

Союз Советских
Социалистических
Республик



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 660058

- (61) Дополнительное к авт. свид-ву —
(22) Заявлено 04.04.77 (21) 2472535/18-24
с присоединением заявки № —
(23) Приоритет —
(43) Опубликовано 30.04.79. Бюллетень № 16
(45) Дата опубликования описания 30.04.79

(51) М. Кл.²
G 06F 15/34
(53) УДК 681.333
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

В. А. Вишняков, Г. В. Римский, В. П. Соловьев
и В. В. Таборовец

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ КОРНЕВЫХ
ГОДОГРАФОВ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

1

Изобретение относится к области вычислительной техники и предназначено для исследования устойчивости линейных и нелинейных систем и отыскания параметров, при которых система будет устойчива.

Известно устройство для построения корневых годографов, содержащее планшет с фотодиодами, проецирующее устройство, счетно-решающий блок, управляющую схему, индикатор, источник эталонного напряжения, триггеры, поляризованные реле [1].

Недостатками данного устройства являются невысокая точность, малое быстродействие и ограниченные функциональные возможности.

Из известных устройств наиболее близким по технической сущности к изобретению является устройство, содержащее блок управления, первый, второй, третий и четвертый выходы которого соединены соответственно с первыми входами арифметического блока, блока постоянной памяти, блока оперативной памяти и блока вычисления координат, первый, второй и третий входы блока управления соединены соответственно с управляющим входом устройства, первыми выходами арифметического блока и блока вычисления координат, второй, третий и четвертый выходы арифметического блока соединены соответ-

2

ственно со вторыми входами блока постоянной памяти, блока оперативной памяти и блока вычисления координат, выход блока постоянной памяти соединен с третьим входом блока оперативной памяти, первый и второй выходы которого соединены соответственно с третьими входами арифметического блока и блока вычисления координат, второй, третий и четвертый выходы которого соединены соответственно со вторым входом арифметического блока и через преобразователи кода в напряжение с электронно-лучевой трубкой [2].

Недостатком данного устройства является исследование устойчивости только линейных систем и невозможность нахождения значений варьируемых параметров нелинейной системы, при которых последняя будет абсолютно устойчива.

Целью изобретения является расширение функциональных возможностей устройства путем обеспечения нахождения параметров нелинейных систем.

Поставленная цель достигается тем, что в устройство введены регистр угла нелинейности, блок регистров и блок сравнения, вход которого соединен с выходом первого преобразователя кода в напряжение, а выход подключен к четвертому входу блока управления, вход регистра угла нелинейно-

сти соединен с пятым выходом блока управления, а выход — с четвертым входом блока вычисления координат, вход блока регистров соединен с пятым выходом блока управления, выход — с пятым входом арифметического блока.

Схема устройства представлена на чертеже. Устройство содержит блок 1 управления, арифметический блок 2, блок 3 постоянной памяти, блок 4 оперативной памяти, блок 5 вычисления координат, блок 6 регистров, регистр 7 угла нелинейности, блок 8 сравнения, преобразователи 9, 10 кода в напряжение, электронно-лучевую трубку (ЭЛТ) 11, управляющий вход 12 устройства.

В основу работы устройства положен следующий алгоритм. Нелинейная система с расположением нелинейности в угле $[0; K]$ (K — максимальное значение угла) и передаточной характеристикой $W(P)$ линейной части будет абсолютно устойчива в том случае, если корневой годограф секущей прямой будет полностью расположен в левой полуплоскости комплексной плоскости, т. е. не пересекает мнимой оси. На основании амплитудного и фазового критериев Стрелкова—Эванса выведен геометрический критерий принадлежности точки комплексной плоскости корневому годографу секущей прямой, который имеет вид

$$\frac{U \sin(g + \gamma)}{\sin j} = K, \quad (1)$$

где K — значение угла нелинейности;
 g — угол наклона прямой Попова к оси.

U и j определяются из амплитудного и фазового уравнения Стрелкова—Эванса

$$U = \left(\prod_{i=1}^n \sqrt{\Delta\omega_i^2 + \Delta\delta_i^2} \right) / \left(\prod_{j=1}^m \sqrt{\Delta\omega_j^2 + \Delta\delta_j^2} \right) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n \arctg \frac{\Delta\omega_i}{\Delta\delta_i} - \sum_{j=1}^m \arctg \frac{\Delta\omega_j}{\Delta\delta_j} = \gamma \quad (3)$$

где $\Delta\omega_i, \Delta\delta_i, \Delta\omega_j, \Delta\delta_j$ — разности ординат и абсцисс исследуемой точки комплексной плоскости и ординат, абсцисс полюсов и нулей линейной части системы соответственно.

Таким образом, нелинейная система будет исследоваться на абсолютную устойчивость следующим образом. Точки комплексной плоскости, начиная из полюсов линейной части системы, будут проверяться на принадлежность корневому годографу секущей прямой. Если при этом координата точки будет принадлежать оси $\omega\sigma$, то система неустойчива. Для нахождения параметров абсолютно устойчивой системы нуж-

но изменять постоянные времени (нули или полюса линейной части системы).

Перед началом работы устройства в блок 3 записаны синусы углов, в блок 4 занесены координаты полюсов и нулей, в блок 6 — минимальные и максимальные значения варьируемых параметров, в регистр 7 — значение угла нелинейности K . По сигналу «Запуск», поступающему на вход 12 устройства, блок управления 1 вырабатывает сигналы для чтения координаты первого полюса из блока 4 и занесения их в блок 5. Начинается слежение вокруг этой точки. Для этого исследуется окрестность полюса, начиная с точки с координатами $\omega_1 + \Delta\omega; \delta_1 + \Delta\delta$, а затем последовательно изменяются значения $\pm\Delta\omega + \Delta\delta$. По формуле (3) вычисляется значение γ , для чего вычисляются значения $\frac{\Delta\omega_i}{\Delta\delta_i}$, находятся из бло-

ка 3 $\arctg \frac{\Delta\omega_i}{\Delta\delta_i}$ и происходит суммирование в блоке 2. Значение заносится в блок 4. Затем вычисляется значение U по формуле (2), для чего в блоке 2 вычисляются в цикле значения $\Delta\omega_i^2, \Delta\delta_i^2, \Delta\omega_j^2, \Delta\delta_j^2$, затем выполняется сложение, извлечение корня и умножение для вычисления произведений. Значение U записывается в блок 1. Затем вычисляется левая часть уравнения (1) и в блоке 2 сравнивается со значением угла K , которое через блок 5 подается в блок 2. Если разность равна нулю, координаты точки выдаются на экран ЭЛТ, абсцисса — в блок 8. Если она равна нулю, то система неустойчива, и в блок управления выдается сигнал. Тогда из блока 6 первый варьируемый параметр подается в блок 2, происходит его изменение, и процесс вычисления начинается сначала.

Если при построении корневой годографа первая ветвь не пересекла оси $\omega\sigma$, строится вторая и т. д. В случае, если ни одна ветвь не пересекла мнимую ось, — система абсолютно устойчива, на экран ЭЛТ выдается значение варьируемого параметра из блока 5. Работа устройства заканчивается тогда, когда все параметры в блоке 6 изменились от минимального до максимального значения. При этом на экран ЭЛТ будут выдаваться значения параметров, при которых исследуемая система устойчива.

При исследовании линейных систем ветви корневой годографа строятся по уравнению (3).

Формула изобретения

Устройство для вычисления корневых годографов систем автоматического управления, содержащее блок управления, первый, второй, третий и четвертый выходы которого соединены соответственно с первыми входами арифметического блока, бло-

ка постоянной памяти, блока оперативной памяти и блока вычисления координат, первый, второй и третий входы блока управления соединены соответственно с управляющим входом устройства, первыми выходами арифметического блока и блока вычисления координат, второй, третий и четвертый выходы арифметического блока соединены соответственно со вторыми входами блока постоянной памяти, блока оперативной памяти и блока вычисления координат, выход блока постоянной памяти соединен с третьим входом блока оперативной памяти; первый и второй выходы которого соединены соответственно с третьими входами арифметического блока и блока вычисления координат, второй, третий и четвертый выходы которого соединены соответственно со вторым входом арифметического блока и через преобразователи кода в напряжение с электронно-лучевой трубкой, отличающееся тем, что, с целью

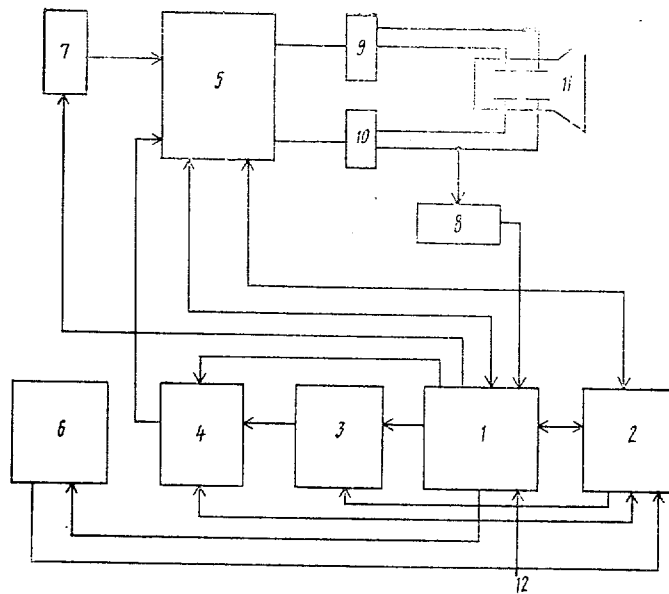
расширения функциональных возможностей за счет обеспечения нахождения значений параметров нелинейных систем, в него введены регистр угла нелинейности, блок регистров и блок сравнения, вход которого соединен с выходом первого преобразователя кода в напряжение, а выход подключен к четвертому входу блока управления, вход регистра угла нелинейности соединен с пятым выходом блока управления, а выход — с четвертым входом блока вычисления координат, вход блока регистров соединен с шестым выходом блока управления, выход — с пятым входом арифметического блока.

Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Авторское свидетельство СССР № 275545, кл. G 06 K 15/06, G 06K 15/20, 1969.

2. Авторское свидетельство СССР № 408313, кл. G 06F 15/34, 1972.



Составитель А. Жеренов

Редактор С. Равве

Техред Н. Строганова

Корректоры: Л. Брахнина
и Е. Осипова

Заказ 568/14

Изд. № 265

Тираж 779

Подписное

НПО Государственного комитета СССР по делам изобретений и открытий
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Типография, пр. Сапунова, 2