

Союз Советских  
Социалистических  
Республик



Государственный комитет  
Совета Министров СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е И З О Б Р Е Т Е Н И Я

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 446064

(61) Зависимое от авт. свидетельства -

(22) Заявлено 12.12.72 (21) 858891/18-24  
с присоединением заявки -

(51) М Кл.  
G 06 f 15/36

(32) Приоритет -

Опубликовано 05.10.74 Бюллетень № 37

(53) УДК 681.332:  
519.2 (088.8)

(45) Дата опубликования описания 15.12.74

(72) Авторы  
изобретения

В.Н. Четвериков, Э.А. Баканович, С.Ф. Костюк,  
С.М. Мороз и А.В. Меньков

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт и Московское ордена  
Ленина и ордена Трудового Красного Знамени высшее  
техническое училище им. Н.Э. Баумана

(54) УПРАВЛЯЕМЫЙ ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

1

Изобретение относится к области вычислительной техники и может быть использовано для построения датчиков случайных чисел, моделей стохастических автоматов и систем, при построении стохастических вычислительных и моделирующих устройств.

Известен ряд способов построения вероятностных элементов и схем, реализующих эти способы.

Известным вероятностным элементам, содержащим электронные приборы с известными шумовыми характеристиками и цепи запуска и управления, присущи недостатки, связанные с температурной нестабильностью характеристик и их зависимостью от питающих напряжений. Устранение этих недостатков связано с усложнением схем вероятностных элементов.

Целью изобретения является упрощение вероятностного элемента, повышение надежности и стабильности его работы, устранение зависи-

2

мости вероятностных характеристик элемента от параметров входных сигналов и флуктуаций питающих напряжений, возможность изменения вероятностных свойств элемента, возможность построения вероятностных элементов с произвольным числом устойчивых состояний.

Сущность предлагаемого изобретения заключается в использовании шумовых свойств тиристоров, включаемых параллельно между "землей" и входом схемы через сопротивление связи. Включенные таким образом тиристоры образуют многоустойчивый управляемый вероятностный элемент. Схема подключается к единственному источнику энергии-генератору входных импульсов, что исключает влияние нестабильности питающих напряжений на работу вероятностного элемента. При таком включении тиристоров нестабильность параметров входных импульсов не влияет на стабильность работы схемы в целом и не приводит к измене-

ниям установленных вероятностных параметров.

Между входом схемы и управляющими электродами тиристоров включены регулируемые резисторы, с помощью которых задаются требуемые величины токов управления тиристорами и вероятностных характеристик вероятностного элемента. С индивидуальных нагрузочных сопротивлений параллельных ветвей схемы снимается напряжение, соответствующее состоянию тиристоров. При включении (пробое) тиристора с его нагрузки снимается напряжение, обусловленное током, протекающим по цепи пробитого прибора; остальные тиристоры шунтируются пробитыми и с их нагрузочных сопротивлений снимается потенциал "земли". В течение времени действия входного сигнала лишь на одном выходе многоустойчивого вероятностного элемента присутствует потенциал, отличный от потенциала "земли".

На фиг. 1 изображена принципиальная электрическая схема предложенного элемента; на фиг. 2 — график изменения напряжения в общей точке схемы и напряжения пробоя в течение времени действия входного сигнала; на фиг. 3 — характеристики включения тиристора; на фиг. 4 — плотности распределения вероятностей случайных значений порогов срабатывания тиристоров; на фиг. 5 — зависимость вероятности срабатывания тиристора от значений регулируемого параметра.

В случае если на входе схемы (фиг. 1) отсутствуют сигналы опроса, схема оказывается обесточенной и напряжение на всех ее выходах соответствует потенциалу "земли". При поступлении на вход схемы импульса с конечной длительностью переднего фронта напряжение в общей точке  $E$  нарастает, а напряжение пробоя тиристоров  $I_1 - I_n$  уменьшается за счет увеличения токов управления, протекающих через резисторы  $R_1 - R_n$ . В некоторый момент времени  $t = t_1$  (фиг. 2), когда напряжение в точке  $E$  общего резистора 3 достигает уровня пробоя одного из тиристоров, происходит его пробой (точка А на фиг. 2). Из рассмотрения характеристик включения тиристора (фиг. 3) следует, что при повышении входного напряжения от нуля до некоторого максимального значения нагрузочная пря-

мая перемещается, сменяя положение  $I, II, \dots$ , а напряжение пробоя соответственно уменьшается, проходя значения  $V_1, V_2, \dots$ . В момент пробоя тиристора рабочая точка переходит на участок отрицательного дифференциального сопротивления прибора ( $V_i, C$ ), ток через пробитый тиристор резко возрастает, а напряжение в общей точке  $E$  уменьшается, что исключает срабатывание (пробой) остальных тиристоров.

Для пояснения сущности вероятностных процессов, протекающих в схеме, рассмотрим частный случай многоустойчивого вероятностного элемента — бистабильного элемента, в котором использованы только два тиристора, например  $I_1$  и  $I_2$ . В некоторой области изменения разностных значений токов управления срабатывание тиристора носит вероятностный характер из-за модуляции уровня пробоя тиристора его внутренними шумами. Эффект модуляции может быть приведен к управляющей цепи, что значительно упрощает дальнейшее рассмотрение протекающих в схеме процессов. Вероятность срабатывания (пробоя) первого тиристора  $P_{ср}$  при поступлении на вход вероятностного элемента в момент  $t_1$  сигнала опроса от генератора импульсов может быть записана так:

$$P_{ср}^1 = P[I_{y_1} + I_{w_1}(t_1) < I_{y_2} + I_{w_2}(t_1)], \quad (1)$$

где  $I_{y_1}, I_{y_2}$  — соответственно токи управления первым и вторым тиристорами;

$I_{w_1}(t_1)$  и  $I_{w_2}(t_1)$  — значения в момент  $t_1$  реализаций случайных функций, описывающих флуктуации токов управления первым и вторым тиристорами, модулированных внутренними шумами, приведенных к цепям управления тиристорами.

В интегральном виде выражение (1) может быть переписано в таком виде:

$$P_{ср}^1 = \int_0^{t_1} \int_0^{t_1} f[I_{w_1}(t_i)] dI \cdot \int_0^{t_1} f[I_{w_2}(t_i)] dI dV, \quad (2)$$

где  $f[I_{w_1}(t_i)], f[I_{w_2}(t_i)]$  соответственно плотности распределения вероятностей значений  $I_{w_1}, I_{w_2}$  в момент  $t_i$ .

Из рассмотрения фиг. 4 ясно, что вероятность срабатывания вероятностного элемента является функцией площади перекрытия графиков плотностей распределения случайных значений порогов срабатывания тиристоров (заштрихованная область на фиг. 4), причем эта вероятность зависит от некоторой величины  $C$ . На основании условия

$$f[I_{ш2}(t_i)] = f[I_{ш1}(t_i) - C], \quad (3)$$

где  $C$  - некоторый регулируемый параметр, делается вывод о возможности изменения вероятности срабатывания элемента. Таким регулируемым параметром является разность постоянных составляющих токов управления, задаваемых изменением величин сопротивлений в цепях управления тиристорами. Зависимость вероятности срабатывания первого тиристора от величины параметра  $C$  показана на фиг. 5.

Результаты, полученные для схемы с двумя случайными устойчи-

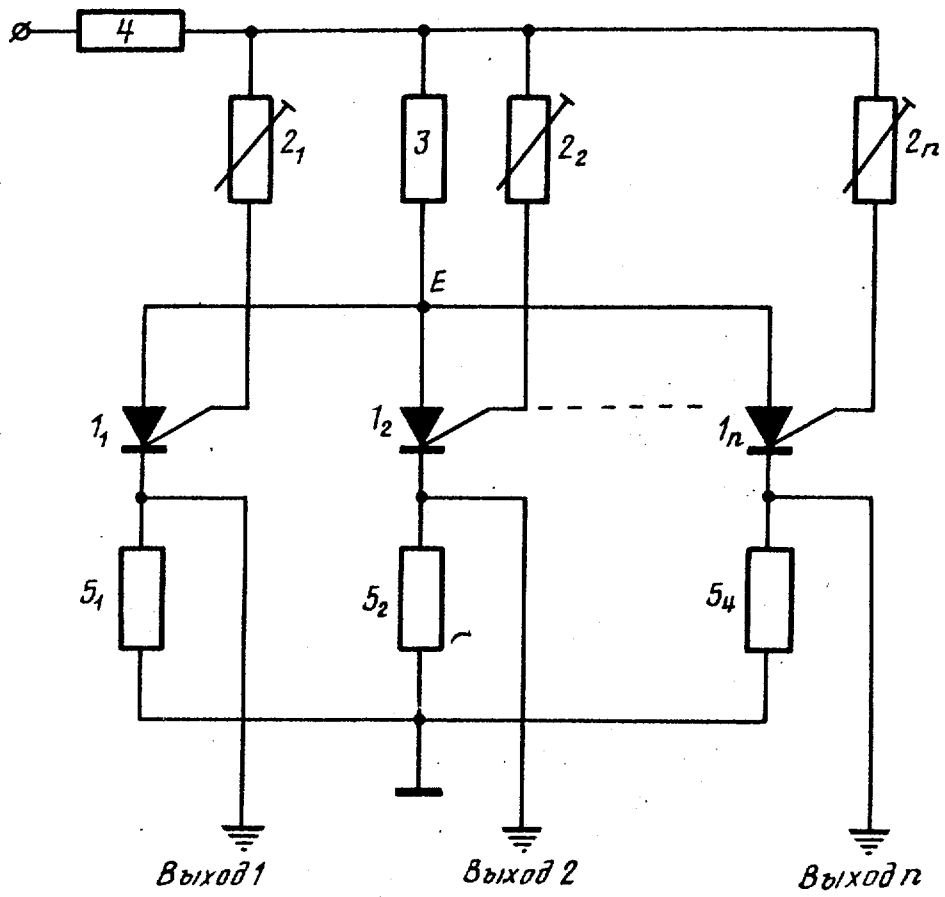
выми состояниями <sup>6</sup> распространяются и на общий случай - схему многоустойчивого управляемого вероятностного элемента.

5 По окончании действия импульса, поступающего на вход вероятностного элемента, схема возвращается в исходное состояние, когда на всех ее выходах - резисторах  $\delta$  устанавливается потенциал "земля".  
10

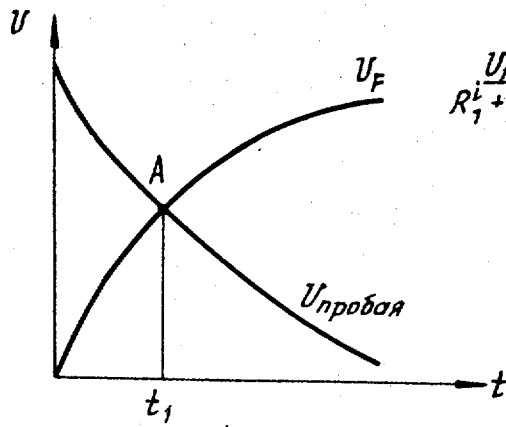
#### ПРЕДМЕТ ИЗОБРЕТЕНИЯ

15

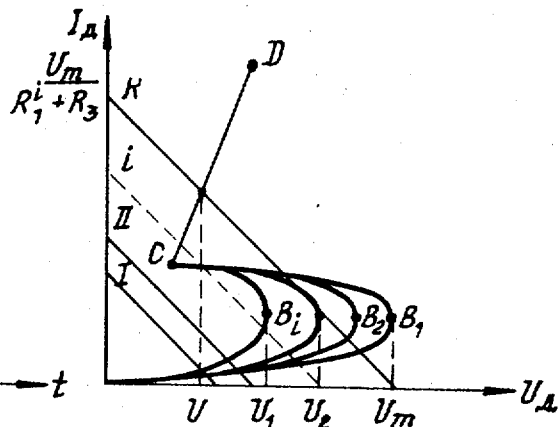
Управляемый вероятностный элемент, содержащий первичные источники случайного сигнала, генератор импульсов, резисторы, о т л и -  
20 ч а ю щ и й с я тем, что, с целью его упрощения при повышении стабильности характеристик, в нем первичные источники шума выполнены в виде ряда тиристоров, катоды которых соединены с нагрузочными резисторами, аноды через общий резистор подключены к генератору импульсов, который соединен через регули-  
25 руемые резисторы с управляющими электродами тиристоров соответ-  
30 ственно.



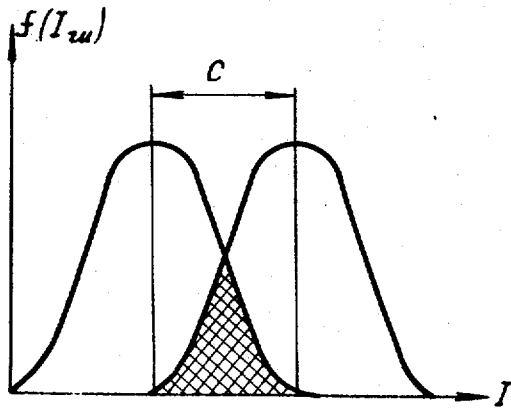
Фиг. 1



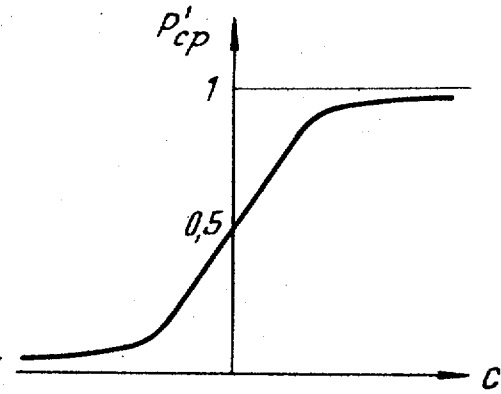
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

Составитель В. ЖОВИНСКИЙ

Редактор Л. УТЕХИНА Техред А. ЗБАРСКИЙ

Заказ 49

Изд. № 577

Тираж 624

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР  
по делам изобретений и открытий  
Москва, 113035, Раушская наб., 4

Предприятие «Патент», Москва, Г-59, Бережковская наб., 24