсилювача, джерело напруги зміщення, джерело опорної напруги, перший вивід якого з'єднаний з першим входом компенсаційного пристрою другим входом перетворювача напруги в інтервал часу, вихід якого під'єднаний до першого входу блоку керування, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора опорної частоти 1 першими входами першого і другого селекторів, реверсивний лічильник, входи якого з'єднані з виходом першого селектора, а вихід під'єднаний до третього входу блоку керування, перший вихід якого з'єднаний з входами керування компенсаційного пристрою перемикача полярності, другий вихід під'єднаний до входу керування перетворювача напруги в інтервал часу, третій і четвертий виходи з'єднані відповідно з входами керування першого і другого селекторів, п'ятий вихід з'єднаний з третім входом першого селектора, а шостий вихід під'єднаний до входів керування блоку індикації полярності і функціонального перетворювача, вхід якого з'єднаний виходом другого селектора, вихід під'єднаний до входу цифрового відлікового пристрою, вхід керування з'єднаний з входом керування цифрового відлікового пристрою, перший вивід джерела напруги зміщення під'єднаний до спільної шини вимірювача, а другий вивід з'єднаний з другим виводом джерела опорної напруги, другим входом компенсаційного пристрою і третім входом перетворювача напруги в інтервал часу, перший вхід якого з'єднаний з виходом підсилювача, другий вхід якого під'єднаний до загальної шини вимірювача, з'єднаної з четвертим входом компенсаційного пристрою, третій вхід якого з'єднаний з другим виходом перемикача полярності.

Основним недоліком відомого пристрою є обмежені функціональні можливості, оскільки він призначений для роботи тільки з термоелектричними перетворювачами.

В основу винаходу покладено завдання створити цифровий вимірювач температури з підвищеною ефективністю за допомогою забезпечення можливості використання перетворювачів вимірюваних фізичних величин в сигналі постійного струму або напруги постійного струму.

Поставлене завдання вирішується тим, що в цифровий вимірювач температури, який містить термоелектричний перетворювач, під'єднаний до входів перемикача полярності, перший вихід якого з'єднаний з першим входом підсилювача, джерело напруги зміщення, джерело опорної напруги, перший вивід якого з'єднаний з першим входом компенсаційного пристрою і другим входом перетворювача напруги в інтервал часу, вихід якого під'єднаний до першого входу блоку керування, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора опорної частоти першими входами першого і другого селекторів, реверсивний лічильник, входи якого з'єднані з виходами першого селектора, а вихід під'єднаний до третього входу блоку керування, перший вихід якого з'єднаний з входами керування компенсаційного пристрою і перемикача полярності, другий вихід під'єднаний до входу керування перетворювача напруги в інтервал часу, третій і четвертий виходи з'єднані відповідно з входами керування першого і другого селекторів, п'ятий вихід з'єднаний з третім входом першого селектора, а шостий вихід під'єднаний до входів керування блоку індикації полярності і функціонального перетворювача. Вхід якого з'єднаний з виходом другого селектора, вихід під'єднаний до входу цифрового відлікового пристрою, вхід керування з'єднаний з входом керування цифрового відлікового пристрою і сьомим виходом Блоку керування, а перший вивід джерела напруги зміщення під'єднаний до спільної шини вимірювача, а другий вивід з'єднаний з другим виводом джерела опорної напруги, другим компенсаційного пристрою і третім входом перетворювача напруги в інтервал часу, перший вхід якого з'єднаний з виходом підсилювача, другий вхід якого під'єднаний до загальної шини вимірювача, з'єднаної з четвертим входом компенсаційного пристрою, третій вхід якого з'єднаний з другим виходом перемикача полярності, згідно з винаходом, додатково введені резистивний подільник з послідовно з'єднаних першого, другого, третього, четвертого і п'ятого резисторів, перша і друга пари вхідних клем, перший, другий, третій і четвертий перемикачі, постійний запам'ятовуючий пристрій і блок уставок адреси, під'єднаний до адресних входів постійного запам'ятовуючого пристрою, під'єднаного першим і другим входом, відповідно, до першого додаткового входу функціонального перетворювача входу паралельного запису реверсивного лічильника, при цьому термоелектричний перетворювач першим виводом з'єднаний з першим виводом перемикача полярності через нормально замкнуті контакти першого перемикача, вхід компенсаційного пристрою з'єднаний з виходом джерела опорної напруги і другим виводом перетворювача напруги в інтервал часу, відповідно, через нормально замкнуті і нормально розімкнуті контакти другого перемикача, вхід дозволу паралельного запису реверсивного лічильника з'єднаний з входом відлікового пристрою і загальною шиною цифрового вимірювача температури. відповідно, через нормально розімкнуті і нормально замкнуті контакти третього перемикача, вхід переходу постійного запам'ятовуючого пристрою в третій стан під'єднаний до другого додаткового входу функціонального перетворювача через нормально замкнутий і нормально розімкнутий контакти четвертого перемикача і з'єднаний, відповідно, з додатною шиною джерела живлення і загальною шиною вимірювача температури, перша пара вхідних клем під'єднана паралельно до третього резистора резистивного подільника, друга пара вхідних клем - паралельно до резистивного подільника, точка з'єднання першого і другого резисторів під'єднана до першого виводу перемикача полярності через нормально розімкнуті контакти першого перемикача.

На фіг. 1 приведена структурна схема цифрового вимірювача температури, на фіг. 2 - схема функціонального перетворювача.

Цифровий вимірювач температури містить резистивний подільник 1-5, кінці якого під'єднані до пари вхідних клем 6, 7 напруги. Виводи третього резистора під'єднані до пари струмових вхідних клем 8, 9. Точка з'єднання четвертого і п'ятого резисторів під'єднана до одного з виводів термоелектричного перетворювача (ТП) 10 і до одного з входів перемикача полярності 11 (ПП), другий вхід якого через нормально замкнуті контакти першого перемикача 12 з'єднаний з другим виводом ТП 10, через його нормально розімкнуті контакти з точкою з'єднання першого і другого 2 резисторів. Один із виводів ПП 11 через компенсаційний пристрій (КП) 13 під'єднаний до загальної шини аналогової частини приладу, а другий його вихід - до першого входу перетворювача напруги в інтервал часу (ПНЧ) 14. Другий вхід ПНЧ 14 через джерело опорної напруги (ДОН) 15 і джерело напруги зсуву (ДНЗ) 16 під'єднаний до загальної шини аналогової частини приладу, а третій його вхід - до точки з'єднання виводів ДОН 15, ДНЗ 16 і третього входу КП 13. Четвертий вхід КП 13 через нормально замкнуті контакти другого

перемикача 17 з'єднаний з другим входом ПНЧ 14, а через нормально розімкнуті контакти цього ж перемикача - з третім входом ПНЧ 14. До першого входу блоку керування (БК) 18 під'єднаний вихід ПНЧ 14, до другого входу - вихід генератора опорної частоти (ГОЧ) 191 до третього входу - вихід реверсивного лічильника (РЛЧ) 20. Перший вихід БК 18 з'єднаний з входом керування ПНЧ 14, другий вихід - з входами керування КП 13 1 ПП 11. третій і четвертий виходи через перший селектор 21 під'єднаний до підсумовуючого і віднімаючого входів РЛЧ 20. п'ятий вихід - до одного з входів другого селектора 22, шостий вихід - до входу блоку Індикації полярності 23 1 другого входу ФП 24 1 сьомий вихід - до третього входу ФП 24, входу керування цифрового відлікового пристрою (ЦВП) 25 1 через нормально розімкнуті контакти третього перемикача 26 до додатної шини джерела живлення. Вхід дозволу паралельного запису інформації РЛЧ 20 через нормально замкнуті контакти перемикача 26 з'єднаний з додатною шиною джерела живлення. Адресні входи додаткового ПЗП 27 під'єднані до виходів блоку уставок адреси 28, перший вихід - до входів паралельного запису інформації РЛЧ 20, другий вихід - до четвертого входу ФП 24, а вхід керування - до п'ятого входу ФП 24, через нормально замкнуті контакти четвертого перемикача 29 - до загальної шини пристрою 1 через його нормально розімкнуті контакти - з додатною шиною джерела живлення. Вихід ГОЧ 19 під'єднаний також до входів першого 21 1 другого 22 селекторів. Вихід другого селектора 22 через ФП 24 під'єднаний до входу ЦВП 25. Всі чотири перемикачі 12, 17, 1 26, 29 перемикаються одночасно.

ФП 24 (фіг. 2) містить двійковий помножувач частоти 30, лічильник довжини ділянок апроксимації 31, формувач 32 Імпульсів, ПЗП 33 1 лічильник числа ділянок апроксимації 34,

ПНЧ 14, КП 13, БК 18, перший селектор 21 містять ці ж елементи, що і відповідні блоки ПНЧ 5, КУ 4, БК 8 і перший селектор пристрою по прототипу. Зв'язки між елементами вказаних блоків такі ж, як і у прототипі.

Всі чотири перемикачі 12, 17, 26, 29 перемикаються одночасно. Вони можуть бути механічного або електричного типу. Якщо перемикач механічний, то всі його движки і з'єднані між собою. Якщо перемикачі електронні, то сигнали керування синфазної синхронно подаються на їх входи керування.

ПЗП 27 1 33 можуть бути виконані на основі інтегральних мікросхем ПЗП з трьома станами, наприклад, КР556РТ11, КР556РТ13, КР556РТ16 (та інших типів). При цьому керуючий сигнал, який переводить виходи мікросхем в Z-стан, подається від джерела живлення через нормально розімкнуті контакти перемикача 29 на вхід ПЗП 27 через Інвертор, який розташований в блоці 27.

РЛЧ 20 може бути виконаний на інтегральних мікросхемах, наприклад, К555ІЕ6, К555ІЕ7 (та інших типів).

При вимірюванні температури з допомогою ТП перемикачі 12, 17, 26, 29 переводять в положення, показане на фіг. 1. При цьому до входу ПП 11 під'єднують ТП 10, до входів КП 13 під'єднують напруги ДОН 15/ДНЗ 16, забороняють паралельний запис інформації в РЛЧ 20 (вхід дозволу паралельного запису інформації під'єднують до шини живлення) (для К555ІЕ6, К555ІЕ7) або, при необхідності, до загальної шини цифрової частини приладу для інших типів мікросхем. Дозволяють роботу ПЗП 33 і переводять виходи ПЗП 27 в третій стан (Z-стан).

Вимірювання температури проводиться по алгоритму, описаному в прототипі.

При вимірюванні фізичних величин, перетворених в напругу постійного струму або постійний струм, замикають нормально розімкнуті контакти перемикачів 12, 17, 26, 29. При цьому від'єднують ТП 10 від входу ПП 11, на обидва входи КП 13 подають напругу зміщення, дозволяють Імпульсом скиду приладу проходити на вхід дозволу паралельного завантаження РЛЧ 20, переводять ПЗП 33 в третій стан 1 переводять додаткове ПЗП 27 в робочий стан. Під'єднують джерело вимірюваного сигналу до вхідних клем 6-9. Якщо джерело сигналу є джерелом напруги (0...10 В), то його під'єднують до пари клем 6,7, якщо джерело сигналу є джерелом струму (0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА), то його під'єднують до пари клем 8. 9. До приладу під'єднують або джерело напруги, або джерело струму. За допомогою симетричного резисторного подільника 1-5 ділять вхідну напругу з клем 6, 7 до рівня номінального значення вхідного сигналу приладу. З допомогою шунта - резистора 3 перетворюють струм, який протікає між клемою 8, 9, в напругу, значення якої має номінальне значення вхідного сигналу приладу при номінальному значенні вхідного струму. Для різних діапазонів значень вхідних струмів - 0...5 мА, 0...20 мА - виготовляють різні модифікації приладу, в яких номінальні значення опору резистора 3 різні або виконують елемент 3 у вигляді набору двох резисторів і додають ще одну струмову вхідну клему. На фіг. 1 показаний перший варіант. У випадку перетворення постійного струму опори резисторів 2 1 4 підсумовуються з великим вхідним опором приладу і не впливають на результат вимірювання. З допомогою блоку уставок адреси формують адресу керування ПЗП 27, по якій воно видає на свої вихідні шини Інформацію, що відповідає реалізованій шкалі вимірювача фізичних величин.

Значення вимірювальної фізичної величини визначають через знаходження різниці результатів двотактних Інтегруючих перетворень вхідної напруги в число-імпульсний код, одержаний при різних полярностях вхідної напруги. Результат вимірювання отримується за два цикли перетворення. В обох циклах перетворення число-імпульсний код формується шляхом заповнення Імпульсами частоти  $f_0$  з ГОЧ 19 часового інтервалу, який утворюється між початком розряду інтегратора ПНЧ напругою  $E_0$  ДОН 15 і моментом спрацювання нуль-органу ПНЧ 14.

Пристрій працює таким чином:

На початку функціональний перетворювач 24 і ЦВП 25 знаходяться в нульовому стані, а в РЛЧ 20 записана кількість  $N_0$  імпульсів, пропорційна початковому зсуву шкали приладу. В першому циклі роботи пристрою вхідна напруга  $U_x$  має від'ємну полярність, напруга зсуву  $U_{3c}$  ДНЗ 16 і еквівалентна напруга зміщення нульового рівня приладу методом двотактного Інтегрування перетворюються в число-імпульсний код, який через перший селектор 21 подається на віднімаючий вхід РЛЧ 20. Таким чином, в кінці першого циклу. перетворення в РЛЧ 20 буде записано  $N_1$  імпульсів.

$$N_1 = \frac{(-k_d U_x + \Delta_a) k_1 + U_{3c} + \Delta_1}{E_0 - \Delta_1} \times T_1 f_0 + N_0, \quad (1)$$

де  $k_d = (R_2 + R_3 + R_4) / (R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5)$  - коефіцієнт поділу вхідного резистивного подільника;

$R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$  - опір, відповідно, 1, 2, 3, 4 і 5 резисторів;

$\Delta_a$  - адитивна складова похибки, віднесена до входу приладу;

$k_1$  - коефіцієнт передачі вхідного підсилювача ПНЧ 14;

$\Delta_1$  - еквівалентна напруга зміщення Інтегратора;

$E_0$  - напруга ДОН 15;

$T_1$  - час заряду Інтегруючого конденсатора ПНЧ 14;

$f_0$  - частота ГОЧ 19.

У другому циклі перетворення за допомогою перемикача полярності 11 на вхід підсилювача подається вимірювана напруга додатної полярності. У другому циклі з початком розряду Інтегратора блок керування 18 дозволяє проходження Імпульсів на підсумовуючий вхід РЛЧ 20 до моменту переходу його в нульовий стан. Сигнали, які проходять в БК 18 з нуль-органу ПНЧ 14 і РЛЧ 20 і свідчать про спрацювання нуль-органу 1 перехід через нуль РЛЧ, служать для формування часового Інтервалу, на протязі якого імпульси з ГОЧ 19 через другий селектор 22 будуть надходити на функціональний перетворювач 24. Таким чином, на функціональний перетворювач пройде число імпульсів

$$N_{xy} = N_2 - N_1 = \frac{2 k_1 k_d k_x}{E_0 - \Delta_1} T_1 f_0 - N_0, \quad (2)$$

$$\text{де } N_2 = \frac{(k_d U_x + \Delta_a) k_1 + U_{3c} + \Delta_1}{E_0 - \Delta_1} T_1 f_0, \quad (3)$$

У випадку перетворення уніфікованого сигналу у постійний струм  $I_x$ , отримаємо такий результат вимірювання.

$$N_{xy} = \frac{2 k_1 I_x R_{ш}}{E_0 - \Delta_1} T_1 f_0 - N_0, \quad (4)$$

де  $R_{ш}$  - опір шунта (резистора 3).

Функціональний перетворювач 24 здійснює масштабування результату вимірювання. Після функціонального перетворювача одержується число Імпульсів  $N_f = k_f N_x$ , де  $k_f$  - коефіцієнт перетворення функціонального перетворювача. Значення  $k_f$  задається кодом з ПЗП 27, який подається на вхід подільника 30.

Для нормальної роботи приладу повинна виконуватися умова

$$U_{3c} > |U_x| + |\Delta_a| \quad (5)$$

БК 18, крім керування перемикачем полярності ПП 14 і ПНЧ 14, фіксації спрацювання нуль-органу (НО) і моменту переходу через нуль РЛЧ 20, формування Інтервалу часу  $T_x = N_x f_0$ , керування селекторами 21, 24 і РЛЧ 20, встановлення початкових станів РЛЧ 20 функціонального перетворювача 24 і ДВП 25, забезпечує визначення знаку вимірюваної фізичної величини. Якщо значення фізичної величини додатне, то  $N_2 > N_1$  і у другому циклі перетворення першим спрацює НО, потім РЛЧ 20, якщо ж від'ємна, то  $N_2 < N_1$  і першим спрацює РЛЧ 20, а другим - НО. Співвідношення між моментами спрацювання НО і РЛЧ 20 індикують блок індикації полярності 23. В першому випадку він покаже знак "+", в другому - "-".

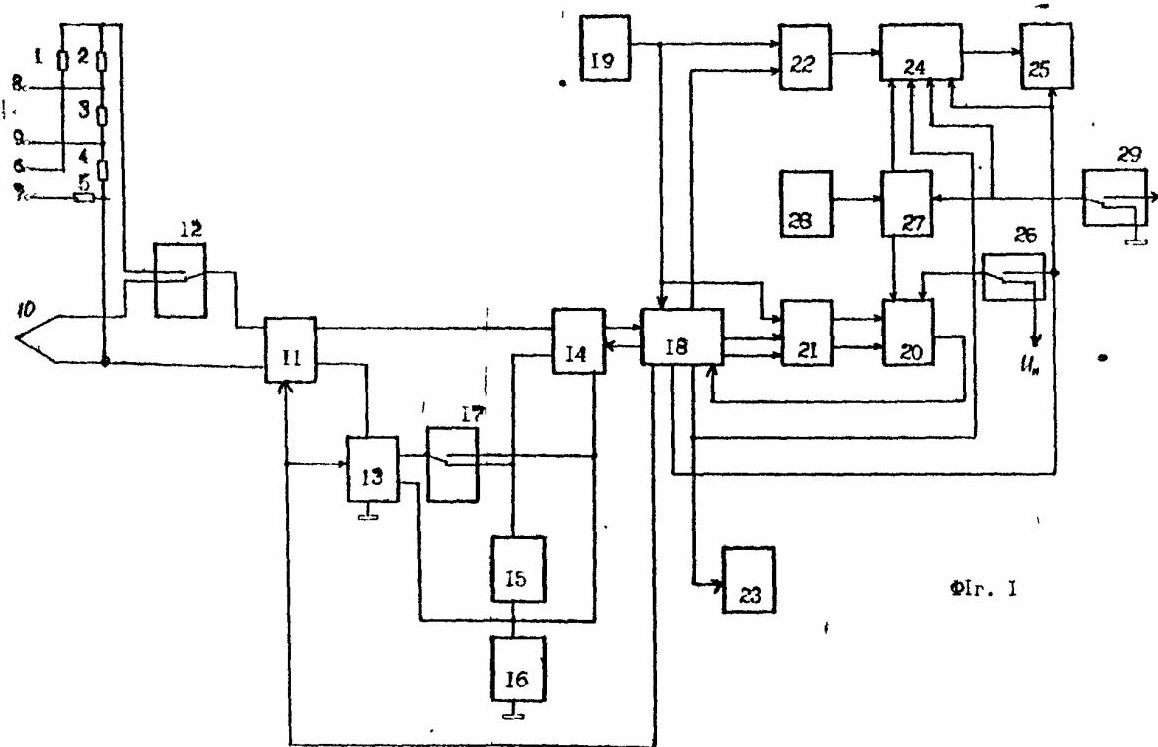
БК 18 може бути виконаний так, як показано на фіг. 4 прототипу. Він містить подільник частоти, кільцевий лічильник, чотири елементи "АБО", три RS-тригери, D-тригер, чотири елементи "І" та елемент "Виключене АБО". Селектор 21 містить два елементи "І", а селектор 22 - один елемент "І".

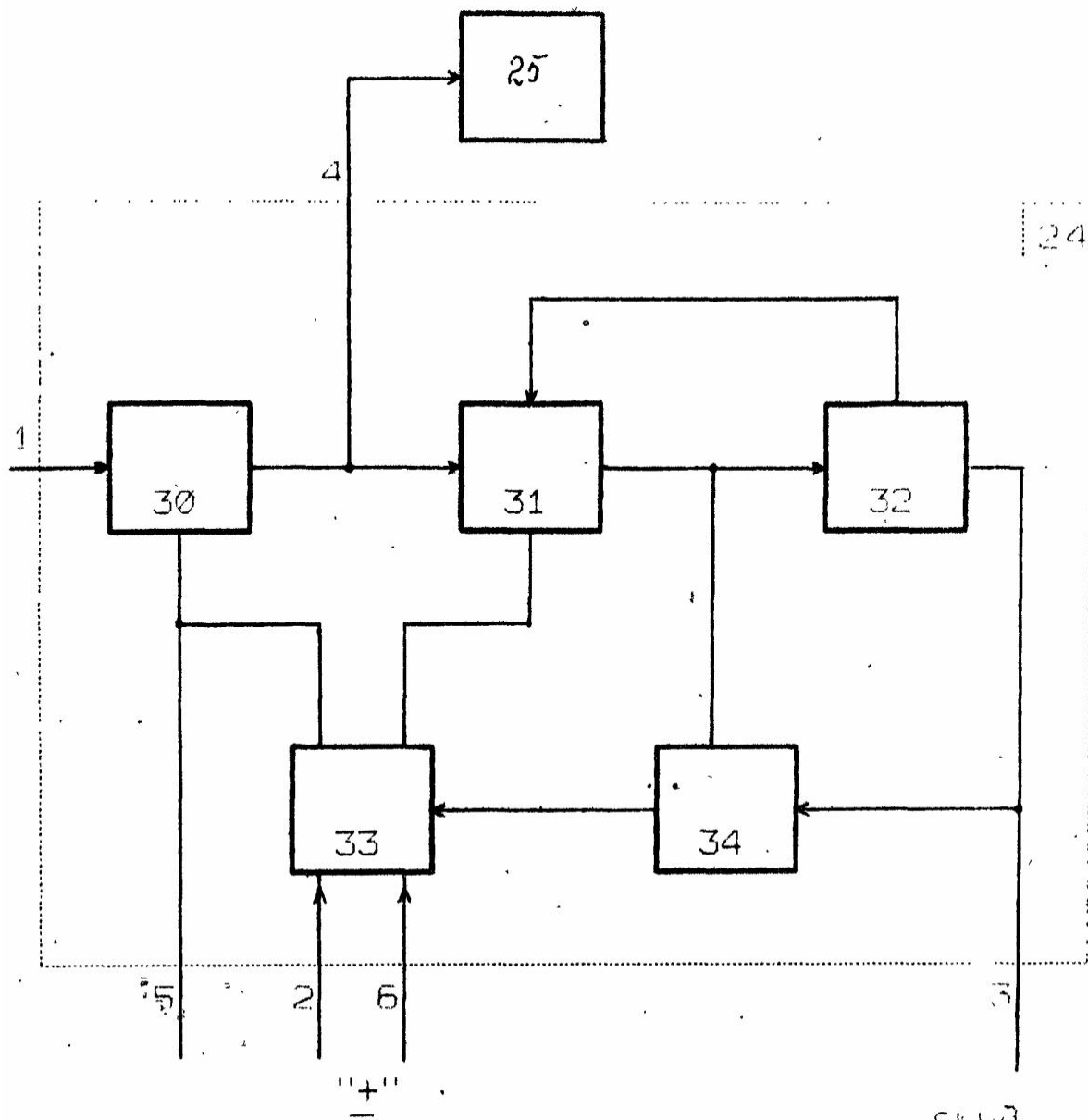
Функціональний перетворювач 24 може бути виконаний по схемі, приведеній на фіг. 2. Він містить двійковий помножувач частоти 30, лічильник довжини ділянок апроксимації 31, формувач імпульсів 32, ПЗП 33 і лічильник числа ділянок апроксимації 34. При вимірюванні температури  $\Theta x$  за допомогою термоелектричного перетворювача ПЗП 27 переводять в третій стан, і функціональний перетворювач здійснює лінійну апроксимацію на певних відрізках залежності  $\Theta x = \varphi(eX)$ , де  $eX$  - термо е. р. с. термоелектричного перетворювача при температурі  $\Theta x$ . Апроксимація проводиться згідно з програмою, записаною в ПЗП 33, в якому записані коефіцієнт перетворення  $N_k$  на даній ділянці і тривалість  $N_{ді}$  кожної ! ділянки апроксимації. Значення  $N_k$  встановлює коефіцієнт перетворення двійкового помножувача частоти 30, а  $N_{ді}$  встановлює в лічильнику 31 тривалість ділянки апроксимації. Число-Імпульсний 1 код, який відповідає  $eX$ , в двійковому помножувачі ділиться на коефіцієнт  $k_i$  і, таким чином, перераховується в код, який відповідає температурі  $\Theta x$ . Далі він поступає в ЦВП 25 і лічильник 31 тривалості ділянок і апроксимації. При переході лічильника 31 через нуль на його виході формується Імпульс, який приводить до збільшення на одиницю вмісту лічильника 34, тобто зміни адреси вибору Інформації ПЗП 33, на виходах якого встановлюється значення коефіцієнтів  $N_{k+1}$ ,  $N_{ді+1}$ , які відповідають наступній ділянці апроксимації. По задньому фронту імпульсу, який приходить з лічильника 31, формувач 32 виробляє імпульс дозволу попереднього встановлення лічильника 31. В результаті в лічильник 31 записується значення  $N_{ді}$  31. При початковому встановленні лічильник 32 скидається на нуль, а в лічильник 31 записується тривалість першої ділянки апроксимації. Алгоритми апроксимації для температур вищих ) нижчих від  $0^\circ\text{C}$  встановлюються шляхом вибору відповідних ділянок ПЗП 33 поданням на старший розряд адреси сигналу "0" при  $\Theta x > 0^\circ\text{C}$ .

При роботі пристрою з перетворювачами фізичних величин в уніфікований електричний сигнал переводять ПЗП 33 функціонального перетворювача 24 в третій стан, а з ПЗП 27 на двійковий помножувач 30, подають код  $N_m$ , який відповідає потрібному масштабу перетворення приладу при вимірюванні різних фізичних величин. В результаті на ЦВП 25 поступить  $N_f$  Імпульсів

$$N_f = K_m N_{xy}, N_f = K_m N_{x0}, \quad (6)$$

де  $K_m$  - коефіцієнт передачі двійкового помножувача частоти 30.





Фиг. 2

СКД