



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 987584

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 25.08.81(21) 3330011/18-24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 07.01.83. Бюллетень № 1

Дата опубликования описания 07.01.83

(51) М. Кл.³

G 05 B 23/02

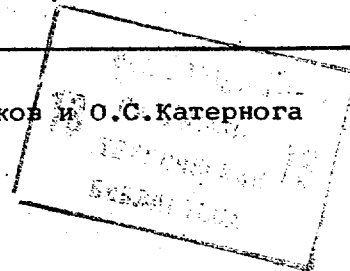
(53) УДК 62-50
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

Г. В. Римский, В. В. Таборовец, Ю. А. Скудняков и О. С. Катерного

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ КОРНЕВЫХ ГОДОГРАФОВ
СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

1

Изобретение относится к системам автоматического управления и вычислительной технике и может быть использовано для автоматизированного исследования динамических свойств систем автоматического управления.

Известно устройство для построения корневых годографов автоматических систем и расчета коэффициента усиления по данным точкам годографа, содержащее управляющую схему, блок ввода информации в виде планшета, на котором изображается комплексная плоскость с нулями и полюсами исследуемой системы, счетно-решающий блок, запоминающее устройство и индикатор [1].

Однако это устройство имеет ограниченные функциональные возможности.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство для вычисления корневых годографов систем автоматического управления, содержащее блок управления, первый, второй, третий, четвертый и пятый блоки памяти, блок постоянной памяти, арифметический блок, блок задания координат, блок сравнения и индикатор.

Блок управления этого устройства включает в себя генератор импульсов, распределителя синхросигналов, вен-

2

тили, группы вентилях, схемы ИЛИ, триггеры, схемы задержки. К входу блока управления подключена шина запуска. Блок постоянной памяти предназначен для хранения значений фазовых углов. Арифметический блок состоит из сумматора и регистров. Блок задания координат содержит схему задания координат и два счетчика. Индикатор, подключаемый к выходу устройства, представляет собой электроннолучевую трубку [2].

С помощью этого устройства невозможно вычислить функцию корневой чувствительности линейной системы автоматического управления.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей устройства за счет возможности вычисления функции корневой чувствительности.

Поставленная цель достигается тем, что устройство, содержащее блок управления, первый, второй, третий, четвертый, пятый, шестой, седьмой и восьмой выходы которого соединены соответственно с первыми входами первого, второго, третьего, четвертого и пятого блоков памяти, блока постоянной памяти, блока задания координат, арифметического блока, первый и вто-

5

10

15

20

25

30

рой входы блока управления подключены соответственно к шине запуска и к первому выходу арифметического блока, выходы первого, второго, третьего, четвертого, пятого блоков памяти, блока задания координат соединены соответственно с вторым, третьим, четвертым, пятым, шестым и седьмым входами арифметического блока, второй, третий, четвертый и пятый выходы которого подключены соответственно к вторым входам блока постоянной памяти, третьего и четвертого блоков памяти и к первому входу блока сравнения, второй вход и выход которого соединены соответственно с входной шиной и с вторым входом блока задания координат, подключенного вторым выходом к первому входу индикатора, первый выход блока постоянной памяти соединен с вторым входом пятого блока памяти, содержит шестой и седьмой блоки памяти, первый, второй, третий, четвертый и пятый блоки регистров, первые входы которых соединены соответственно с девятым, десятым, одиннадцатым, двенадцатым, тринадцатым, четырнадцатым и пятнадцатым выходами блока управления, вторые входы первого, второго, третьего, четвертого и пятого блоков регистров подключены соответственно к третьему и четвертому выходам блока задания координат шестому, седьмому и восьмому выходам арифметического блока, первые выходы шестого и седьмого блоков памяти, первого, второго, третьего, четвертого и пятого блоков регистров соединены соответственно с восьмым, девятым, десятым, одиннадцатым, двенадцатым, тринадцатым и четырнадцатым входами арифметического блока, второй выход первого блока регистров соединен с третьим входом пятого блока регистров, второй выход которого соединен с третьим входом первого блока регистров, второй выход блока постоянной памяти соединен с третьим входом третьего блока регистров, вторые выходы третьего и четвертого блоков регистров соединены соответственно с вторым и третьим входами индикатора

На чертеже представлена структурная схема предлагаемого устройства.

Устройство для вычисления корневых годографов систем автоматического управления содержит блок 1 управления, первый, второй, третий, четвертый и пятый блоки 2, 3, 4, 5, 6 памяти, блок 7 постоянной памяти, блок 8 задания координат, арифметический блок 9, шину 10 запуска, блок 11 сравнения, входную шину 12, индикатор 13, шестой и седьмой блоки 14 и 15 памяти, первый, второй, третий, четвертый и пятый блоки 16, 17, 18, 19 и 20 регистров.

Блок 1 соединен с блоками 2-9, 11, 14-20. Выходы блоков 2-7, 14-20 соединены с блоком 9, выходы которого соединены с блоками 1, 4, 5, 7, 11, 18-20. Второй выход блока 16 соединен с блоком 20, выходы которого соединены с блоками 9 и 16. Выходы блока 8 соединены с блоками 9, 16, 17 и индикатором 13. Блок 11 соединен с блоком 8. Выходы блока 7 соединены с блоками 6 и 18. Вторые выходы блоков 18 и 19 соединены с индикатором 13. Шина 10 запуска соединена с блоком 1, а входная шина 12 соединена с блоком 11.

Блок 1 предназначен для выработки сигналов управления и тактирующих импульсов, в качестве его может использоваться микропрограммный автомат с жестким тактом.

В качестве БП 4, 5, 6, 14 и 15 можно использовать блоки памяти с последовательным доступом. Блок 7 постоянной памяти предназначен для хранения \arctg углов и построен на ферритах. Арифметический блок 9 предназначен для умножения, деления, сложения, вычитания и извлечения квадратного корня. В качестве его можно использовать любое устройство, выполняющее умножение, сложение чисел, представленных в параллельном коде, извлечение квадратного корня из числа. В качестве БС 11 можно использовать комбинационную схему сравнения. Индикатор 13 служит для визуального отображения координат исследуемой точки и состоит из преобразователей кода в напряжение и электроннолучевой трубки. В основу работы устройства положен следующий алгоритм. Линейная система автоматического управления с передаточной функцией разомкнутой цепи $F(p)$

$$F(p) = K \frac{(p-z_1)(p-z_2)\dots(p-z_m)}{(p-p_1)(p-p_2)\dots(p-p_n)} = K \frac{\Psi_m(p)}{\Phi_n(p)},$$

где K - общий коэффициент усиления системы,

$p = \sigma + j\omega$ - комплексная переменная,

$z_\mu = \sigma_{z_\mu} + j\omega_{z_\mu}$ ($\mu = \overline{1, m}$) - нули $F(p)$;

$p_\nu = \sigma_{p_\nu} + j\omega_{p_\nu}$ ($\nu = \overline{1, n}$) - полюса $F(p)$;

$\Phi_n(p)$ и $\Psi_m(p)$ - полиномы степеней n и m , причем $n \geq m$,

$$\Phi_n(p) = a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} \dots a_0;$$

$$\Psi_m(p) = b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} \dots b_0$$

при наличии входного сигнала Y_k (фазового угла функции отображения плоскости собственных частот P на плоскость свободного параметра K , равного $K = -\Phi_n(p) / \Psi_m(p)$) исследуется следующим образом.

Точки комплексной плоскости $P = p_i$, начиная из полюсов $P_1, P_2 \dots P_n$ системы, исследуются на принадлежность

корневого годографа, который строится на основании соотношения (фазового критерия Стрелкова-Эванса)

$$Y_i = \sum_{\nu=1}^n \arctg \frac{\omega_i^* - \omega_{p\nu}}{\sigma_i^* - \sigma_{p\nu}} - \sum_{\mu=1}^m \arctg \frac{\omega_i^* - \omega_{z\mu}}{\sigma_i^* - \sigma_{z\mu}} \quad (1)$$

где σ_i^* , ω_i^* - соответственно абсцисса и ордината заданной исследуемой точки плоскости собственных частот.

Из (1) вычисляется значение Y_i , которое сравнивается со значением фазового угла Y функции отображения, задаваемой по входу. Если значения равны, то функция корневой чувствительности $\chi(p)$ для исследуемой точки P_i определяется выражением

$$\chi(p) = \frac{\Psi_m^2(p)}{\Phi_n(p)\Psi_m'(p) - \Phi_n'(p)\Psi_m(p)} \Big|_{p=P_i} \quad (2)$$

где $\Phi_n'(p)$ и $\Psi_m'(p)$ - производные полиномов $\Phi_n(p)$ и $\Psi_m(p)$ по p

$$\Phi_n'(p) = a_n \cdot n p^{n-1} + a_{n-1} (n-1) p^{n-2} + \dots + a_1$$

$$\Psi_m'(p) = b_m m p^{m-1} + b_{m-1} (m-1) p^{m-2} + \dots + b_1$$

и вычисляется в виде

$$\chi(\sigma_i^*, \omega_i^*) = U(\sigma_i^*, \omega_i^*) + jV(\sigma_i^*, \omega_i^*)$$

На плоскости $p = \sigma + j\omega$ функция $\chi(\sigma_i^*, \omega_i^*)$ может быть изображена вектором с началом в заданной точке σ_i^*, ω_i^* корневого годографа, идущим по касательной к траектории и имеющим горизонтальную $U(\sigma_i^*, \omega_i^*)$ и вертикальную $V(\sigma_i^*, \omega_i^*)$ составляющие.

Вычисление годографа модуля функции корневой чувствительности

$$\lambda_i = |\chi(p)|_{p=P_i} = \sqrt{U^2(\sigma_i^*, \omega_i^*) + V^2(\sigma_i^*, \omega_i^*)} \quad (3)$$

и фазовой характеристики корневой чувствительности

$$\beta_i = \arctg \frac{V(\sigma_i^*, \omega_i^*)}{U(\sigma_i^*, \omega_i^*)} \quad (4)$$

дает полную информацию для построения векторов корневой чувствительности в каждой точке корневого годографа.

Рассмотрим назначение отдельных блоков устройства.

Для хранения значений ординат полюсов $\omega_{p\nu}$ и ординат нулей $\omega_{z\mu}$ передаточной функции $F(p)$ служит блок 2. Блок 3 служит для хранения абсцисс полюсов $\sigma_{p\nu}$ и нулей $\sigma_{z\mu}$ функции $F(p)$. Блок 4 служит для хранения найденных значений разности абсцисс $\sigma_i^* - \sigma_{p\nu}$, $\sigma_i^* - \sigma_{z\mu}$ и вещественных частей полиномов $\Phi_n(p)$, $\Psi_m(p)$, $\Phi_n'(p)$, $\Psi_m'(p)$. Блок 5 служит для хранения вычисленных значений разности ординат $\omega_i^* - \omega_{p\nu}$, $\omega_i^* - \omega_{z\mu}$ и мнимых частей полиномов $\Phi_n(p)$, $\Psi_m(p)$, $\Phi_n'(p)$, $\Psi_m'(p)$.

Блок 6 служит для хранения найденных значений фазовых углов $\arctg \frac{(\omega_i^* - \omega_{p\nu})}{(\sigma_i^* - \sigma_{p\nu})}$, $\arctg \frac{(\omega_i^* - \omega_{z\mu})}{(\sigma_i^* - \sigma_{z\mu})}$

$$\arctg \frac{V(\sigma_i^*, \omega_i^*)}{U(\sigma_i^*, \omega_i^*)}$$

и значений степеней переменной $p^n = (\sigma + j\omega)^n$.

БП 14 служит для хранения коэффициентов b_0, b_1, \dots, b_m полинома $\Psi_m(p)$. Блок 15 служит для хранения коэффициентов a_0, a_1, \dots, a_n полинома $\Phi_n(p)$. Блок 16 предназначен для промежуточного хранения абсциссы σ_i^* исследуемой точки. Блок 17 служит для промежуточного хранения значения ординаты ω_i^* исследуемой точки. Блок 20 служит для промежуточного хранения чисел. Блок 11 служит для сравнения фазового угла Y_i исследуемой точки с фазовым углом Y_k , задаваемым по входной шине 12. Блок 8 служит для выдачи координат σ_i^*, ω_i^* очередной исследуемой точки плоскости собственных частот.

Устройство работает следующим образом.

Перед началом вычисления устройство приводится в исходное состояние, после чего вводится в блок 3 памяти значение абсцисс $\sigma_{p\nu}$ полюсов и $\sigma_{z\mu}$ нулей передаточной функции разомкнутой цепи $F(p)$, в блок 2 заносится значение ординат $\omega_{p\nu}$ полюсов и $\omega_{z\mu}$ нулей $F(p)$, в блок 15 вводится коэффициенты a_0, a_1, \dots, a_n полинома $\Phi_n(p)$ и числа $1, n$, в блок 14 заносятся коэффициенты b_0, b_1, \dots, b_m полинома $\Psi_m(p)$ и числа $1, m$, в блоке 11 задается по входной шине 12 значение фазового угла Y_k .

Запуск устройства осуществляется подачей сигнала по шине 10 на вход блока 1. Согласно алгоритму функционирования на первом этапе вычисления устройство выполняет нахождение Y_i по формуле (1). Для этого блок выдает сигналы, по которым производится выборка из блока 3 значения $\sigma_{p\nu}$ первого полюса и из блока 8 значения абсциссы σ_i^* первой исследуемой точки в блоке 9, где находится разность $\sigma_i^* - \sigma_{p\nu}$, которая заносится в блок 4. Затем по очереди в $(n-1)$ вычислениях находится разность значений абсциссы σ_i^* с абсциссами остальных полюсов и аналогично в m вычислениях поочередно находится разность значений σ_i^* с абсциссами $\sigma_{z\mu}$ всех нулей. Во втором цикле по сигналам блока 1 посылаются значения ординат $\omega_{p\nu}$ полюсов и ω_i^* в блок 9, где находится разность $\omega_i^* - \omega_{p\nu}$, которая заносится в блок 5. Затем по очереди в $(n-1)$ вычислениях находится разность значений ординат ω_i^* с ординатами остальных полюсов и аналогично в m вычислениях находится

разность значений ω_1^* с ординатами $\omega_{2\mu}$ всех нулей. Затем по сигналам блока 1 поочередно выбираются из блоков 5 и 4, ранее вычисленные значения разностей $\omega_1^* - \omega_{p1}$ и $\sigma_1^* - \sigma_{p-1}$ в блок 9, где происходит деление $(\omega_1^* - \omega_{p1}) / (\sigma_1^* - \sigma_{p-1})$. По значению частного от деления из блока 7 извлекается значение $\varphi_1 = \arctg((\omega_1^* - \omega_{p1}) / (\sigma_1^* - \sigma_{p-1}))$, которое заносится по сигналу блока 1 в блок 6. Аналогично этому процессу поочередно в вычислениях находятся значения фазовых углов остальных полюсов $\varphi_2, \dots, \varphi_n$ и значения фазовых углов θ_μ нулей. В третьем цикле по сигналу блока 1 выбираются в блок 9 для суммирования значения фазовых углов φ_ν и θ_μ из

блока 6. Суммы $\sum_{\nu=1}^n \varphi_\nu$ и $\sum_{\mu=1}^m \theta_\mu$ заносятся

в блок 6, которые затем извлекаются в блок 9, где происходит вычитание

$$\sum_{\mu=1}^m \theta_\mu - \sum_{\nu=1}^n \varphi_\nu$$

Полученная разность γ_k

посылается на вход блока 11 для сравнения с значением фазового угла γ_k функции отображения. В случае, если значения не равны, то по сигналу блока 1 в блок 8 выбираются абсцисса и ордината очередной точки плоскости, и весь процесс вычислений повторяется сначала. В случае равенства значений срабатывает блок 11 и сигналом блока 1 посылаются координаты исследуемой точки σ_1^* , ω_1^* плоскости в индикаторе 13 (на экран электроннолучевой трубки) и заносится значение "1" в блок 16. Начинается этап вычисления функции корневой чувствительности согласно формуле (2).

В первом цикле происходит вычисление значения полинома $\Phi_1(p)$ в комплексной форме. Для этого в первом такте по сигналу блока 1 заносится из блока 15 коэффициент a_0 в блок 4.

В следующем цикле - цикле вычисления второго слагаемого $(a_1 p)$ - сигналами блока 1 посылаются из блока 16 и блока 8 соответственно значения "1" и σ_1^* в блок 9, где происходит их умножение. Произведение (σ_1^*) заносится в блок 20. После этого посылаются из блока 17 и блока 8 соответственно значения "0" и ω_1^* в блок 9, где происходит умножение. Полученное произведение "0" вычитается из значения σ_1^* , которое извлекается из блока 20 в блок 9. Разность σ_1^{*2} заносится в блок 20. Затем сигналами блока 1 извлекается полностью значение "1" из блока 16 и посылается вместе со значением ω_1^* и блока 8 в блок 9 для умножения. Одновременно извлекается из блока 20 значение σ_1^* в очищенный блок 16, а ранее вычисленное произведение ω_1^* посылается

из блока 9 в блок 20. Затем производится выборка из блока 17 и блока 8 соответственно значений "0" из σ_1^* в блок 9, где происходит умножение. Полученное произведение σ_1^{*2} суммируется со значением ω_1^* , которое извлекается из блока 20 в блок 9. Результат сложения ω_1^* заносится в блок 17. Затем сигналами блока 1 в блок 9 для умножения посылаются из блока 15 коэффициент a_1 и значение σ_1^* из блока 16, которое сохраняется в блоке после операции до цикла вычисления следующего слагаемого полинома. Произведение $a_1 \sigma_1^*$ заносится в блок 4. После этого в блок 9 для умножения подаются из блока 15 коэффициент a_1 и из блока 17 значение ω_1^* , которое сохраняется в блоке 17 после операции. Произведение $a_1 \omega_1^*$, т.е. мнимая часть второго слагаемого полинома заносится в блок 5.

Затем устройство вычисляет следующее слагаемое $a_2 p^2$ полинома $\Phi_n(p)$ в порядке возрастания степеней комплексной и мнимой части. Цикл вычисления этого слагаемого аналогичен циклу вычисления второго слагаемого полинома. Сигналами блока 1 посылаются в блок 16 и блок 8 соответственно значения σ_1^* и σ_1^* в блок 9, где происходит умножение. Произведение σ_1^{*2} посылается в блок 20. Затем производится выборка из блока 17 и блока 8 значений ω_1^* и ω_1^* . Полученное произведение ω_1^{*2} вычитается из значения σ_1^{*2} , которое извлекается из блока 20 в блок 9. Разность $\sigma_1^{*2} - \omega_1^{*2}$ заносится в блок 20, после чего сигналами блока 1 посылается из блока 16 значение σ_1^* , которое извлекается полностью из блока 16, из блока 8 - значение ω_1^* в блок 9, где происходит их умножение.

Одновременно извлекается из блока 20 значение $\sigma_1^{*2} - \omega_1^{*2}$ блок 16, а произведение $\sigma_1^* \omega_1^*$ заносится из блока 9 в блок 20. Затем посылаются из блоков 17 и 8 соответственно значения ω_1^* и σ_1^* в блок 9, где происходит их умножение. Произведение суммируется со значением $\sigma_1^* \omega_1^*$ из блока 20, которое извлекается в блок 9. Результат сложения $2\sigma_1^* \omega_1^*$ заносится в блок 17, после чего сигналами блока 1 посылаются из блока 15 коэффициент a_2 и значение $\sigma_1^* - \omega_1^*$ из блока 16, которое сохраняется в блоке 16 после операции, в блок 9, где происходит их умножение. Произведение $a_2 (\sigma_1^* - \omega_1^*)$ вещественная часть слагаемого $a_2 p^2$ заносится в блок 4. После этого посылаются из блока 15 коэффициент a_2 и зна-

чение $2\sigma_1^* \omega_1^*$ из блока 17. По сигналам блока 1 из блока 15 подаются коэффициент a_2 и значение $\sigma_1^{*2} - \omega_1^{*2}$ из блока 16, которое сохраняется в блоке 16 после операции в блоке 9, где происходит

умножение. Произведение $a_2 (\sigma_1^{*2} - \omega_1^{*2})$ заносится в блок 4. После этого посылается из блока 15 коэффициент и значение $2\sigma_1^* \omega_1^*$ из блока 17, которое сохраняется в блоке 17 после операции в блоке 9, где происходит операция умножения. Произведение $2a_2 \sigma_1^* \omega_1^*$ заносится в блок 5.

Аналогично вычисляются следующие слагаемые полинома $\Phi_n(p)$. Причем значения вещественных и мнимых частей, соответствующих значению степеней переменной p^n , сначала заносятся в блок 6, а затем после умножения с коэффициентом a_n в блоке 9 - соответственно в блоки 4 и 5. После чего из блока 4 выбираются a_0 и вычисленные значения действующих частей слагаемых полинома $\Phi_n(p)$ в блок 9, где происходит их сложение. Сумма, т.е. вещественная часть полинома $\Phi_n(p)$ заносится в блок 4. Затем из блока 5 выбираются ранее полученные значения мнимых частей членов полинома $\Phi_n(p)$ в блок 9, где происходит их сложение. Сумма, т.е. мнимая часть полинома $\Phi_n(p)$, заносится в блок 5.

Аналогично вычисляется значение полинома $\Psi_m(p)$, а значения $\Phi_n^i(p)$ и $\Psi_m^i(p)$ вычисляются с той лишь разницей, что степени P выбираются из блока 6, числа n и m соответственно из блока 15 и 14. Значение вещественных частей $\Psi_m(p)$, $\Phi_n^i(p)$ и $\Psi_m^i(p)$ заносятся в блок 4, а значения мнимых частей - в блок 5. При вычислении $\Psi_m(p)$ одновременно вычисляется $\Psi_m^i(p)$, вещественная и мнимая части которого заносятся соответственно в блоки 4 и 5.

После этого в следующем цикле сигналами блока 1 посылаются из блоков 4 и 5 соответственно вещественные и мнимые части $\Phi_n^i(p)$ и $\Psi_m^i(p)$ в блок 9, где происходит умножение комплексных чисел. Полученное произведение в виде вещественной и мнимой частей заносится соответственно в блоки 4 и 5. Аналогично вычисляется произведение $\Phi_m(p)$ и $\Psi_m^i(p)$.

Затем сигналами блока 1 посылаются из блока 4 вещественные части соответственно ранее вычисленных $\Phi_m^i(p)$, $\Psi_m(p)$ и $\Phi_n(p)$, $\Psi_m^i(p)$ в блок 9, где происходит вычисление согласно (2). Разность заносится в блок 4. После этого из блока 5 посылаются соответственно мнимые части выражений $\Phi_n^i(p)$, $\Psi_m(p)$, $\Phi_n(p)$, $\Psi_m^i(p)$ в блок 9, где

происходит вычитание второго выражения из первого. Разность посылается в блок 5.

Знаменатель (1), вещественная часть и мнимая часть которого соответственно хранятся в блоках 4 и 5, делится на числитель $\Psi_m^2(p)$, вещественная и мнимая части которого хранятся в блоках 4 и 5. Операция деления выполняется по правилу деления комплексных чисел с помощью блоков 16-19. Вещественную и мнимую части вычисленной функции корневой чувствительности в заданной точке P_i корневого годографа заносят соответственно сигналами блока 1 в блоки 16 и 17.

В следующем цикле сигналами блока 1 посылаются из блоков 17 и 16 соответственно значения делимого $V(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ и делителя $U(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ в блок 9, где происходит деление. По найденному частному от деления выбирается из блока 7 значение фазового угла $\beta_i(4)$, которое заносится в блок 18.

Затем сигналами блока 1 посылается из блока 16 значение $U(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ в блок 20. Извлекаются из блоков 16 и 20 значения $U(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ и $V(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ в блок 9, где происходит умножение. Произведение $V^2(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ заносится в блок 16.

Значение $V(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ функции $\alpha(p)$ заносится из блока 17 в блок 9, а затем в блок 20. После этого извлекаются сигналами блока 1 из блоков 17 и 20 соответственно значения $V(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ и $V(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ в блок 9, где происходит умножение. Произведение $V^2(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ заносится в блок 17. Последующими сигналами блока производят выборку из блоков 16 и 17 соответственно значения $U^2(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ и $V^2(\sigma_1^*, \omega_1^*)$ в блок 9, где происходит сложение и затем извлечение квадратного корня из полученной суммы (3). Результат вычисления модуля λ_i функции корневой чувствительности заносится в блок 19.

После этого на экране электронно-лучевой трубки (индикатор 13) происходит индикация вектора корневой чувствительности $\alpha(p)$ в заданной точке P_i корневого годографа $P=P_i$, идущего по касательной к траектории и имеющего направление, совпадающее с направлением миграции корней, если $\alpha(p_i)$ (2) имеет знак плюс, и противоположное направление, если $\alpha(p_i)$ с минусом.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет значительно расширить функциональные возможности устройства по сравнению с базовым устройством, так как позволяет вычислить функцию корневой чувствительности систем автоматического управления и легко определить в зависимости от величины и направления вектора корне-

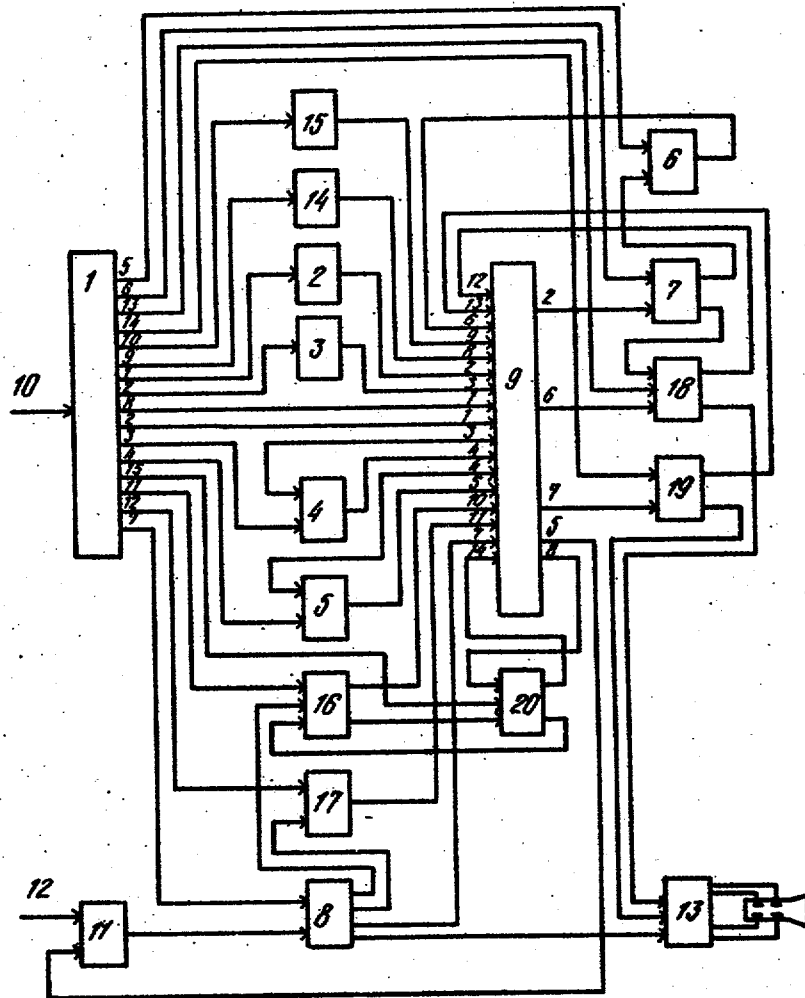
вой чувствительности как сильно изменяются характеристики качества системы, в частности степень устойчивости, колебательность при изменении варьируемого параметра.

Формула изобретения

Устройство для вычисления корневых годографов систем автоматического управления, содержащее блок управления, первый, второй, третий, четвертый, пятый, шестой, седьмой и восьмой выходы которого соединены соответственно с первыми входами первого, второго, третьего, четвертого и пятого блоков памяти, блока постоянной памяти, блока задания координат, арифметического блока, первый и второй выходы блока управления подключены соответственно к шине запуска и к первому выходу арифметического блока, выходы первого, второго, третьего, четвертого, пятого блоков памяти, блока задания координат соединены соответственно с вторым, третьим, четвертым, пятым, шестым и седьмым входами арифметического блока, второй, третий, четвертый и пятый выходы которого подключены соответственно к вторым входам блока постоянной памяти, третьего и четвертого блоков памяти и к первому входу блока сравнения, второй вход и выход которого соединены соответственно с входной шиной и с вторым входом блока задания координат, подключенного вторым выходом к первому входу индикатора, первый выход блока постоянной памяти соединен с вторым входом пятого блока памяти, о т л и ч а ю щ е е с я

тем, что, с целью расширения функциональных возможностей устройства, оно содержит шестой и седьмой блоки памяти, первый, второй, третий, четвертый и пятый блоки регистров, первые входы которых соединены соответственно с девятым, десятым, одиннадцатым, двенадцатым, тринадцатым, четырнадцатым и пятнадцатым выходами блока управления, вторые входы первого, второго, третьего, четвертого и пятого блоков регистров подключены соответственно к третьему и четвертому выходам блока задания координат, шестому, седьмому и восьмому выходам арифметического блока, первые входы шестого и седьмого блоков памяти, первого, второго, третьего, четвертого и пятого блоков регистров соединены соответственно с восьмым, девятым, десятым, одиннадцатым, двенадцатым, тринадцатым и четырнадцатым входами арифметического блока, второй выход первого блока регистров соединен с третьим входом пятого блока регистров, второй выход которого соединен с третьим входом первого блока постоянной памяти соединен с третьим входом третьего блока регистров, вторые выходы третьего и четвертого блоков регистров соединены соответственно с вторым и третьим входами индикатора.

- 35 Источники информации, принятые во внимание при экспертизе
1. Авторское свидетельство СССР № 275545, кл. G 06 F 15/20, 1970.
 2. Авторское свидетельство СССР № 408313, кл. G 06 F 15/34, 1973
- 40 (прототип).



Составитель В. Кузин
 Редактор Н. Кешеля Техред Л. Пекаръ
 Корректор Г. Решетник

Заказ 10301/35 Тираж 872 Подписное
 ВНИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4.