



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2011132621/07, 07.01.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
07.01.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **07.01.2009**(45) Опубликовано: **27.04.2013** Бюл. № 12(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **EP 0133968 A1, 13.03.1985. RU 2024142 C1, 30.11.1994. US 4967304 A, 30.10.1990. US 5872722 A, 16.02.1999. US 2005078425 A1, 14.04.2005.**(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **08.08.2011**(86) Заявка РСТ:
FI 2009/050006 (07.01.2009)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/079256 (15.07.2010)Адрес для переписки:
119146, Москва, а/я 33, И.В. Журавлевой

(72) Автор(ы):

**ВАНХАЛА Кари (FI),
КОЙВУЛА Петри (FI)**

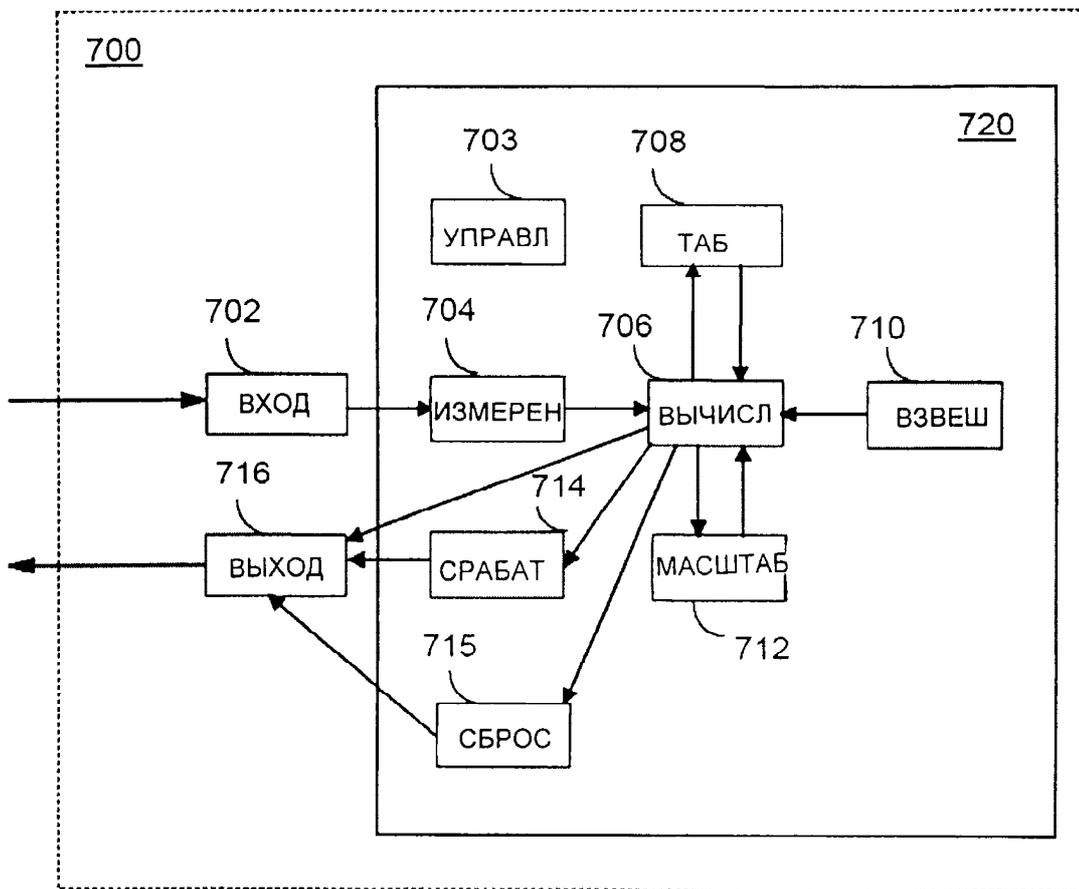
(73) Патентообладатель(и):

АББ ТЕКНОЛОДЖИ АГ (CH)**(54) РЕЛЕ ЗАЩИТЫ И СПОСОБ ЕГО УПРАВЛЕНИЯ**

(57) Реферат:

Реле защиты (700) содержит средство для измерения величины входного параметра реле защиты; средство (706) для определения величины вычисляемого параметра на основе обратного определенного минимума временной кривой, определяющей взаимоотношение между величиной входного параметра и предварительно определенной пороговой величиной входного параметра, причем величины вычисленного параметра делятся на две или более зоны и ограничиваются характерными для зоны

делителями; и средство (712) для добавления величины вычисленного параметра к кумулятивной сумме вычисленного параметра, которые используются в вычислительном уравнении для определения условия срабатывания (619) и/или сброса (615) реле защиты. Технический результат - создание реле защиты и способа его управления, использование которых в процессорах с фиксированной запятой позволяет значительно сократить риск переполнения при вычислениях. 2 н. и 12 з.п. ф-лы, 1 табл., 8 ил.



Фиг.7



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
H02H 3/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011132621/07, 07.01.2009**

(24) Effective date for property rights:
07.01.2009

Priority:

(22) Date of filing: **07.01.2009**

(45) Date of publication: **27.04.2013 Bull. 12**

(85) Commencement of national phase: **08.08.2011**

(86) PCT application:
FI 2009/050006 (07.01.2009)

(87) PCT publication:
WO 2010/079256 (15.07.2010)

Mail address:

119146, Moskva, a/ja 33, I.V. Zhuravlevoj

(72) Inventor(s):

**VANKhALA Kari (FI),
KOJVULA Petri (FI)**

(73) Proprietor(s):

ABB TEKNOLODZhi AG (CH)

(54) **PROTECTION RELAY AND METHOD OF ITS CONTROL**

(57) Abstract:

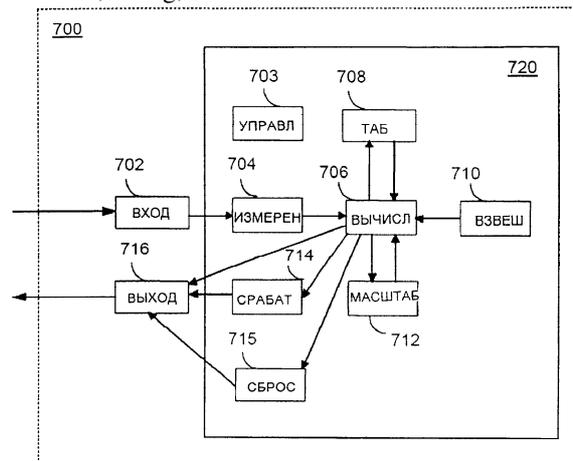
FIELD: electricity.

SUBSTANCE: protection relay (700) comprises a facility for measurement of a value of an input parameter of a protection relay; a facility (706) to detect a value of the calculated parameter on the basis of a reverse detected minimum of a time curve, which determines relation between the input parameter value and the predetermined threshold value of the input parameter, besides, values of the calculated parameter are divided into two or more zones and are limited with dividers specific for the zone; and a facility (712) to add the value of the calculated parameter to the cumulative sum of the calculated parameter, which are used in the calculating equation for detection of an actuation (619) and/or reset (615) condition of the protection relay.

EFFECT: development of a protection relay and a

method of its control, using which in processors with a fixed point makes it possible to considerably reduce risk of overfilling during calculations.

14 cl, 8 dwg, 1 tbl



Фиг.7

RU 2 480 880 C2

RU 2 480 880 C2

ОБЛАСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0001] Настоящее изобретение относится к управлению реле защиты.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0002] Реле обычно используют для защиты, например, электрических сетей и устройств. Функции реле защиты могут осуществляться как постоянно действующие функции, когда время работы не зависит от амплитуды измеряемого входного сигнала, такого как ток, напряжение, частота, температура, мощность, энергия и т.п. Для запуска защиты существенно, чтобы амплитуда превышала заданную начальную величину. В качестве альтернативы функции реле защиты могут иметь обратно-временную зависимость, когда время работы имеет обратную зависимость от величины измеренного сигнала.

[0003] Поставщик указанных реле обычно определяет набор используемых моделирующих расчетов или кривых. Для некоторых типов сигналов, например тока, существуют международные стандарты, которые определяют некоторые рабочие кривые. В этом случае потребитель может выбрать реле, использующее один из заранее заданных способов расчетов, который наиболее подходит его назначению. Однако со временем у потребителя возникает потребность иметь возможность самому задавать свои собственные расчетные способы. Это приводит к появлению дополнительных требований, предъявляемых к реле защиты, особенно к использующим ограниченные вычислительные мощности и параметры.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0004] Стандарты С37.112-1996 Института инженеров электротехники и электроники (IEEE) определяют интегральное уравнение для реле с микропроцессором, которое обеспечивает координацию не только в случае постоянного входного тока, но и для любого тока переменной амплитуды. В настоящее время не существует стандартов для амплитуд других сигналов кроме тока, однако ряд производителей утверждают, что сходные кривые, основанные на параметрах, также могут быть использованы для других сигналов. Поэтому может быть задано обобщенное уравнение кривой обратного определенного минимального времени (IDMT), представляющее собой соотношение работа-время, применимое для сигналов любого типа. Так называемое работа-время, т.е. время выключения здесь относится к периоду времени от запуска до момента выключения. В общем виде соотношение между работа-время и амплитудой сигнала может быть выражено уравнением (1):

$$t(M) = \frac{k * a}{\left(b * \pm \left(\frac{M}{M_{<}} - e \right) - c \right)^p} + d \quad (1)$$

где:

t - рабочее время (срабатывания) в секундах;

k - задаваемый временной множитель (шкала времени) функции.

Здесь k может быть включено в d.

M - измеренная амплитуда;

M< - заданная начальная амплитуда, начальная величина.

Может быть > (больше) или < (меньше) ограничения функции.

[0005] Стандартные уравнения и большинство других представленных уравнений кривых для сигналов различного типа могут быть получены из обобщенного уравнения. Для стандартных кривых единственной переменной величиной является M,

а все другие параметры задаются. В последнее время множество реле разрабатывались так, чтобы потребитель самостоятельно задавал параметры указанного уравнения.

[0006] Кроме того, некоторые стандарты предполагают возможность для потребителя задать ряд точек кривой обратного определенного минимального времени (IDMT) для определения указанной временной кривой. Дополнительно существуют точно определенные инструменты построения кривой, которые могут быть первоначально использованы для оценки, а затем для загрузки параметров кривой, определенных пользователем, или справочных таблиц (LUT), отражающих все точки кривой для реле. Обычно для оценки кривой требуется монотонность кривой обратного определенного минимального времени, или же, если это не требуется, то существует селективная схема между стадиями защиты, которые имеют дело с неоднородностью кривой.

[0007] В качестве примера можно рассмотреть подкласс уравнения избыточного напряжения, полученного из уравнения (1) ($\Rightarrow f=0, e=1, M>, \pm=+$), где в результате время падения обратно зависит от того, насколько входное напряжение превышает начальное напряжение. Если это превышение велико, то время падения будет коротким. Это иллюстрируется с помощью упрощенного уравнения (2), показывающего основную форму уравнения обратного избыточного напряжения, когда $M>1$ в уравнении (1):

$$t = \frac{k * a}{\left(b \frac{U - U >}{U >} - c \right)^p} + d, \quad (2)$$

где:

t - рабочее время (срабатывания) в секундах;

k - задаваемый временной множитель;

U - измеренное напряжение;

U> - заданное начальное напряжение;

a, b, c, d, p - задаваемые параметры кривой.

[0008] Из уравнений (1) и (2) видно, что вычисленный диапазон работа-время из единицы до наивысшего значения M больше всего зависит от величины параметра p. Другими словами параметр p в основном определяет крутизну кривой работа-время как функции соотношения амплитуд сигнала.

[0009] Существует много путей осуществления вычисления величины работа-время на основе приведенного уравнения (1). Один из них заключается в вычислении величины t из указанного уравнения и использование ее обратной величины для компонента интегральной суммы. Этот вид вычислений весьма склонен к ошибкам, когда уже кумулятивная сумма велика и к ней добавляется небольшой компонент интегральной суммы, особенно в случае процессора с плавающей запятой. Обычно следует избегать деления на большие величины в случае применения процессора с плавающей запятой, что также делает этот первый путь малоприменимым для вычислений в системах с плавающей запятой.

[0010] Другой более приемлемый способ, например, заключается в предварительном вычислении знаменателя уравнения или какой-либо другой части уравнения в виде так называемой справочной таблицы (LUT) для различных значений M, что позволяет избежать при вычислении операции деления. В этом случае производитель должен выбрать заранее шаг между различными значениями M в справочной таблице и для лучшей точности вычислений величину шага нужно

уменьшать или же должна выполняться некая интерполяция между шагами справочной таблицы (LUT), если значение нулевого порядка (ZOH), т.е. величина, замороженная до следующего изменения, несущественна для значений соотношения сигналов между шагами.

5 [0011] Третий способ заключается в вычислении решения $t(M)$ для $M > 1$ так, чтобы не было операций деления в течение фазы вычисления. Можно сравнивать довольно большие числа и это гарантирует точность вычисления как для случая с плавающей, так и фиксированной запятой, и в результате этот подход дает наиболее оптимальное
10 функционирование с точки зрения точности. Если при этом также поддерживается операция обнуления, то еще более выгодно одновременно сочетать как рабочие уравнения ($M > 1$), так и уравнения обнуления ($M < 1$) и оценивать кривую работа-время без применения операции деления при вычислении.

15 [0012] На Фиг.1 показан пример рабочих кривых реле защиты. В качестве примера мы можем считать, что измеряемый параметр является напряжением и кривая представляет собой функцию избыточного напряжения. По оси y отложено работа-время; а по оси x отношение измеренного напряжения к пороговому уровню напряжения $U >$, который определяется как соотношение избыточного напряжения. На
20 указанном чертеже показаны три кривых А, В и С. Например, для кривой А работа-время равно 1 секунде для постоянного отношения избыточного напряжения в 1,75. Как показано, кривые имеют разную степень крутизны, так кривая С наиболее крутая, а кривая А имеет наименьшую крутизну.

25 [0013] В процессоре реле может быть задан алгоритм вычисления, который вычисляет величину работа-время. Практически отношение избыточного напряжения не является постоянной, как показано на Фиг.1, и поэтому вычисление может учитывать тот факт, что уровень избыточного напряжения может быть подвержен флуктуации. Например, в первый момент времени уровень избыточного напряжения
30 может быть равен 1,5, а в следующий момент может быть уже 2,5. Конечно, обычно столь значительное изменение в вариации сигнала между последовательными рабочими циклами не происходят, но могут происходить на более длинном временном интервале. Мгновенные результаты вычисления могут накапливаться в вычислительном уравнении, причем разные уровни избыточного напряжения
35 оказывают различное воздействие на вычисленное значение работа-время. Уровень работа-время и "время спада" может быть вычислено за один рабочий цикл реле (время срабатывания), которое может составлять, например, 2,5 мс, но может иметь значительный разброс для разных реле. Также могут иметь место несколько рабочих
40 циклов функций в одном реле, когда одна функциональность может являться образцом для различных рабочих циклов.

[0014] Так как вычисление времени спада может быть относительно сложным и затратным по времени, то некоторые переменные могут быть сохранены заранее в справочной таблице (LUT). Например, диапазон соотношения избыточного
45 напряжения от 1 до 5 может быть разделен на интервалы с фиксированным или изменяемым шагом справочной таблицы (LUT), а каждый показатель на интервале может ассоциироваться с величиной временного параметра вычисления из справочной таблицы (LUT). Величины временного параметра вычисления могут
50 добавляться к сумме величин параметра вычисления, который может использоваться для вычисления значения работа-время. Как уже отмечалось, спад нулевого порядка может быть использован для соотношений между точными точками справочной таблицы (LUT), но может быть использована некоторого рода интерполяция при

определении величин справочной таблицы между заранее определенными соотношениями.

[0015] Чем круче кривая обратного определенного минимального времени, тем шире будет обозначен диапазон значений справочной таблицы (LUT). Эта ширина 5 требуемого диапазона величин здесь обозначена как динамика кривой. Кроме того, чем больше значение, записываемое в справочную таблицу (LUT), тем больше возможность переполнения в течение выполнения операции умножения.

[0016] Один из путей создать справочную таблицу заключается в расположении 10 более высокого показателя в соответствии с более высокими значениями справочной таблицы (LUT). Поэтому исходная справочная таблица (LUT), соответствующая кривой С, в общем случае включает большие изменения значений справочной таблицы (LUT), чем справочные таблицы (LUT) кривых А и В. Таким образом, динамика кривой С выше. В случае процессора с фиксированной запятой особое 15 внимание следует уделить тому, чтобы вычислительные операции не вызывали ситуации переполнения. Кривая С, в большинстве случаев склонная к большим величинам в справочной таблице (LUT), подвержена опасности умножения переполнения. Необходимо отметить, что кривые, задаваемые пользователем, могут 20 быть даже более крутыми, чем кривая С, в результате чего риск переполнения еще повышается.

[0017] Крутые кривые обратного определенного минимального времени трудно создать, так как хотя величина длины слова справочной таблицы (LUT) ограничена, 25 требования к точности значения работа-время должны выполняться. Фиг.1 иллюстрирует указанную проблему с простой монотонной и при этом крутой рабочей кривой обратного определенного минимального времени, где параметры для кривой С составляют: $k=15$, $a=480$, $b=32$, $p=3$, $c=0,5$ и $d=0,035$. На графике видно, что значения работа-время для сигналов $1 < M < 1,02$ превышают 174930 секунд. Кроме того, при 30 $M=1,1$ значение работа-время составляет только 24,42 секунды, а значение работа-время при $M > 2,4$ не превышает 40 мс. Отметим, что параметр уравнения $d=0,035$ уже ограничивает самое короткое значение работа-время величиной, по крайней мере, 35 мс.

[0018] Предполагается, что величина $1/t(M)$ либо вычисляется в течение одного 35 рабочего цикла, либо заранее вычисленное значение извлекают из справочной таблицы (LUT) в течение рабочего цикла. Так как значение работа-время в течение всего диапазона соотношения сигнала необходимо определить в соответствии с заданной точностью, то необходимо различать каждую точку соотношения сигнала.

[0019] Далее, можно вкратце изучить использование обратной величины $operate-time$ 40 в диапазоне соотношений напряжения, так как это наиболее простой путь применения вычисления значения $operate-time$, даже при том, что, как уже отмечалось, он не самый оптимальный. В результате диапазон $[1/t(1,02) \dots 1/t(5,00)]$ соответствует $[1/2623907 \dots 1/0,035] = [3,811 \cdot 10^{-7} \dots 28,5714]$ и эти значения либо вычислены во время 45 операции, либо вычислены предварительно и внесены в справочную таблицу (LUT). Для систем с фиксированной запятой этот диапазон масштабируется выше единицы так, что в простейшем случае масштабированный диапазон имеет вид $[1 \dots (28,5714/3,811 \cdot 10^{-7}) \approx 74970874]$.

[0020] Так как в данном случае $\log_2(74970874) \approx 26,16$, то имеется, по крайней мере, 50 27 бит для записи значений в справочную таблицу (LUT). Для того, чтобы выяснить, возможно ли различить два последовательных значения справочной таблицы (LUT) для самой крутой части кривой, необходимо отметить, что следующее значение М

справочной таблицы (LUT) выше 1,02 в качестве решения неравенства $k*a/(b*(M-1)-c)^P+d \approx 1/(2*3,811*10^{-7})$, будет равно $M \approx 1,0211371$. Разница длины шага справочной таблицы (LUT) в битах равно $\log_2(0,00113712) \approx -9,78$ так, что в действительности шаг справочной таблицы (LUT) равен приблизительно 2^{-9} . Однако этот подход с владением нулевого порядка приводит к 50% ошибке для верхней границы первых значений справочной таблицы (LUT), что не может быть приемлемым.

[0021] Поэтому можно сделать вывод, что соотношение между первыми значениями справочной таблицы (LUT) не может равняться единице, но должно быть больше и, например, в определенной ситуации первое и последнее значение $1/t$ для M 1,02 5,00 с шагом справочной таблицы (LUT), равным 2^{-9} , будут равны [1, 35, 172, 485, 1043, 1919, 3185, 4912, ..., 67962937, 68011154, 68058952, 68106335, 68153307, 68199873], где последняя вычисленная величина представлена выражением $\log_2(68199873) = 26,02$ бита.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0022] Целью настоящего изобретения, таким образом, является создание реле защиты и способа его управления для предотвращения вышеописанных недостатков. Это достигается посредством реле защиты и соответствующего способа, представленных в независимых пунктах формулы изобретения.

[0023] Способ, согласно данному изобретению, проиллюстрирован на Фиг.2 и Фиг.3, которые в принципе отображают одинаковую информацию.

[0024] На Фиг.2 сплошная линия отражает значение работа-время $t/(M)$, а пунктирная линия отражает ограниченную величину.

[0025] На Фиг.3 показана обновленная обратная величина рабочего значения, т.е. $m/t(M)$, где m может быть определена как произвольно выбранный фиксированный множитель масштабирования, а по оси x задается значение индекса справочной таблицы (LUT) с прямой зависимостью от соотношения сигналов. Каждая из этих фигур (2 и 3) может отражать содержание справочной таблицы (LUT), но для дальнейшего описания выбрана Фиг.3. В другом варианте воплощения вместо справочной таблицы (LUT) указанные величины могут быть вычислены во время проведения операции.

[0026] На Фиг.3 показано, что масштабирование может вызвать то, что диапазон значений справочной таблицы (LUT) превышает разумные границы ее реализации (наибольшее видимое значение равно $3,3959*10^{10}$ и $\log_2(3,3959) \approx 34,98$). Из-за того, что существует только ограниченный числовой диапазон (длина бита) для выражения вычисленного значения, информация о содержании справочной таблицы должна быть ограничена пороговой величиной. На Фиг.3 показан пример, в котором наивысшее возможное значение справочной таблицы (LUT) произвольно ограничено величиной 250000. Эта величина определена здесь как "максимальная величина компоненты интегральной суммы", которая может быть произвольно выбрана заранее до начала операции. После выбора предела кривая в целом или начальное содержание справочной таблицы (LUT) оценивается для ограничения всех значений справочной таблицы (LUT). Это осуществляется посредством постоянного деления значений всего содержания справочной таблицы (LUT) на подходящую величину таким образом, чтобы каждое значение начального содержания справочной таблицы (LUT) оказалось ниже "максимальной величины компоненты интегральной суммы". Пример результата показан пунктирной линией на Фиг.3. При совершении указанных постоянных операций деления можно обнаружить так называемые "зоны", которые можно определить как "Зона 0", "Зона 1", и т.д. Значения Зоны 0

соответствуют начальному содержанию справочной таблицы (LUT), значения Зоны 1 соответствуют начальному содержанию справочной таблицы (LUT), деленному на Q, значения Зоны 2 соответствуют начальному содержанию справочной таблицы (LUT), деленному на Q в степени q, и т.д. Последовательные деления в зонах будут представлять собой $Q^0=1, Q^q, Q^{2q}, Q^{3q}$, и т.д. Как Q, так и q могут быть выбраны произвольно, но с практической точки зрения целесообразно выбрать степени, кратные 2.

[0027] На Фиг.3 в качестве примера выборка Q и q составляют Q=2 и q=9. Для программируемых пользователем кривых оценка кривых должна быть проведена заранее с использованием средства оценки кривой, которое затем может также быть использовано для загрузки либо параметров кривой, либо содержания справочной таблицы (LUT) и показателей изменения зон реле. В случае, если средства оценки кривой недоступны, то можно использовать программу запуска реле, которая производит оценку кривой и создает содержание справочной таблицы (LUT), а также показателей во время холодного и горячего запуска.

[0028] На Фиг.3 можно видеть, что не ограниченная величина из справочной таблицы математически представляет собой биекцию (одно соотношение сигнала соответствует одному значению справочной таблицы (LUT) и наоборот), в то время как ограниченная функция из справочной таблицы (LUT) является сюръекцией (несколько соотношений сигнала производят одинаковое значение справочной таблицы (LUT)). Как уже утверждалось ранее, при осуществлении последовательных операций деления в течение оценки начального содержания справочной таблицы (LUT) также необходимо осуществлять некоторый подсчет для показателей непрерывности справочной таблицы (LUT), которые впоследствии могут быть использованы для корректировки значений справочной таблицы (LUT) при вычислении. Здесь это определено как "подсчет индексов". Конечно, эта индексация более или менее ограничена использованием справочной таблицы (LUT), и для более точных вычислений для достижения того же результата при вычислении может быть выбран другой способ.

[0029] Во время вычисления величины работа-время и сохранения полного контроля условий умножения можно избежать переполнения при выполнении операции умножения путем ограничения величин справочной таблицы (LUT). Предлагаемый способ позволяет использовать, по крайней мере, два варианта использования при выборе величин справочной таблицы (LUT). Первый очевидный и уже описан выше: величины справочной таблицы ограничены на одном и том же шаге справочной таблицы (LUT). Однако в другом варианте исполнения можно после ограничения величин справочной таблицы (LUT) масштабировать содержание справочной таблицы и таким образом достичь еще более плотной сетки путем включения новых точек кривой работа-время между существующими точками. Это возможно, если "максимальная величина компоненты интегральной суммы" выбирается так, что ее величина может быть все еще увеличена при вычислении без наступления позже переполнения при умножении. Это можно наблюдать на Фиг.3 на распрямлении кривой.

[0030] Представленный способ может быть применен как для вычисления с плавающей, так и фиксированной запятой, но так как этот способ основан на предварительно вычисленной справочной таблицы (LUT) (как из оперативной памяти ОЗУ или вычислении на начальной фазе), то предпочтительно использовать более дешевые процессоры с фиксированной запятой. Кроме того, варианты воплощения,

которые будут приведены далее, исключительно относятся к решениям, в которых параметр p равен, по крайней мере, 2, т.е. для крутых рабочих кривых. Однако может существовать выбор параметра с крутыми кривыми, когда этот способ может также успешно применяться при $p=1$.

[0031] Настоящее изобретение обладает тем преимуществом, что крутая кривая обратного определенного минимального времени может быть ограничена величинами так, что требования точности величины работа-время могут быть обеспечены даже при ограниченной длине слов.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0032] Ниже настоящее изобретение будет описано более подробно на примерах предпочтительных вариантов воплощения со ссылками на приложенные чертежи, где:

Фиг.1 - рабочая кривая обратного времени;

Фиг.2 - пример величины работа-время как функции соотношения сигналов;

Фиг.3 - пример величин справочной таблицы (LUT) как функции показателей справочной таблицы (LUT), где эти величины прямо пропорциональны обратной величине времени;

Фиг.4 - промежуточный результат в течение операции вычисления с другими кривыми и максимальная величина компоненты интегральной суммы, чем на Фиг.2 и Фиг.3;

Фиг.5, 6А и 6В - варианты воплощения способа; и

Фиг.7 - вариант воплощения устройства.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0033] Решение описанных выше проблем заключается в разумном зонном масштабировании начальных величин справочной таблицы (LUT LUT). Кривая на Фиг.4 отличается от кривых на Фиг.2 и Фиг.3. В варианте воплощения на Фиг.4 предельная величина выше, чем на Фиг.2 и Фиг.3, где она достаточно мала для большей наглядности. На Фиг.4 использована линейный шкала и поэтому выглядит отличной от кривых на Фиг.2 и Фиг.3, где используется логарифмическая шкала.

[0034] На Фиг.4 показан промежуточный результат справочной таблицы (LUT) до ее ограничения. По оси x отложен показатель справочной таблицы (LUT), (который зависит от соотношения сигналов), а по оси y - сами значения справочной таблицы (LUT). На указанной Фиг.4 показатели справочной таблицы (LUT) могут считаться разделенными на несколько последовательных зон. Это происходит на фазе определения кривой. Определение может быть выполнено либо заранее по специальной кривой, либо используя некое другое средство, которое использует содержание справочной таблицы совместно с показателями непрерывности для записи в память реле или создает ее в момент запуска реле или даже на фазе вычисления. Возможно также проведение оценки кривой при ее вычислении. Преимущество оценки кривой заранее заключается в том, что оценка может быть легко проведена в формате с плавающей запятой или эмуляции арифметики с плавающей запятой на автономной фазе запуска при использовании процессора с фиксированной запятой. На самом деле некоторые стандарты даже требуют определения параметров кривой в форме величин с плавающей запятой.

[0035] На Фиг.4 показан пример, где индексы последовательных зон (0, 1, 2, 3, 4) равны 0...375, 376...672, 673...1054, 1055...1625 и 1626... максиндекс. При этом индексы непрерывности кривой соответственно равны 376, 673, 1055 и 1626, где заранее выбран делитель, равный $Q=4$. Пороговая величина, запускающая деление табличного значения, т.е. максимальная величина компоненты интегральной суммы

здесь выбрана равной $2,5 \cdot 10^8$. Как заранее выбранный делитель, так и максимальная величина компоненты интегральной суммы могут быть выбраны произвольно. Начинает использоваться новый делитель, когда табличное значение в первый раз превышает пороговую величину. Т.е. делитель "4" используют, когда первоначально вычисленное значение справочной таблицы (LUT) в первый раз превышает $2,5 \cdot 10^8$, что происходит приблизительно, когда индекс справочной таблицы превысит 375 и до его величины 672. Все индексы справочной таблицы (LUT) перебираются в этой "фазе определения кривой". Значения справочной таблицы (LUT), показанной на Фиг.4, даны до соответствующего ограничения величины. В конце процесса значение справочной таблицы (LUT) может превысить максимальную величину компоненты интегральной суммы.

[0036] Посредством делений, представленных на Фиг.4, значения справочной таблицы (LUT), использованные для определения условий операции, например выключения, поддерживаются низкими, чтобы избежать переполнения при вычислении условий операции. Хотя Фиг.4 ссылается на "деление", это трудоемкая операция и практически операция может быть, например, смещающей порядок бита.

[0037] На Фиг.5 и Фиг.6 показан вариант воплощения способа. Первая часть способа представляет фазу определения кривой обратного определенного минимального времени, которая также может быть названа начальным значением фазы ограничения справочной таблицы (LUT).

[0038] Далее максимальная величина компоненты интегральной суммы обозначена как предел (LIMIT), максимальный индекс справочной таблицы (LUT) обозначен как максимальный индекс (MAXINDEX) и заранее выбранная величина шага делителя, обозначенная как вышеуказанный Q, в качестве которого обычно выбирают показатель степени основания 2.

[0039] На шаге 500 как начальный делитель (DIVIDER), так и индекс справочной таблицы (LUTINDEX) выставляются равными. Затем на шаге 501 индексированное значение справочной таблицы (LUT) берется для оценки либо посредством вычисления из кривой, либо выбора из уже вычисленного значения вектора. Затем на шаге 502 это выбранное значение сначала делится на делитель (DIVIDER), а затем на шаге 503 сравнивается с предельной величиной (LIMIT). Если предельная величина не превышена, то вычисленное значение справочной таблицы (LUT) остается на шаге 507. Однако, если значение предельной величины (LIMIT) превышена, то соответствующий индекс (INDEX) сохраняется в 504 для представления индекса непрерывности кривой по Фиг.4. Необходимо также отметить, что значения справочной таблицы (LUT) на Фиг.4 представляют величины на текущий момент до следующего деления. На шаге 505 полученное значение справочной таблицы (LUT) снова делится (теперь на Q) и, наконец, на шаге 506 делитель (DIVIDER) обновляется путем умножения текущего значения на ту же величину Q (здесь допускается, что $q=1$). На шаге 507 обновленное значение справочной таблицы (LUT) восстанавливается. После этого шага оно проверяется в 508, если индекс (INDEX) равен максимальному индексу (MAXINDEX). Если же все еще имеются индексы справочной таблицы (LUT), то на шаге 509 индекс (INDEX) увеличивают на единицу и вся операция возвращается к шагу 501 до тех пор, пока все начальное содержание справочной таблицы (LUT) не закончится.

[0040] Количество зон индекса непрерывности кривой может быть произвольным, но не меньше, по крайней мере, двух. В то время как количество зон для заранее определенных кривых фиксировано в течение автономной фазы определения, значительное число зон и особенно длина выделенного вектора может требовать

определения для вычисления произвольного числа индексов непрерывности кривых, определяемых пользователем, если нельзя использовать динамическое выделение памяти во время горячей загрузки.

5 [0041] Вариант воплощения, представленный на Фиг.5, обычно справедлив при "автономной" работе. Альтернативно автономному определению существует вариант воплощения, при котором в реле защиты используется внешнее программное приложение. Значение справочной таблицы и индексы зон могут быть загружены/введены в реле защиты из внешнего программного приложения/устройства
10 перед рабочей фазой.

[0042] На Фиг.6 показан другой вариант воплощения, который применяется в "интерактивном" режиме во время рабочей фазы. Если определение ведется с помощью кривая/таблица (LUT) также во время рабочей фазы, то эти два варианта воплощения могут быть объединены, если потребуется, и это довольно простая
15 операция.

[0043] Второй вариант воплощения поясняет, каким образом извлекают рабочее действие во время рабочей фазы с использованием значений справочной таблицы (LUT), вычисленных в автономном режиме (Фиг.5). Нижеприведенное
20 описание относится к случаю превышения функции, но этот вариант воплощения также легко применим и в случае недостатка функции. Кроме того, этот второй вариант воплощения может также использоваться и для операции обнуления (сброса) с соответствующими доработками.

[0044] До запуска на шаге 600 предшествующий индекс
25 зоны (PREVIOUSZONEINDEX) задают равным нулю (т.е. по умолчанию зона всегда "Зона 0". В этом случае запуск (STARTUP) принимает значение - истина (TRUE), а сброс (RESETTING) принимает значение-ложь (FALSE), показывая, что выход режима (START) активирован и режимы сброс/обнуление не происходят. На шаге 601 реле измеряет амплитуду входного сигнала. У реле имеется пороговый уровень
30 амплитуды запуска. Когда амплитуда превысит пороговый уровень запуска (заданная пользователем "Величина запуска" (STARTVALUE)), то считается, что запуск реле произошел. После запуска реле начинает вычисление/накопление времени отключения и в большинстве воплощений одновременно времени сброса (обнуления), если эта функция поддерживается. В простейшем случае отключение происходит, когда
35 накопленное время превысит время, вычисленное по уравнениям (1) или (2), если сигнал постоянен. В противном случае процесс интегрирования более сложен, но рабочее время (отключения) всегда является функцией обычно изменяющегося последовательного соотношения входных сигналов. На шаге 602 амплитуда
40 сравнивается с величиной запуска (STARTVALUE). Если амплитуда все еще превышает величину запуска, то значение запуска (STARTUP) - остается истиной (TRUE). Если амплитуда не достигает разности величины запуска - гистерезис (STARTVALUE-HYSTERESIS) при сравнении 603, то значение сброса (RESETTING) станет истиной (TRUE). Иначе условие гистерезиса являются
45 истиной (TRUE) и операция возвращается к шагу 601. Гистерезис (HYSTERESIS) - это обычно параметр, определяемый производителем, используемый для предотвращения осцилляции при работе в окрестности величины запуска (STARTVALUE). Также его можно установить равным нулю. Независимо от активации запуска (STARTUP) или сброса (RESETTING) на следующем шаге 604 вычисляется индекс
50 таблицы (LUTINDEX), соответствующий амплитуде сигнала. Затем на шаге 605 определяется индекс зоны (ZONEINDEX), соответствующий найденному индексу

таблицы (LUTINDEX). Здесь индекс зоны (ZONEINDEX) находится путем сравнения заранее вычисленного индекса вектора непрерывности кривой и индекса таблицы (LUTINDEX).

5 [0045] При сравнений 606/608 согласно данному способу операция разветвляется на шаги 607, 609 или 610. Если индекс зоны (ZONEINDEX) превысит величину предшествующего индекса зоны (PREVIOUSZONEINDEX) на шаге 606, то на шаге 608 принимается другое решение, если это является первым разом, когда вводится эта конкретная величина индекс зоны (ZONEINDEX). Можно рассмотреть пример четырех
10 зон от 0 до 3. Если предшествующие величины располагались только в зонах от 0 до 1, то считается, что величина, превышающая нижний предел зон 2 или 3, выполняет условие в 608. Если предшествующие величины располагаются только в зонах 2 и 3, а новые величины в зонах 0 и 1, то это не считается условием входа в новую зону и приводит к шагу 607. Это обусловлено тем, что вход в зону также отмечает все зоны
15 ниже рассматриваемой зоны как отмеченные. Таким образом, вход в зону 1 не рассматривается как новый вход, если имел место вход в более высокую зону. Эффективно на шаге 608 проверяется, имел ли место вход в новую зону, более высокую, чем уже использованные зоны. Если это пересечение [610] границы первой
20 зоны, то кумулятивная интегральная сумма будет обновлена для следующего интегрирования путем деления на величину. Например, мы можем использовать величину Q в степени разности величины индекса зоны и предшествующего индекса зоны (ZONEINDEX-PREVIOUSZONEINDEX).

25 [0046] Указанная величина, сохраненная в таблице (LUT) индекс таблицы LUT [LUTINDEX], используется как таковая для новой компоненты интегрирования на шаге 609. Если индекс зоны (ZONEINDEX) меньше или равен предшествующему индексу зоны (PREVIOUSZONEINDEX) на шаге 606, то на шаге 607 новая компонента интегрирования индекса таблицы LUT[LUTINDEX] будет поделена на Q в степени
30 разности величины индекса зоны и предшествующего индекса зоны (ZONEINDEX-PREVIOUSZONEINDEX).

[0047] На указанных шагах 607, 609 или 610 новая компонента интегрирования делится на делитель зоны, который здесь обозначен как удельный делитель зоны. В
35 случае четырех зон (0...3) и, например, Q=4 и q=1 делители могут быть равны 1, 4, 16 или 64. На практике делители могут выполнять операцию смещения порядка вместо непосредственного выполнения операции вычисления деления. На шаге 608, если использованный делитель был равен 16 (делитель зоны 2); то этот делитель используется, если текущая величина индекса справочной таблицы (LUT) принадлежит
40 к первой или второй зоне. Однако, если новая величина, считанная со справочной таблицы, входит в зону, которая настолько высока, что еще не использовалась прежде, то операция продолжается на шагах 610 и 611, при этом начинает использоваться новый делитель. Например, если предшествующие вхождения имели место только в зоны 0 и 1, а теперь входят в зону 2, то на шаге 610 начинает
45 использоваться делитель $4^2=16$ и он будет использоваться в дальнейшем для всех вхождений в зоны (группы) от 0 до 2 до тех пор, пока не произойдет вхождение в группу 3.

[0048] Теперь после определения новой компоненты интегрирования на шаге 612
50 вновь проверяется, является ли решение на шагах 602/603 запуск (STARTUP) или сброс (RESETTING). Оба эти решения не могут в данном случае принимать значение истина (TRUE) одновременно, даже когда выход на шаге запуск (STARTUP) также остается активным в течение сброса до тех пор, пока условие сброса выполняется

полностью. Если условие было сброс (RESETTING), то на шаге 613 новая компонента интегрирования уменьшается от кумулятивной интегральной суммы, если в использованном объединенном уравнении оба таймера не увеличиваются. Затем на шаге 614 сначала определяется условие для операции сброса, и если условие сброса выполняется, то сброс (RESETTING) происходит на шаге 616 и запуск (STARTUP) более не является истиной (TRUE). В противном случае, если на шаге 612 условие было запуск (STARTUP), то на шаге 617 новая компонента интегрирования приращивается до кумулятивной интегральной суммы. Затем на шаге 618 сначала определяется условие срабатывания, и если условие срабатывания выполняется на шаге 619, отключение (OPERATE) происходит на шаге 620.

[0049] Условие работы или сброса (обнуления) определяется соответственно на шаге 613 и 617. Условие работы или сброса (обнуления) может определяться с помощью одного интегратора типа $1/t$ для обоих условий, и посредством деления на каждом рабочем цикле перед накоплением интегральной суммы, как это было пояснено в описании уровня техники. Однако простой путь легко подвержен ошибкам при выполнении операции деления, как это было пояснено в разделе уровня техники.

[0050] Одним из путей избежать вышеуказанного недостатка при эффективном выполнении этого условия работы или сброса (обнуления) является сочетание условия работы и сброса с помощью уравнения, которое может быть выведено из уравнений (1) или (2). Ниже показано как изменения сигнальной зоны, в вышеописанных вариантах воплощения, могут учитываться при практическом осуществлении объединенного условия работы или сброса. Следовательно, если не происходит изменений зоны, во время запуска, то не потребуются никакие весовые оценки. Более того, можно частично или полностью избежать весовых оценок, если вычисления условия работы и сброса выполняются раздельно, и сочетаются только поделенные величины с учетом известных недостатков их реализации. Однако для реализации этих упрощенных вариантов воплощения также существует уравнение весовой оценки, которое может быть получено из приведенного ниже. Следовательно, здесь важно описать только уравнение весовой оценки, относящееся к случаю объединенного уравнения для работы/сброса.

[0051] После некоторых преобразований объединенное условие работы и сброса может быть записано в виде уравнения (3). Указанное уравнение представлено в общей форме, которая применяется непосредственно с текущим уравнением, имеющимся в стандарте Института инженеров электротехники и электроники IEEE. Необходимо отметить, что уравнение сильно зависит от того, какая часть уравнения (1) или (2) выбрана для записи в справочную таблицу (LUT). Здесь для записи в справочную таблицу (LUT) выбирается знаменатель уравнения (1) или (2). Существуют и другие вариации, но задача, которая решается после этого в записи остается той же самой, т.е. для усиления (весовых) мгновенных интегральных сумм при изменении зоны. Некоторые параметры масштабирования для предотвращения переполнения уравнения могут использоваться в системах с фиксированной запятой, но их значение невелико в представленном способе. В результате здесь принято, что не происходит переполнения элементов уравнения во время операции умножения.

$$\text{startDuration} = 100\% \left(\frac{\text{operCounter} * \text{sumOfS} + \text{timeShift} * \text{sumOfS} - \text{decOfS} * \text{sumOfS} * \text{BperTR} - \text{decOfS} * \text{operCounter} * \text{AperTR}}{\text{sumOfS} * \text{curveDelay} + \text{operCounter} * \text{curveMult}} \right) \quad (3)$$

[0052] Переменная время запуска ("startDuration") находится в диапазоне от 0 до 100%. Условие отключения возникает, когда величина переменной достигает 100%, а условие сброса, когда величина переменной снижается до 0%, т.е. числитель равен нулю. Практически условие отключения может быть легко определено с помощью уравнения (3) путем простого сравнения числителя и знаменателя. Если числитель становится равным знаменателю, то переменная startDuration становится равной 100%.

[0053] Переменная счетчик срабатывания operCounter указывает на кумулятивный индекс времени задачи, который представляет собой число рабочих циклов, выполненных с момента запуска. Уравнение (3) вычисляется один раз за рабочий цикл, который может иметь длительность, например, 25 мс. Эффективно способ по п.3 формулы изобретения соответствует работе реле в течение одного рабочего цикла. Имеется ряд фиксированных параметров, используемых в уравнении (3), но они не слишком существенны для настоящего способа. Только общая форма уравнения важна в этом данном контексте. Параметр временной сдвиг (timeShift) компенсирует запаздывание системы при старте работы реле, отсчитывая от подачи команды. Параметр запаздывание кривой (curveDelay) является $k*a/\text{taskTime}$, где k и b относятся к параметрам, определяемым уравнением (1) или (2), а время задачи (taskTime) является длительностью рабочего цикла. Множитель кривой (CurveMult) относится к $k*a/\text{taskTime}$. AperTR является $\text{curveMult}/\text{resetMult}$ и BperTR относится к $\text{curveDelay}/\text{resetMult}$, в котором замена множитель сброса (resetMult) относится к $k*tr/\text{taskTime}$. Здесь tr является параметром уравнения сброса, заданным стандартом Института инженеров электротехники и электроники IEEE. В частности, все эти величины являются фиксированными во время операции.

[0054] Переменная sumOfs является кумулятивной переменной. В контексте настоящего изобретения она названа "интегральной суммой". Параметр вычисляемой суммы представляет собой сумму "новых интегральных компонент", вычисленных на каждом рабочем цикле. Значение sumOfs достаточно точно соответствует сумме новых интегральных компонент в уравнении (2). Величины вычислений текущего параметра могут быть заранее сохранены в справочной таблице (LUT).

Параметр decOfs относится к переменной, аналогичной sumOfs, но которая используется для сброса. Кумулятивная интегральная сумма, применяемая в вариантах воплощения, эффективно сочетает оба параметра sumOfs и decOfs.

[0055] Уравнение (3) представляет собой один из вариантов воплощения уравнения, которое используется для вычисления по вариантам воплощения 614 и 618. Другой вариант воплощения, который позволяет управлять кумулятивной суммой, когда происходит изменение зоны, представлен уравнением (4):

$$\begin{aligned}
 & \text{startDuration} = \\
 & 100\% \left(\frac{\text{operCounter} * \text{sumOfS} + \text{timeShift} * \text{sumOfS} -}{\text{sumOfS} * \text{curveDelay} +} \right. \\
 & \left. \frac{\text{decOfS} * \text{sumOfS} * \text{BperTR} - \text{decOfS} * \text{fixOperCounter} * \text{AperTR} * 1/S1 -}{\text{fixOperCounter} * \text{curveMult} * 1/S1 +} \right) \\
 & \frac{\text{decOfS} * (\text{operCounter} * \text{fixOperCounter}) \text{AperTR} * 1/S2}{(\text{operCounter} * \text{fixOperCounter}) * \text{curveMult} * 1/S2}
 \end{aligned} \tag{4}$$

[0056] Уравнение (4) использует множители S1 и S2, которые используются для настройки точности вычислений уравнения при изменении зон. С этой целью применена весовая матрица, которая учитывает параметры предыдущей зоны и текущей/новой зоны и выдает взвешивающее значение старой и текущей кумулятивных сумм (нужно отметить разность значений счетчика срабатывания (operCounter) в уравнении). При сравнении уравнений (3) и (4) можно обнаружить, что изменение произошло благодаря параметру operCounter, так как он эффективно используется при перемножении кумулятивных сумм. Приведенное уравнение (4) представляет собой только упрощенную форму подхода изменяющейся зоны. Здесь с точки зрения упрощения принимается, что имеет место изменение зоны только вверх (т.е. соотношение сигналов увеличивается только один раз за пределом непрерывности кривой) и поэтому в уравнении (4) при взвешивании имеются только operCounter для текущей зоны и зафиксированный счетчик (fixCounter) для предыдущей зоны. Не трудно рассмотреть более сложные случаи с неограниченным числом изменений зон, когда все эти изменения представлены другими параметрами fixCounter2, fixCounter3 и т.д. В результате operCounter представляет собой счетчик, который накапливает изменение во время запуска (STARTUP), в то время как fixCounter является замороженным мгновенным значением, когда произошло изменение зоны.

[0057] Пример простой матрицы взвешивания, приведенной в Таблице 1. Обычно эти коэффициенты взвешивания могут быть заданы заранее, но также, при необходимости, можно оценить весовой коэффициент в течение выполнения операции. Нужно отметить, что здесь Q=2, q=1, а S1/S2 являются степенью Q. Это эффективно представляет операции деления в уравнении (4) как просто сдвиг порядка.

Таблица 1			
Матрица взвешивания			
S1/S2	0 (текущая зона)	1	2
0 (предыдущая зона)	1/1	4/1	8/2
1	1/4	4/4	16/8
2	4/8	16/16	16/16

[0058] Например, когда зона изменяется с 1 на 2, то величина S1 становится равной 2⁴=16, а величина S2 2³=8. Если зона изменяется с 2 на 0, то величина S1 становится равной 2⁴=16, а величина S2 2³=8. Если используется матрица взвешивания, то она должна иметь столько столбцов, сколько может быть возможных зон. Это важно для программируемых пользователем кривых, где возможно неизвестное число зон. Также достаточно просто представить для использования обобщенную матрицу.

[0059] Старые и текущие интегральные суммы, накопленные в течение действия сигнала, который остается в различных зонах, должны быть каким-либо образом

взвешены в течение операции, и всегда существует матрица взвешивания, которая может быть использована для этих целей. В результате уравнение (4) может быть обобщено так, чтобы было возможно иметь конечное число параметров S и соответствующих значений `operCounter`, которые все, кроме одного, одновременно замораживаются в течение операции и полное использование указанных параметров S и соответствующих значений `operCounter` обеспечивает неограниченную точность для вычисления значений `operate-time`. Однако на практике обычно целесообразно ограничить число параметров S и соответствующих значений `operCounter` несколькими единицами.

[0060] На шаге 618 определяется условие срабатывания. Ссылаясь на уравнение (4), это соответствует определению, достигает ли значение параметра `startDuration` 100%. Для определения параметра `startDuration` также требуется вычислить другие параметры уравнения (4).

[0061] На шаге 619 определяется условие срабатывания. Ссылаясь на уравнение (4), проверяется, достигло ли значение параметра `startDuration` 100%. Если да, то способ переходит к шагу 620, на котором считается выполненным условие выключения. Если нет, то способ возвращается к шагу 601, на котором измеряется входное напряжение на следующем рабочем цикле.

[0062] На Фиг.7 показан вариант воплощения устройства 700. Устройство может, например, представлять собой реле повышенного напряжения, пониженного напряжения, повышенного тока или пониженного тока, или может срабатывать на основе контроля частоты, температуры, мощности, энергии, давления или некоторых их производных. Реле 700 включает процессор с фиксированной запятой или с плавающей запятой, т.е. процессор, использующий арифметику с фиксированной/плавающей запятой.

[0063] Реле включает входной порт 702 для подачи измерения входного сигнала. Реле также содержит выходной порт 716 для вывода управляющего сигнала, такого как сигнал для отключения электропитания в случае выполнения реле 700 условия выключения. Другим назначением порта 716 является выработка значения запуска (STARTUP) для дальнейшего внешнего использования.

[0064] Процессор содержит управляющий блок 703 для управления и координации работы процессора. Цикл считывания функции может составлять, например, 2,5 мс. Процессор, кроме того, включает измерительный блок 704 для измерения входного сигнала, осуществляя при этом преобразование аналог/цифра и определяя уровень входного сигнала. Еще процессор содержит вычислительный блок 706 для вычисления соотношения входного измерения к заранее установленному пороговому уровню. Блок 706 выдает значение запуска (STARTUP) на блок 716 при превышении порогового уровня. На основе сравнения вычисленного соотношения сигналов вычислительный блок извлекает индекс справочной таблицы. Имеется справочная таблица (LUT) 708, которая содержит заранее вычисленные ограниченные пороговые значения, которые получают в фазе определения кривой. Другим результатом фазы определения кривой являются заранее определенные индексы зон, также сохраненные в устройстве 712 масштабирования. Третьим устройством, в котором заранее сохраняются данные, является блок 710 матрицы взвешивания. Альтернативно все или часть результатов этих блоков (708, 710, 712) могут быть получены во время запуска исполнения вычислений в блоке 706.

[0065] Вычислительный блок считывает значение индекса справочной таблицы, соответствующего индексу, извлеченному из справочной таблицы 708, и направляет

его в блок 710 матрицы взвешивания. Блок матрицы взвешивания определяет, какое значение зоны относится к справочной таблице и насколько оно должно масштабироваться на основе разности между предшествующей и текущей зонами. Это также при необходимости масштабирует уже накопленную интегральную сумму для вычислительного блока 706. Кроме того, блок 712 масштабирования можно использовать для контроля веса старой и новой кумулятивных рабочих частей сумм в вычислении значений времени срабатывания (operate-time), когда и если имеют место изменения зон.

[0066] Операционный блок 714 определяет наличие условия работа/выключение. При этом определении операционный блок может вычислить операнды уравнения (4) или других уравнений, а также определить, выполняются ли условия работы. Если условия работы выполняются, то выходной блок 716 выдает управляющий сигнал (активизируется значение срабатывание/выключение (OPERATE/TRIP)). Аналогично блок 715 сброса определяет наличие условия сброс/обнуление при помощи того же уравнения (4), но с использованием другого критерия. Если выполняется условие сброса, то на выходной блок 716 поступит сигнал запуска (STARTUP) (выход START будет обесточен).

[0067] Блоки процессора 720 могут быть выполнены посредством программного обеспечения, или физических блоков, или в их комбинации.

[0068] Посредством раскрытых вариантов воплощения их использование становится целесообразным в системах с фиксированной запятой. Указанные варианты воплощения позволяют при вычислениях значительно сократить переполнение. Предложенные варианты воплощения особенно полезны в ситуациях, когда вычислительные кривые, приведенные на Фиг.1, особенно круты в основном из-за значений экспоненты, равной 2 или выше. Если определяемые пользователем кривые используются для экспонент в числителе, то они могут достичь очень высоких значений, что имеет непосредственное влияние на крутизну кривой.

[0069] Для специалиста в данной области очевидно, что по мере развития технологии, изобретательская идея может быть воплощена различными путями. Настоящее изобретение и его варианты воплощения не ограничены примерами, описанными выше, и могут изменяться в объеме формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Реле защиты, содержащее:

средство для измерения величины входного параметра реле защиты;

средство для определения величины вычисленного параметра на основе обратного определенного минимума временной кривой, определяющей взаимоотношение между величиной входного параметра и предварительно определенной пороговой величиной входного параметра, причем величины вычисленного параметра делятся на две или более зоны и ограничиваются характерными для зоны делителями; и

средство для прибавления величины вычисленного параметра к кумулятивной сумме вычисленного параметра, при этом кумулятивная сумма вычисленного параметра используется в вычислительном уравнении для определения условия срабатывания и/или сброса реле защиты.

2. Реле защиты по п.1, отличающееся тем, что содержит средство для сохранения величины вычисленного параметра в справочной таблице таким образом, чтобы каждая величина справочной таблицы соответствовала индексу справочной таблицы.

3. Реле защиты по п.2, отличающееся тем, что содержит средство для введения

индексов изменения зон и ограниченных величин вычисленного параметра в справочную таблицу от внешнего устройства.

4. Реле защиты по п.2, отличающееся тем, что содержит:

5 средство для измерения величины вычисленного параметра обратного определенного минимума временной кривой в автономном режиме, соответствующего индексу перед запуском реле защиты, причем для каждого значения индекса средство для измерения содержит:

10 средство для сравнения величины вычисленного параметра, соответствующего индексу, с предварительно определенной пороговой величиной входного параметра;

средство для сохранения индекса как индекса изменения зоны, если величина вычисленного параметра, соответствующая указанному индексу, превышает пороговую величину;

15 средство для деления величины вычисленного параметра на делитель, соответствующий зоне, если величина вычисленного параметра, соответствующая указанному индексу, превышает пороговую величину;

средство для сохранения результата деления величины вычисленного параметра в справочной таблице;

20 средство для определения зон вычисленного параметра на основе одного или более показателей непрерывности.

5. Реле защиты по п.1, отличающееся тем, что содержит средство для взвешивания в ситуации изменения зон, при этом вычисленный параметр и кумулятивная сумма вычисленного параметра с одним или более множителями изменения зон зависят от 25 предыдущей и текущей зон.

6. Реле защиты по п.1, отличающееся тем, что включает:

30 средство для деления величины вычисленного параметра в зоне с делителем зоны, когда индекс, указывающий на величину вычисленного параметра, в первый раз попадает или не попадает в зону после запуска реле защиты, причем эта величина больше, чем величины, находящиеся в зоне; и

35 средство для применения делителя зоны во время запуска для деления величины вычисленного параметра, относящейся к зоне и возможным более низким зонам, до тех пор, пока величина вычисленного параметра войдет в зону с большей величиной индекса, чем зона, у которой величина вычисленного параметра, относящаяся к более 40 высокой зоне, и более низкой зоне, чем высокая зона, делится на делитель более высокой зоны.

7. Реле защиты по п.1, отличающееся тем, что содержит средство для определения 40 условий срабатывания на основе вычислительного уравнения, имеющего основной вид:

$$45 \quad t(M) = \frac{k \cdot a}{\left(b \cdot \pm \left(\frac{M}{M <} - e \right) - c \right)^p} + d,$$

где t - рабочее время (срабатывания), с;

k - задаваемый временной множитель;

M - измеренная амплитуда;

50 M< - заданная начальная амплитуда;

a, b, c, d, e, f, p - задаваемые параметры кривой.

8. Реле защиты по п.1, отличающееся тем, что входной параметр представляет собой напряжение, ток, частоту, температуру, давление или отклонения от них.

9. Реле защиты по п.1, отличающееся тем, что содержит процессор с фиксированной запятой и средство для ограничения величины вычисленного параметра таким образом, чтобы он оставался ниже предела битов процессора с фиксированной запятой.

10. Реле защиты по п.1, отличающееся тем, что содержит средство для ограничения величины вычисленного параметра и средство для определения измененных индексов зоны в диалоговом режиме во время операции.

11. Способ управления реле защиты, при котором:

измеряют величину входного параметра реле защиты;
определяют величину вычисляемого параметра на основе обратного определенного минимума временной кривой, определяющей взаимоотношение между величиной входного параметра и предварительно определенной пороговой величиной входного параметра, причем величины вычисленного параметра делятся на две или более зоны и ограничиваются характерными для зоны делителями; и

прибавляют величину вычисленного параметра к кумулятивной сумме вычисленного параметра, при этом кумулятивную сумму вычисленного параметра используют в вычислительном уравнении для определения условия срабатывания и/или сброса реле защиты.

12. Способ по п.11, отличающийся тем, что значения вычисленного параметра обратного минимума временной кривой определяют в автономном режиме, соответствующем указанному индексу, перед запуском реле защиты, причем указанное определение для каждого индекса включает:

сравнение значения вычисленного параметра, соответствующего индексу, с предварительно определенной пороговой величиной вычисленного параметра;

сохранение индекса в качестве индекса непрерывности, если величина вычисленного параметра, соответствующего индексу, превышает предварительно определенную пороговую величину;

деление величины вычисленного параметра на делитель, соответствующий индексу зоны, если величина вычисленного параметра, соответствующая индексу зоны, превосходит предварительно определенную пороговую величину;

сохранение результата деления величины вычисленного параметра на основе одного или более индексов непрерывности.

13. Способ по п.11, отличающийся тем, что включает:

деление величины вычисленного параметра в зоне на делитель зоны, когда индекс, указывающий на величину вычисленного параметра, когда он в первый раз попадает или не попадает в зону после запуска реле защиты, причем эти величины больше, чем находящиеся в зоне; и

использование делителя зоны во время запуска для деления величин вычисленного параметра, относящихся к зоне и возможных более низких зон, до тех пор, пока величина вычисленного параметра войдет в зону с большей величиной индекса, чем зона, у которой величины вычисленного параметра, относящиеся к более высокой зоне, и более низкой зоне, чем высокая зона, делятся на делитель более высокой зоны.

14. Способ по п.11, отличающийся тем, что вычислительное уравнение для определения условий срабатывания имеет основной вид:

$$t(M) = \frac{k \cdot a}{\left(b \cdot \pm \left(\frac{M}{M <} - e \right) - c \right)^p} + d,$$

где t - рабочее время (срабатывания), с;

k - задаваемый временной множитель;

M - измеренная амплитуда;

M_0 - заданная начальная амплитуда;

5 a, b, c, d, e, f, p - задаваемые параметры кривой.

10

15

20

25

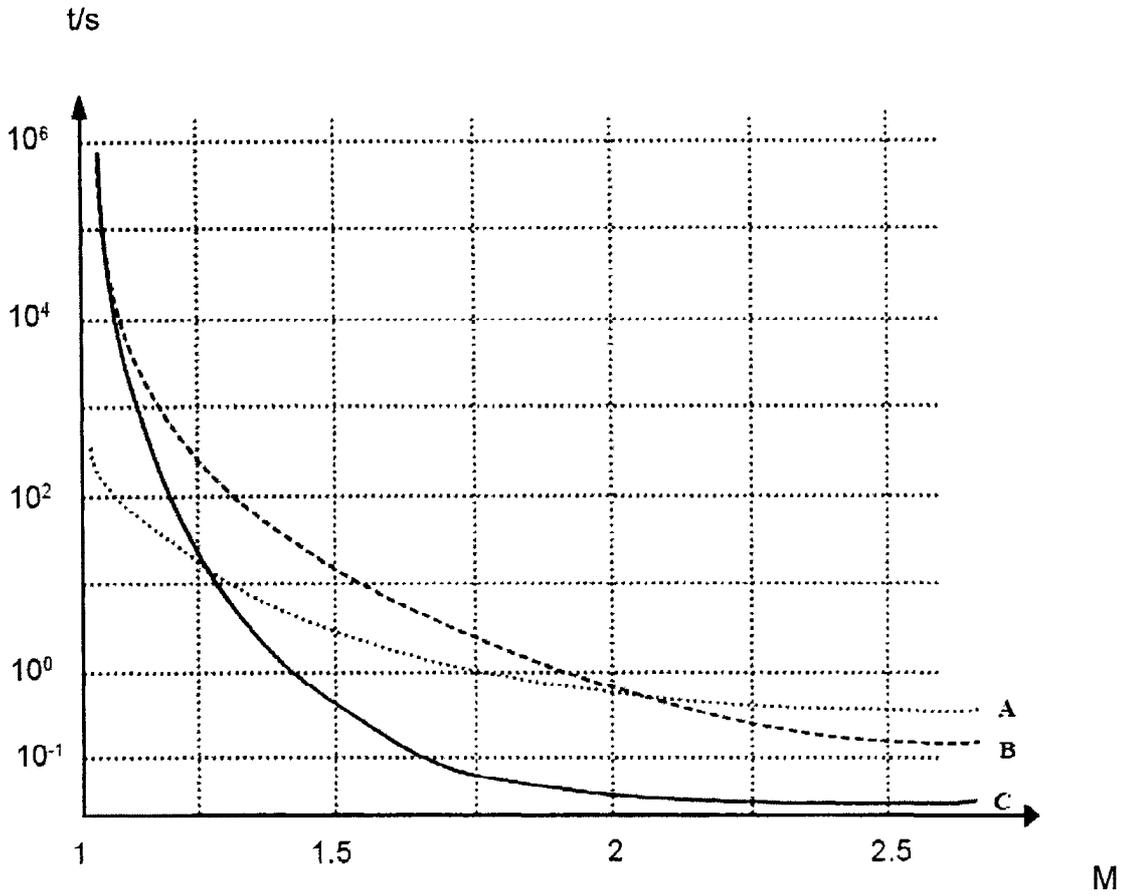
30

35

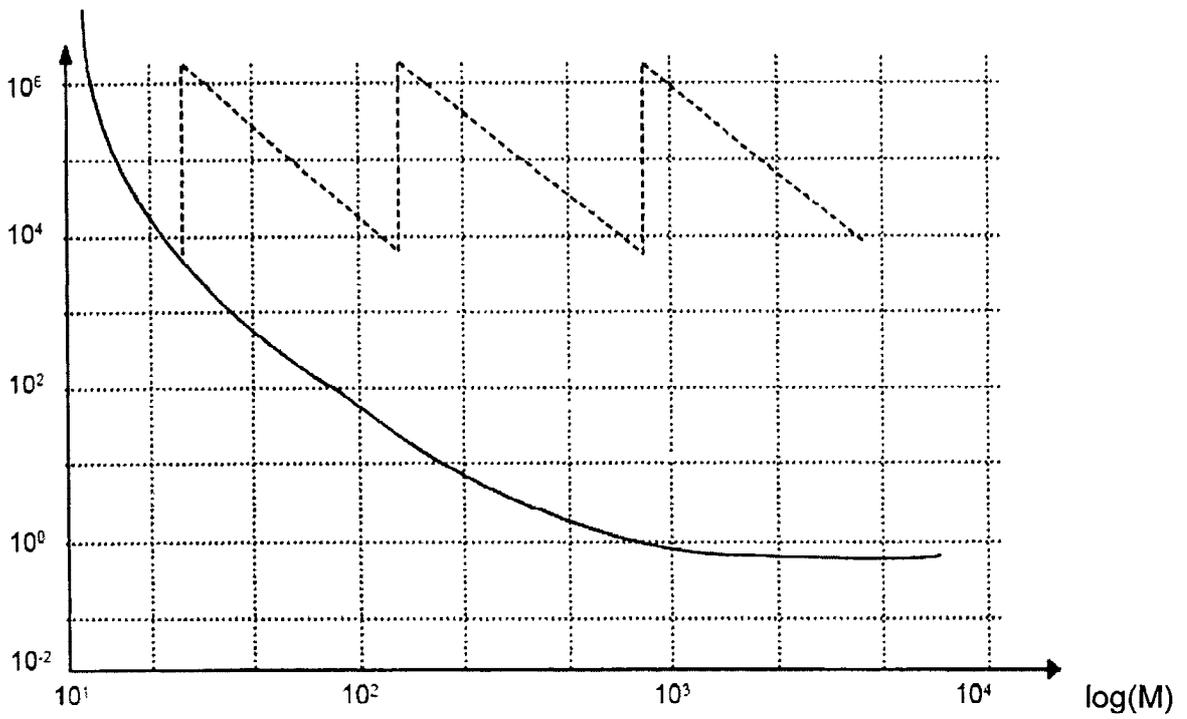
40

45

50

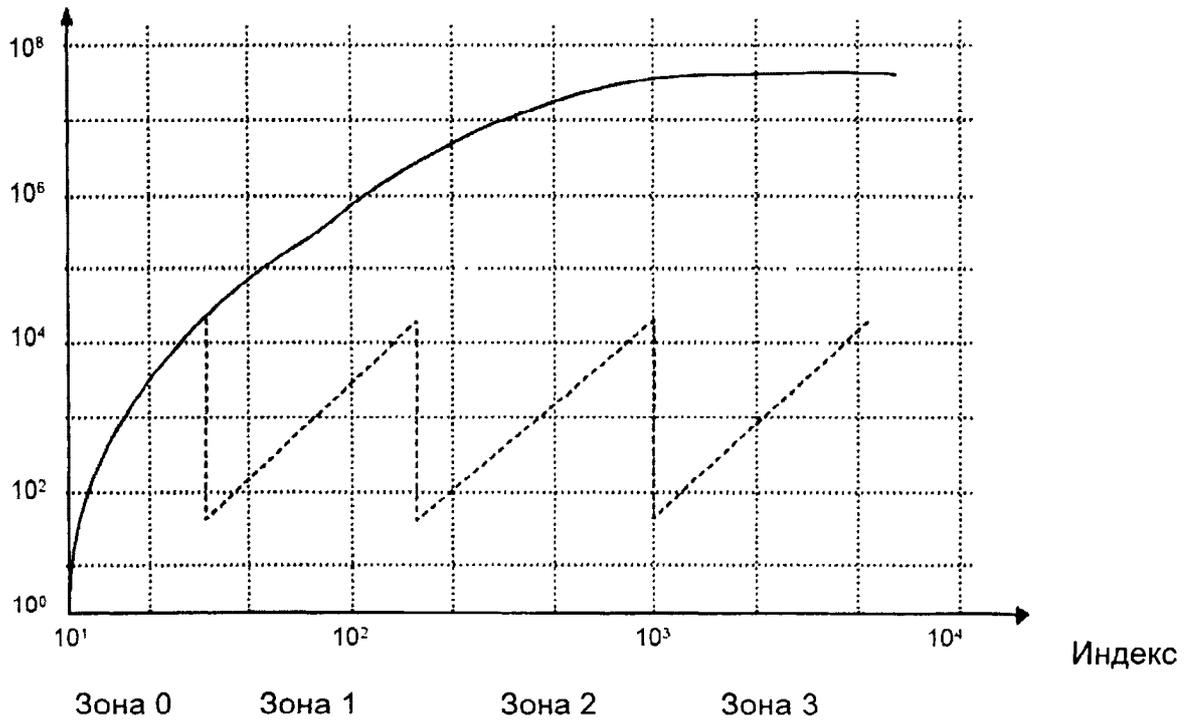


Фиг.1
 $\log(t)$ Зона 0 Зона 1 Зона 2 Зона 3



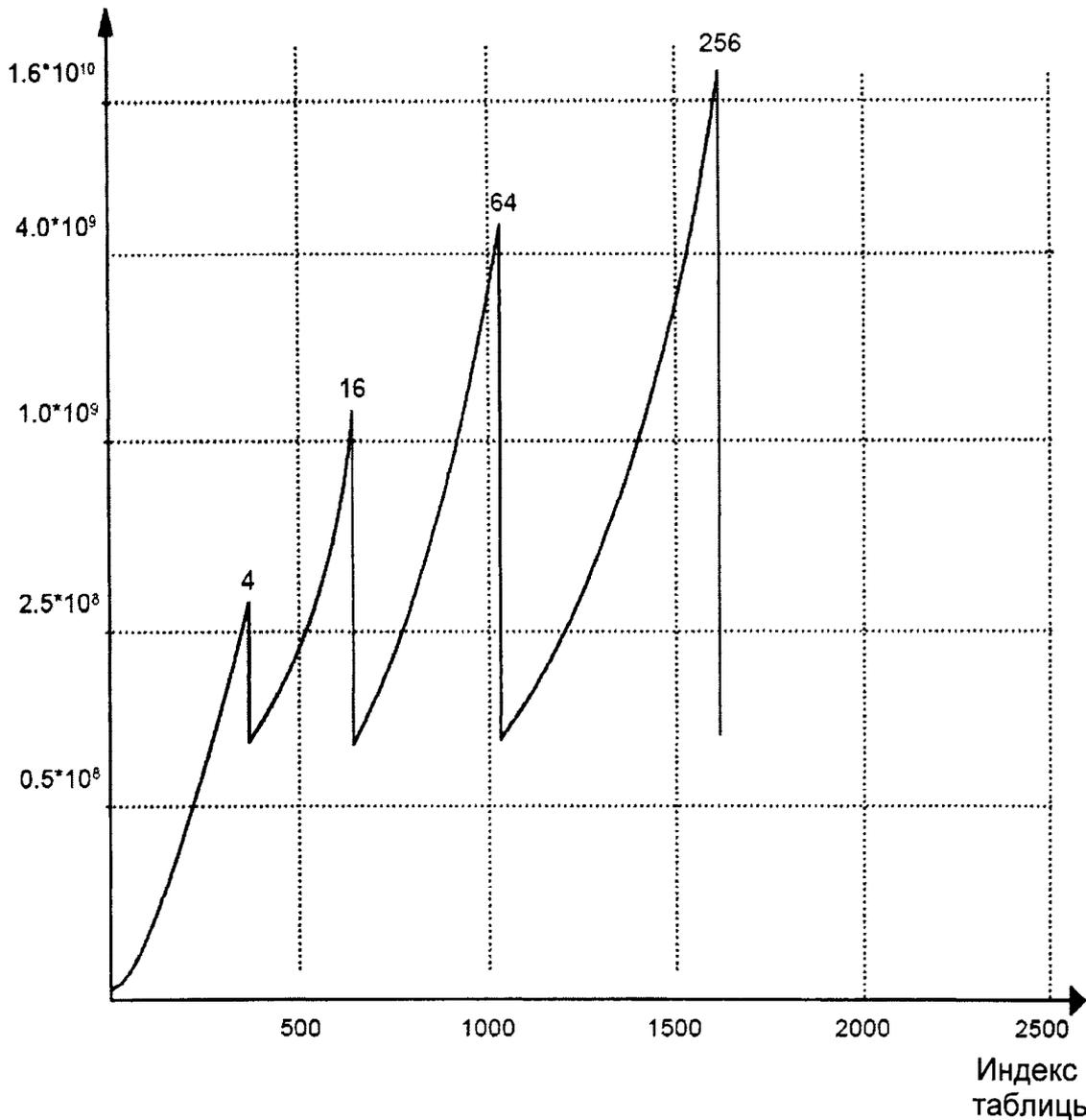
Фиг.2

Величина
таблицы

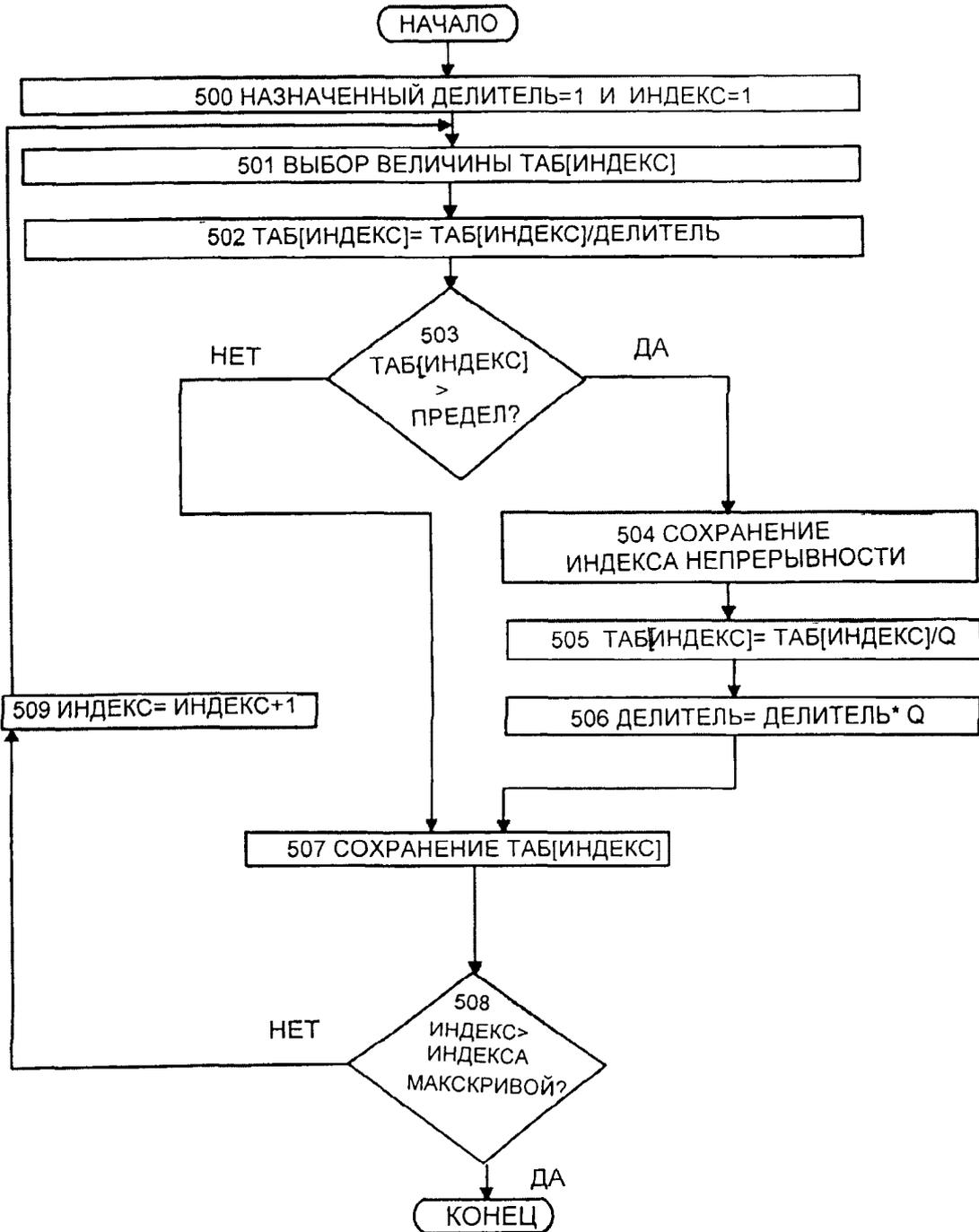


Фиг.3

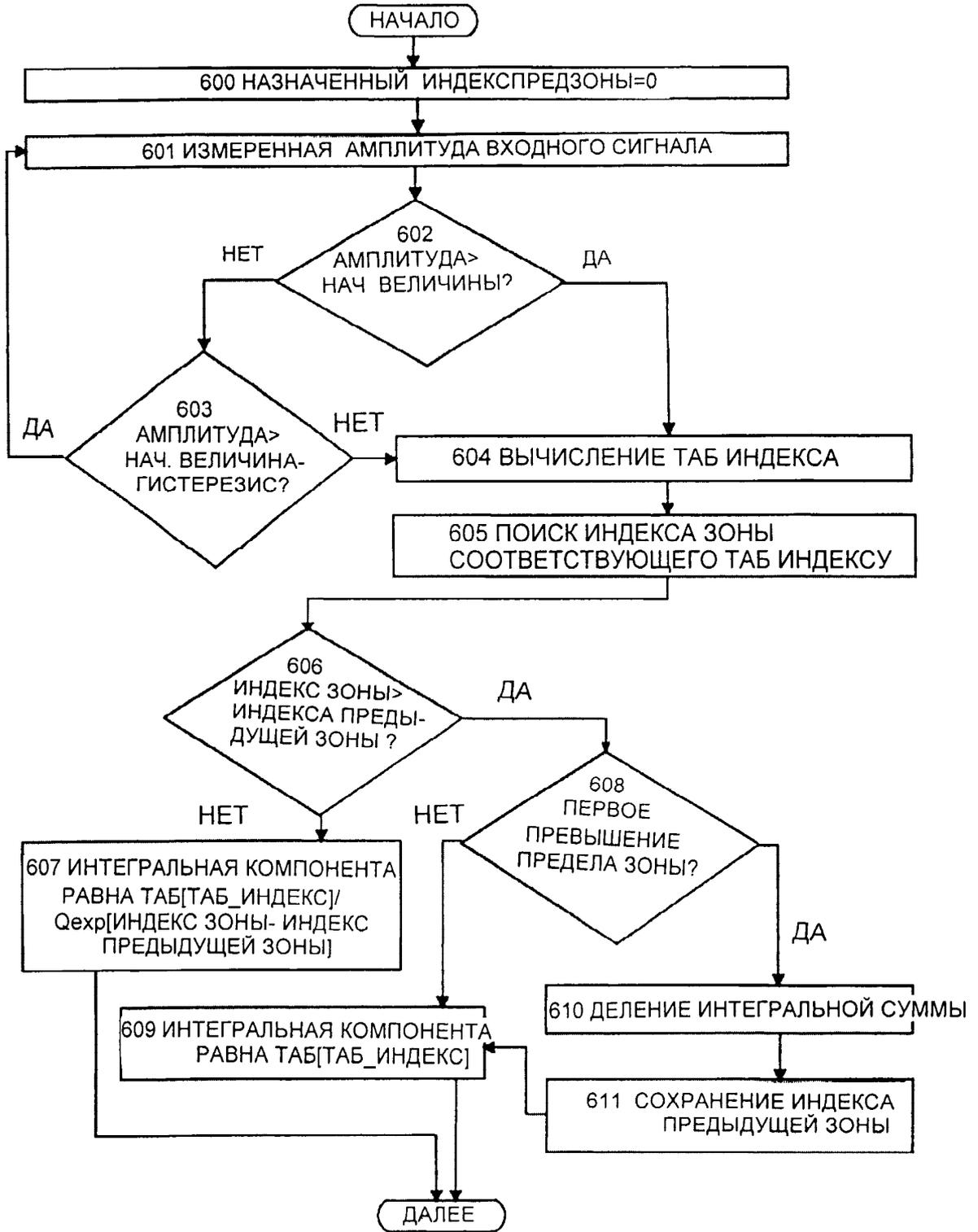
Величина
таблицы



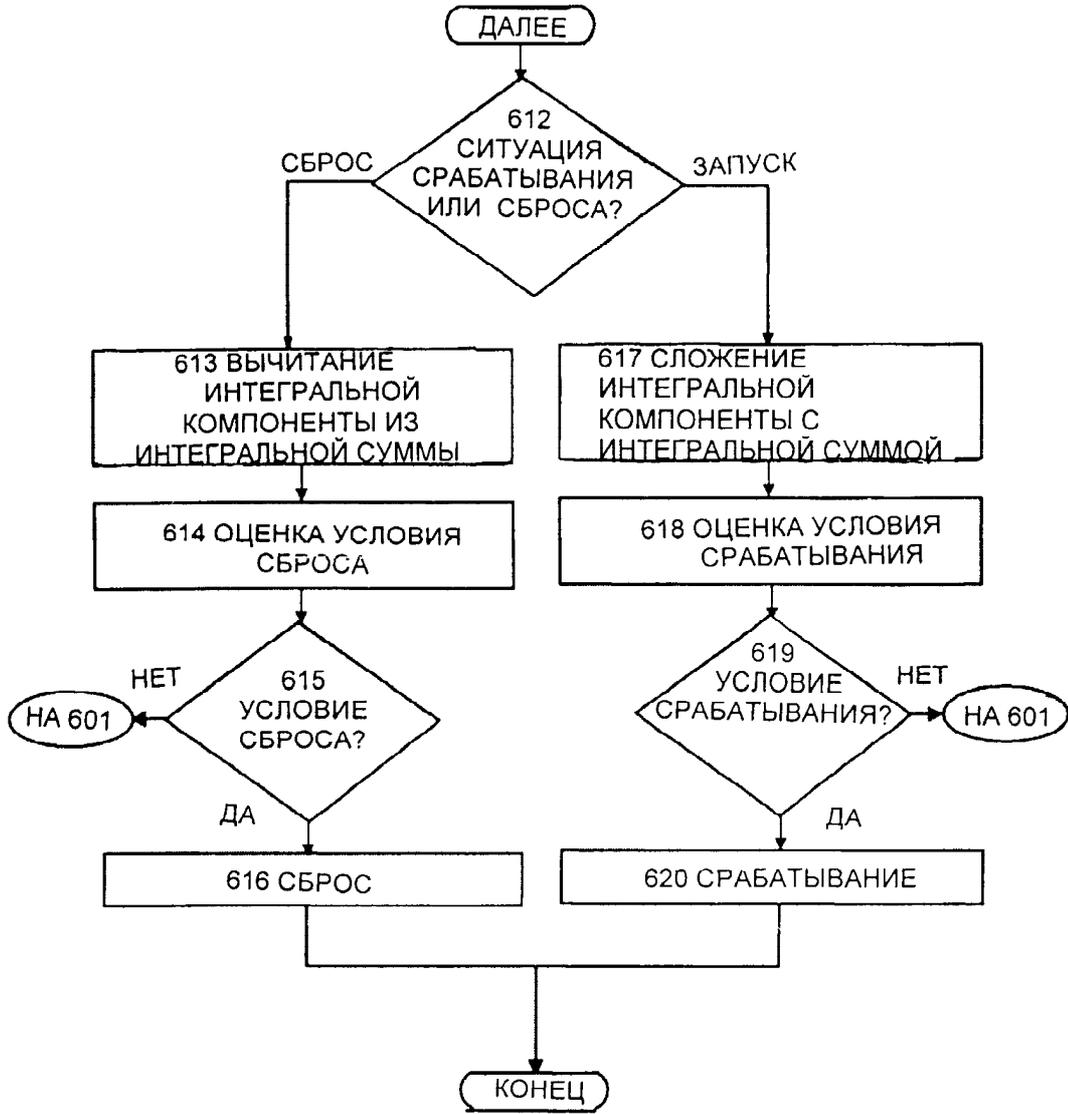
Фиг.4



Фиг.5



Фиг. 6А



Фиг.6В