



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011108221/28, 22.07.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.07.2009

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
06.08.2008 ZA 2008/06804

(43) Дата публикации заявки: 20.09.2012 Бюл. № 26

(45) Опубликовано: 27.10.2014 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 5982181 A 09.11.1999. US 2004246000 A1 09.12.2004. JPH 07159477 A 23.06.1995. JPH 0712880 A 17.01.1995

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 09.03.2011

(86) Заявка РСТ:
IB 2009/053174 (22.07.2009)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2010/015958 (11.02.2010)

Адрес для переписки:

105082, Москва, Спартаковский пер., д. 2, стр. 1,
секция 1, этаж 3, "ЕВРОМАРКПАТ"

(72) Автор(ы):

Саймон ХИГГИНС (ZA)

(73) Патентообладатель(и):

ЭСКОМ ХОЛДИНГС ЛИМИТЕД (ZA)

(54) СПОСОБ И СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

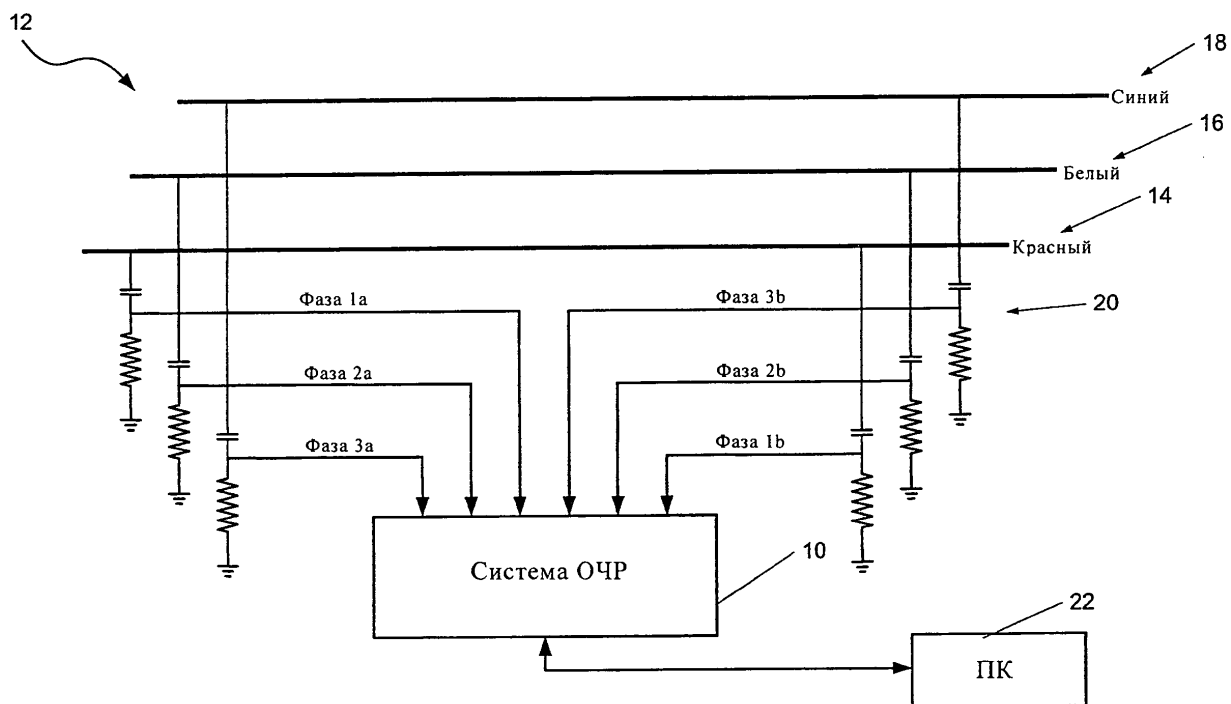
(57) Реферат:

Изобретение относится к мониторингу частичных разрядов, происходящих в электрических системах. Способ заключается в том, что принимают импульс от электрической системы. Определяют, является ли импульс шумом или дублированным сигналом; если импульс является шумом или дублированным сигналом, тогда этот импульс отбрасывают. Разбивают импульс на две или более частотные составляющие. Нормализуют эти две или более частотные составляющие к виду максимального уровня. Сравнивают две или более нормализованные частотные составляющие, связанные с принятым импульсом, с другим

сохраненным множеством нормализованных предварительно заданных частотных составляющих, связанных с другими импульсами, для идентификации сходных импульсов, указывающих известное состояние отказа. Если импульс идентифицирован, как импульс, указывающий известное состояние отказа, сохраняют данные в базе данных, связывая импульс с двумя или более нормализованными частотными составляющими и известным состоянием отказа. Группируют спектр отказов импульсов со сходными нормализованными частотными составляющими в диаграмме разброса, сохраняемой в базе данных. Если

нормализованные частотные составляющие импульса не сходны с нормализованными частотными составляющими текущей группы, создают новую группу спектра отказов импульсов, сохраняемую в базе данных. Если импульс идентифицирован, как указывающий известное состояние отказа, уведомляют

пользователя о наличии состояния отказа. Также заявлена система, реализующая указанный способ. Технический результат заключается, в возможности определять характеристики частичных разрядов. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 22 ил., 1 ил.



ФИГ. 1

RU 2532142 C2

RU 2532142 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2011108221/28, 22.07.2009**

(24) Effective date for property rights:
22.07.2009

Priority:

(30) Convention priority:
06.08.2008 ZA 2008/06804

(43) Application published: **20.09.2012** Bull. № **26**

(45) Date of publication: **27.10.2014** Bull. № **30**

(85) Commencement of national phase: **09.03.2011**

(86) PCT application:
IB 2009/053174 (22.07.2009)

(87) PCT publication:
WO 2010/015958 (11.02.2010)

Mail address:

**105082, Moskva, Spartakovskij per., d. 2, str. 1,
sektcija 1, ehtazh 3, "EVROMARKPAT"**

(72) Inventor(s):

Sajmon KhIGGINS (ZA)

(73) Proprietor(s):

EhSKOM KhOLDINGS LIMITED (ZA)

(54) **METHOD AND SYSTEM TO MONITOR PARTIAL DISCHARGES**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: pulse is received from an electric system. They decide whether a pulse is the noise or a duplicated signal; if the pulse is the noise or a duplicated signal, this pulse is rejected. The pulse is broken into two or more frequency components. These two or more frequency components are normalised to the type of the maximum level. Two or more normalised frequency components related to the received pulse are compared with other saved multitude of normalised preset frequency components related to other pulses, for identification of similar pulses that indicate the available state of rejection. If the pulse is identified as the pulse indicating the available state of rejection, data is saved in the data base, connecting the pulse with two or more normalised frequency components and the available state of rejection. A spectrum of the pulse rejections is grouped with similar normalised frequency components in the scattering diagram saved in the data base. If normalised frequency components of the pulse are not

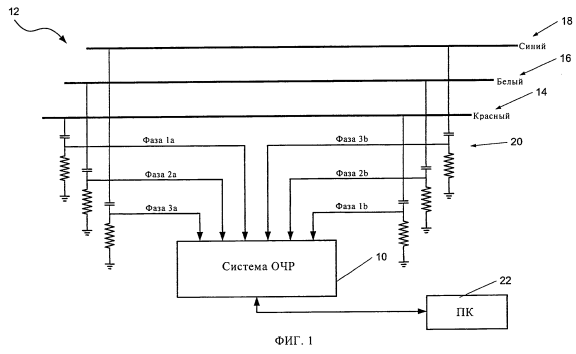
similar to the normalised frequency components of the current group, they create a new group of the spectrum of the pulse rejections saved in the data base. If the pulse is identified as indicating the available state of rejection, the user is notified on the availability of the state of rejection. Also the system is stated, which realises the specified method.

EFFECT: possibility to identify characteristics of partial discharges.

10 cl, 22 dwg, 1 dwg

C 2
2 5 3 2 1 4 2
R U

R U
2 5 3 2 1 4 2
C 2



RU 2532142 C2

RU 2532142 C2

Область техники

Настоящее изобретение относится к способу и системе мониторинга частичных разрядов, происходящих в электрической системе, и к способу измерения или анализа частичных разрядов происходящих в электрической системе.

5 Уровень техники

Изоляция высоковольтных, обычно трехфазных электрических или энергетических систем, часто испытывает воздействие происходящих в них импульсов. Эти импульсы обычно возникают вследствие разрядов на неоднородных границах внутри высоковольтных электрических или энергетических систем, таких как зазоры в изоляции кабелей и т.п. Следует учитывать, что часто эти разряды представляют собой частичные разряды внутри высоковольтных электрических или энергетических систем.

10 Таким образом, в основу настоящего изобретения положена задача создания по меньшей мере способа и системы мониторинга (отслеживания) или обнаружения частичных разрядов, происходящих в трехфазных электрических или энергетических системах.

Сущность изобретения

Согласно первой особенности изобретения предложен способ мониторинга частичных разрядов в электрической системе, в котором:

15 принимают от электрической системы сигнал или импульс или связанную с ним информацию,

разбивают принятый сигнал или импульс на предварительно заданные частотные составляющие,

20 распознают шум или дублированные сигналы в принятом сигнале или импульсе и отображают максимальный уровень принятого сигнала или импульса на диаграмме разброса вместе с другими максимальными уровнями сходных предварительно заданных частотных составляющих.

При осуществлении способа может генерироваться электронный блокнот для хранения заданного числа нормированных спектров различных сигналов или импульсов вместе со значениями максимальных уровней сигналов или импульсов.

30 При осуществлении способа также:

сохраняют в базе данных множество спектров отказов,

отслеживают прием электрической системой сигналов или импульсов, возникающих в электрической системе, и

35 после приема сигнала или импульса сравнивают частотный спектр обнаруженного сигнала или импульса с множеством спектров отказов, хранящихся в электронном блокноте или базе данных, чтобы по меньшей мере устанавливать наличие преимущественного соответствия частотного спектра обнаруженного сигнала или импульса любому из хранящегося множества спектров отказов.

40 При осуществлении способа могут дополнительно группироваться спектры отказов, спектральный состав которых является сходным в предварительно заданных пределах.

При осуществлении способа также выставляют соответствующий флаг, если частотный спектр обнаруженного импульса преимущественно соответствует любому из существующих спектров отказов.

45 При выставлении флага может генерироваться дескриптор отказов. Вместо этого или дополнительно дескриптором отказов может являться флаг.

При осуществлении способа в дополнение к выставлению флага в базе данных могут сохраняться данные или частотный спектр принятого сигнала или импульса, если частотный спектр обнаруженного импульса преимущественно не соответствует любому

из существующих спектров отказов.

При осуществлении способа могут генерироваться диаграммы разброса на основании подмножества спектров отказов принятого сигнала или импульса.

5 При осуществлении способа может осуществляться обработка принятого сигнала или импульса.

При осуществлении способа может дополнительно:
генерироваться частотный спектр принятого сигнала или импульса и
осуществляться разбиение частотного спектра на предварительно заданные частотные составляющие.

10 Сравнение частотного спектра обнаруженного или принятого сигнала или импульса с существующими спектрами отказов, хранящимися в базе данных, может осуществляться посредством алгоритма сопоставления отказов.

При осуществлении способа могут преимущественно:
проверяться достоверность принятого сигнала или импульса,
15 определяться значение максимального уровня принятого сигнала или импульса и нормироваться (нормализоваться) значения максимального уровня каждой из предварительно заданных частотных составляющих обнаруженного импульса к виду максимального уровня.

Согласно второй особенности изобретения предложена система мониторинга
20 частичных разрядов в электрической системе, содержащая:
базу данных для хранения множества спектров отказов,
контрольный модуль для отслеживания приема электрической системой сигналов или импульсов или связанной с ними информации и
компаратор, способный после приема сигнала или импульса сравнивать частотный
25 спектр принятого сигнала или импульса с существующими спектрами отказов, хранящимися в базе данных,
чтобы по меньшей мере устанавливать наличие преимущественного соответствия частотного спектра принятого сигнала или импульса любому из хранящихся спектров отказов.

30 В системе может быть предусмотрено выставление флага, если частотный спектр принятого сигнала или импульса по существу соответствует любому из существующих спектров отказов.

В системе может быть предусмотрено сохранение данных или частотного спектра принятого сигнала или импульса в базе данных.

35 Система может содержать модульный генератор данных, способный генерировать данные, касающиеся принятого сигнала или импульса.

Модульный генератор данных может быть сконфигурирован на генерацию диаграммы разброса на основании подмножества спектров отказов принятого сигнала или импульса.

40 Контрольный модуль может быть связан с множеством датчиков, которые служат для отслеживания каждой фазы электрической или энергетической системы.

Система может содержать модульный генератор частотного спектра, способный генерировать частотный спектр сигнала или импульса, принятого контрольным модулем.

Компаратор может применять алгоритм сопоставления отказов с целью сравнения
45 частотного спектра принятого сигнала или импульса с существующими спектрами отказов, хранящимися в базе данных.

Система может дополнительно содержать:
проверочный модуль, служащий для проверки достоверности принятого сигнала

или импульса,

детектор максимального уровня, служащий для определения значения максимального уровня принятого сигнала или импульса, и

5 нормирующий модуль, служащий для нормирования значений максимального уровня каждой из предварительно заданных частотных составляющих принятого сигнала или импульса к виду максимального уровня.

Согласно третьей особенности изобретения предложен способ измерения или анализа частичных разрядов, происходящих в электрической системе, в котором:

10 сохраняют в базе данных множество спектров отказов, отслеживают систему с целью обнаружения возникающих в ней импульсов и после обнаружения импульса сравнивают частотный спектр обнаруженного импульса с множеством спектров отказов, хранящихся в базе данных, чтобы по меньшей мере устанавливать наличие преимущественного соответствия частотного спектра обнаруженного импульса любому из хранящегося множества спектров отказов.

15 Краткое описание чертежей

На фиг.1 показана блок-схема сопряжения системы отслеживания (мониторинга) частичных разрядов (ОЧР) согласно одному из примеров осуществления, взаимодействующей с высоковольтной трехфазной электрической или энергетической системой,

20 на фиг.2 - более подробная функциональная блок-схема системы ОЧР, показанной на фиг.1,

на фиг.3 - более подробная функциональная блок-схема процессора системы ОЧР, показанной на фиг.2,

на фиг.4 - блок схема способа согласно одному из примеров осуществления,

25 на фиг.5 - другая блок схема способа согласно одному из примеров осуществления, на фиг.6 - наглядное представление импульсов, возникающих в течение определенного временного интервала, в основном с целью проиллюстрировать характеристики распознавания шума описанной системы ОЧР,

30 на фиг.7 - наглядное представление импульсов, возникающих в течение определенного временного интервала, в основном с целью проиллюстрировать один из примеров перекрестных помех,

на фиг.8 - другое наглядное представление импульсов, возникающих в течение определенного временного интервала, в основном с целью проиллюстрировать один из примеров перекрестных помех,

35 на фиг.9 - другое наглядное представление импульсов, возникающих в течение определенного временного интервала, в основном с целью проиллюстрировать один из примеров перекрестных помех,

40 на фиг.10 - другое наглядное представление импульсов, возникающих в течение определенного временного интервала, в основном с целью проиллюстрировать один из примеров перекрестных помех,

на фиг.11 - один из примеров диаграммы разброса, генерированной системой ОЧР, проиллюстрированной на фиг.2,

на фиг.12 - функциональная блок-схема дискриминации входных импульсов,

45 на фиг.13 - наглядное представление импульсов, возникающих в течение определенного временного интервала, в основном с целью проиллюстрировать шумовой импульс, обнаруживаемый во всех трех фазах,

на фиг.14 - наглядное представление распределения по времени импульсов, возникающих в любой из фаз 1a и 1b, как показано на фиг.1,

на фиг.15 - наглядное представление возможной частотной характеристики в каждой полосе,

на фиг.16 - иллюстрация справочной таблицы согласно одному из примеров осуществления,

5 на фиг.17 - иллюстрация диаграммы разброса для определенного числа импульсов с известным спектром, который хранится в базе данных, построенной способом усреднения значений максимального уровня каждой из частотных составляющих для каждого последующего сходного импульса,

на фиг.18 - иллюстрация диаграммы разброса для импульса с неизвестным спектром
10 (который не хранится в базе данных, показанной на фиг.2), построенной способом усреднения значений максимального уровня каждой из частотных составляющих для каждого последующего сходного импульса,

на фиг.19 - высокоуровневая блок-схема обработки импульса,

на фиг.20 - один из примеров возможного общего числа диаграмм разброса,

15 на фиг.21 - один из примеров диаграмм разброса для спектров из справочной таблицы
и

на фиг.22 - один из примеров диаграмм разброса для новых спектров.

Описание предпочтительных вариантов осуществления

В следующем далее описании в целях пояснения приведено множество конкретных
20 подробностей, обеспечивающих полное понимание вариантов осуществления настоящего изобретения. Тем не менее для специалистов в данной области техники ясно, что настоящее изобретение может быть реализовано на практике без этих конкретных подробностей.

Показанная на фиг.1-3 система мониторинга или отслеживания частичных разрядов
25 (ОЧР) согласно одному из примеров осуществления в целом обозначена позицией 10. Система 10 ОЧР посредством датчиков 20 коммуникативно связана с высоковольтной электрической или энергораспределительной системой 12, например трехфазной системой распределения электроэнергии. Каждый датчик 20 обычно представляет собой
30 конденсатор или заземляющий резистор или, иными словами, однополюсный высокочастотный фильтр. В одном из примеров осуществления предусмотрена пара датчиков 20 для каждой фазы 14, 16 и 18 трехфазной энергетической системы 12, в результате чего система 10 ОЧР имеет шесть каналов. Пара датчиков 20 отдельной фазы 14, 16 или 18 может использоваться, чтобы определять направление перемещения события в фазе 14, 16 или 18, что подробнее будет описано далее.

35 Система 10 ОЧР также связана с хост-компьютером 22, для чего на физическом уровне канала передачи данных необязательно используется USB2. При этом система ОЧР 22 может быть способной действовать в автономном режиме, т.е. без подключенного компьютера 22, тем не менее при последующем подключении
40 компьютера 22 к системе 10 ОЧР компьютер 22 и система 10 ОЧР могут при желании обмениваться данными. В одном из примеров осуществления система 10 ОЧР соединяется с хост-компьютером 22 при его включении, чтобы установить регистры при необходимости изменения значений по умолчанию, а также, чтобы позволить хост-компьютеру 22 начать сбор данных. Тем не менее следует отметить, что после начала работы системы 10 ОЧР она будет продолжать действовать, как если бы хост-компьютер
45 22 был выключен. При последующем восстановлении соединения с хост-компьютером 22 модуль управления (не показан) хост-компьютера 22 будет обновлен любыми необходимыми данными из системы 10 ОЧР.

Следует отметить, что система 10 ОЧР обычно синхронизирована с переходом сети

через нулевой уровень.

В одном из примеров осуществления в систему 10 ОЧР входит множество компонентов или модулей, которые соответствуют функциональным задачам, выполняемым системой 10 ОЧР. При этом подразумевается, что "модуль" в контексте настоящего описания содержит идентифицируемую часть кода, вычислительных или выполняемых команд, данных или вычислительного объекта для выполнения конкретной функции, операции, обработки или процедуры.

Следовательно, модуль необязательно должен быть реализован программными средствами; модуль может быть реализован программными средствами, аппаратными средствами или путем сочетания программных и аппаратных средств. Кроме того, модули необязательно должны быть объединены в одно устройство и могут быть распределены среди множества устройств.

В частности, система 10 ОЧР содержит входной защитный модуль 24, обеспечивающий защиту каждого канала от перенапряжений и сверхтоков. В одном из примеров осуществления система 10 ОЧР содержит входной буфер 26. Входной буфер 26 обычно представляет собой высокоимпедансный аналоговый буфер с импедансом, превышающим 1 мегом.

В системе 10 ОЧР также предусмотрен усилитель 28 напряжения, обычно программируемый усилитель напряжения. Программируемый усилитель 28 напряжения обычно имеет полосу частот шириной 270 МГц. Следует учесть, что после включения системы 10 ОЧР усиление всех датчиков 20 устанавливается на уровень минимальной чувствительности.

Система 10 ОЧР дополнительно содержит фильтр 30 защиты от наложения спектров с частотой отсечки около 270 МГц, неравномерностью затухания 0,5 дБ и затуханием в полосе задержания 54 дБ.

В одном из примеров осуществления система 10 ОЧР содержит 8-разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) 32 с частотой дискретизации 800 МГц.

Как показано на фиг.16, система 10 ОЧР содержит базу 36 данных, в которой может храниться по меньшей мере множество спектров отказов. В одном из примеров осуществления в базе 36 данных хранится справочная таблица 38 спектров отказов (фиг.16), в которой содержится информация о множестве спектров отказов. В справочной таблице 38 описаны известные отказы и шумы. Справочная таблица 38 является расширяемой за счет как предварительно заданных спектров отказов, так и спектров отказов, которые становятся известны системе 10. В одном из примеров осуществления каждая спектральная составляющая, хранящаяся в таблице 38 спектров отказов, может содержать десять разрядов, в частности знаковый разряд, один разряд для хранения значения, равного 1,0, и 8-разрядную мантиссу, что позволяет хранить числа в интервале от -0,99549375 до 1,00000000. Может быть предусмотрен отказобезопасный вход с максимальным ограничением $2^{16}-1$, т.е. 2 байта. Таким образом, в каждой строке таблицы 38 спектров отказов содержится 100 разрядов. Следует учесть, что таблица 38 спектров отказов может быть организована таким образом, что доступ для чтения и записи могут осуществляться одновременно. Тем не менее в ситуации доступа для чтения и записи данных, размещенных по одному адресу, приоритет отдается доступу для чтения.

Система 10 ОЧР также имеет процессор 34 (подробнее показан на фиг.3) для обеспечения дополнительных функциональных задач, в частности задач обработки сигналов, выполняемых системой 10 ОЧР. При этом следует учесть, что процессор 34 также может содержать множество функциональных модулей, соответствующих

функциям, которые должен осуществлять процессор 34. Из приведенного выше описания модулей следует, что модули или, в частности, функциональные возможности модулей процессора 34 необязательно должны быть реализованы в процессоре 34 и необязательно могут быть реализованы в системе 10 ОЧР. В одном из примеров осуществления процессор 34 представляет собой программируемую пользователем вентильную матрицу (FPGA).

Следует учесть, что процессор 34 рассматривает данные, исходя из временных интервалов, в частности трех временных интервалов, а именно, кванта времени, вспомогательного временного интервала и основного временного интервала. Квантом времени обычно является временной интервал, равный 80 мсек. Квант времени представляет собой разрешающую способность по оси времени в многомерных массивах, используемых для хранения собранных данных. Вспомогательный временной интервал обычно имеет длительность 20 мсек (что соответствует одному циклу на частоте 50 Гц). Из этого следует, что вспомогательный временной интервал состоит из 250 квантов времени. Основным временным интервалом является период, за который происходит агрегирование данных, при этом он обычно содержит определяемое пользователем или запрограммированное число вспомогательных временных интервалов. Например, основной временной интервал может содержать минимально один вспомогательный временной интервал и максимально 500 вспомогательных временных интервалов.

Как показано на фиг.3, процессор 34 содержит проверочный модуль 40. В других примерах осуществления проверочный модуль 40 реализован отдельно от процессора 34. Проверочный модуль 40 способен осуществлять проверку достоверности импульсов входного сигнала. Таким образом, проверочный модуль 40 способен сравнивать фазы 14, 16 и 18, как показано на фиг.12. В частности, проверочный модуль 40 способен осуществлять три процесса, которые необходимы для проверки достоверности входного импульса в ходе процесса проверки достоверности. Обычно этими процессами являются определение направления перемещения принятого входного импульса, распознавание шума и проверка перекрестных помех. Два последних процесса осуществляются после того, как определено направление перемещения входного импульса, при этом в них используется первый из поступивших входных импульсов. Кроме того, при осуществлении двух последних процессов проверочный модуль 40 сравнивает фазы 1a, 2a и 3a (и аналогичным образом фазы 1b, 2b и 3b), как показано на фиг.12. Система 10 ОЧР необязательно содержит модуль распознавания шума (не показан) для осуществления или оказания содействия проверочному модулю 40 в осуществлении описанного распознавания шума. Из этого следует, что для обнаружения или определения направления перемещения импульса проверочный модуль 40 сравнивает фазы 1a с 1b, 2a с 2b и 3a с 3b.

Подразумевается, что для определения направления перемещения проверочный модуль 40 определяет время прихода входного импульса согласно показаниям обоих датчиков 20 для каждой фазы 14, 16 и 18. Если время перемещения меньше запрограммированного времени $T_{\text{т}}$ распространения, проверочный модуль 40 игнорирует импульс. Тем не менее, если время перемещения превышает запрограммированное время $T_{\text{т}}$ распространения, проверочный модуль 40 определяет, на какой датчик 20 пришел первый импульс, и какой флаг будет выставлен или переустановлен, чтобы указать направление прихода импульса. Например:

флаг 0: от датчика а,

флаг 1: от датчика b (как показано на фиг.14, на которой $T_{\text{т}}=T1$).

Флаг может использоваться, чтобы определять, какая группа из 16 должна быть обновлена. При этом процессор 34 содержит модульный генератор 50 данных, служащий для обновления или генерации диаграмм, которыми в одном из примеров осуществления могут являться диаграммы разброса и т.п. Следует отметить, что модульный генератор 50 данных способен генерировать данные, касающиеся принятого или обнаруженного импульса, которые могут использоваться для создания диаграмм разброса на основании подмножества спектров отказов принятого или обнаруженного импульса (что рассмотрено далее). На фиг.11 проиллюстрирован один из примеров диаграммы разброса, генерированной модульным генератором 50 данных (для всех зарегистрированных импульсов).

Модульный генератор 50 данных способен генерировать отдельную диаграмму разброса, иллюстрирующую все обнаруженные импульсы в соответствующем кванте времени. Генерированные диаграммы разброса хранятся в базе 36 данных, в которой диаграммы разброса, соответствующие отказам, связаны с соответствующими отказами.

Из этого следует, что время распространения может выбираться в определенных пределах, в частности, минимальное время T_{tmin} распространения может составлять 10 нсек, а максимальное время T_{tmax} распространения может составлять 250 нсек.

Что касается определения направления перемещения, следует отметить, что для каждой боковой фазы 1a и 1b, 2a и 2b и 3a и 3b фаз 14, 16 и 18 соответственно предусмотрен датчик 20. На фиг.14 проиллюстрирована фаза 14 с соответствующими боковыми фазами 1a и 1b, если датчиком 20 в установленный период, например, T_1 первым обнаружен импульс со сходным спектральным составом в боковой фазе 1a, и, следовательно, импульс поступает от боковой фазы 1a. Импульс, поступающий от боковой фазы 1a, запоминается или сохраняется, а импульс, поступивший от боковой фазы 1b, отбрасывается. Тем не менее, если в установленный период, T_1 первым обнаружен импульс со сходным спектральным составом, поступивший от боковой фазы 1b, импульс, поступивший от боковой фазы 1b, запоминается или сохраняется, а импульс, поступивший от боковой фазы 1a, отбрасывается. Как описано выше, если импульсы возникают в течение меньшего промежутка времени, чем установленный период T_1 , они поступают в интервале между точками обнаружения и, соответственно, отбрасываются, следовательно, периодом T_1 является описанный выше период T_{tr} .

Что касается распознавания шума, проверочный модуль 40 способен определять, имеет ли место в течение заданного временного интервала T_{nd} входной импульс с одинаковой полярностью в двух или более фазах 14, 16 или 18, показанных на фиг.6 (в данном случае боковые фазы 1a, 2a и 3a обозначены как X, Y и Z соответственно). Если это так, проверочный модуль 40 рассматривает входной импульс как шум и, следовательно, игнорирует его. Из фиг.12 следует, что проверочный модуль 40 способен сравнивать фазы, например, 1a, 2a и 3a друг с другом с целью принятия решения. Как показано на фиг.13, из этого следует, что с целью обнаружения шума проверочный модуль 40 определяет, имеют ли импульсы в фазах 1a, 2a и 3a сходные максимальные уровни амплитуд, сходный спектральный состав или одинаковую полярность. Процессор 34 имеет детектор 47 максимального уровня для определения значений максимального уровня импульсов. В одном из примеров осуществления проверочный модуль 40 использует детектор 47 максимального уровня, чтобы определять, имеют ли импульсы сходный максимальный уровень амплитуд. Кроме того, проверочный модуль 40 способен определять, возникают ли все импульсы на протяжении перекрывающихся периодов простоя, а также, находится ли время прихода в ограниченном интервале (в

пределах текущего числа тактовых циклов). Из этого следует, что при обнаружении импульсов этого типа они могут рассматриваться как внешний шум и, соответственно, отбрасываться.

5 Перекрестные помехи могут возникать только между двумя фазами 14, 16 или 18 или между всеми тремя фазами 14, 16 и 18 энергетической системы 12. Если проверочный модуль 40 определяет или обнаруживает, что в течение заданного временного интервала в одной из фаз, например 1а, возник импульс, а в любой из двух других фаз 2а или 3а возник импульс с противоположной полярностью, как показано на фиг.7 (в данном случае фазы 1а, 2а и 3а проиллюстрированы как X, Y и Z соответственно), проверочный
10 модуль 40 способен игнорировать второй импульс, поскольку он создает перекрестные помехи с другой фазой (2а или 3а). При этом временной интервал может задаваться пользователем или программироваться в определенных пределах. Например, минимальный временной интервал T_{CC} перекрестных помех может составлять 250 нсек, а максимальный временной интервал T_{CC} перекрестных помех может составлять 2000
15 нсек. Для принятия описанного решения проверочный модуль 40 определяет, имеют ли импульсы различные максимальные уровни амплитуд, сходный спектральный состав, имеют ли два обнаруженных импульсы противоположные полярности и возникают ли оба импульса на протяжении перекрывающихся периодов простоя.

20 Проверочный модуль 40 также способен определять или обнаруживать, возникает ли импульс в одной фазе, например 1а, а также, возникает ли импульс с противоположной полярностью в обеих их фазах 2а и 3а, например, в течение заданного перекрывающегося временного интервала, как это показано на фиг.8 (в данном случае фазы 1а, 2а и 3а проиллюстрированы как X, Y и Z соответственно). В этих
25 обстоятельствах проверочный модуль 40 способен игнорировать оба импульса с противоположной полярностью и разрешать обработку только первого импульса.

Проверочный модуль 40 способен определять, создаются ли перекрестные помехи между входными импульсами в двух фазах путем определения наличия различных
30 максимальных уровней амплитуд, сходного спектрального состава импульсов, противоположной полярности импульсов, а также возникают ли все импульсы на протяжении перекрывающихся периодов простоя. Если установлено, что первым возникает импульс с противоположной полярностью, импульсы могут считаться создающими перекрестные помехи. Если это так, этот конкретный импульс сохраняют, а остальные два импульса отбрасывают, в противном случае сохраняют все импульсы.
35 Вместо этого или дополнительно необязательно запоминают все три импульса.

Проверочный модуль 40 дополнительно способен определять или обнаруживать, возникает ли импульс в одной фазе, например 1а, и определять или обнаруживать, возникает ли импульс с такой же полярностью в одной из двух фаз 2а или 3а в течение заданного временного интервала. Проверочный модуль также способен обнаруживать
40 или определять, возникает ли импульс с противоположной полярностью в третьей фазе 3а, например фазе 18, в течение заданного перекрывающегося временного интервала, как это показано на фиг.9 (в данном случае фазы 1а, 2а и 3а проиллюстрированы как X, Y и Z соответственно). Согласно этому сценарию проверочный модуль 40 игнорирует импульс с противоположной полярностью, т.е. третий импульс, возникающий в третьей фазе 3а (или Z), и разрешает обработку только двух других импульсов в фазах 1а и 2а
45 (X и Y). Оба импульса обычно обрабатывают как отдельные события.

Аналогичным образом проверочный модуль 40 способен определять или обнаруживать, возникает ли импульс в одной фазе, например 1а, и возникает ли импульс с противоположной полярностью в одной из двух фаз 2а или 3а в течение заданного

временного интервала. Если импульс с такой же полярностью возникает первым в третьей фазе, скажем фазе 3а, в течение заданного перекрывающего временного интервала, как это показано на фиг.10, проверочный модуль 40 игнорирует импульс с противоположной полярностью, т.е. возникающий вторым импульс, и дополнительно разрешает обработку только двух других импульсов в качестве отдельных событий.

На этом этапе необходимо учитывать скорости обмена данными между процессами, и в связи с этим следует упомянуть, что при использовании для проверки достоверности широкополосного канального фильтра информацией, переносимой из фазовых процессов в процессы распознавания шума и проверки перекрестных помех, будет являться амплитуда и полярность для каждой полосы из гребенки фильтров, флаг, указывающий, данные какого датчика 20 фазы 14, 16 или 18 были собраны, и разрешающая способность по времени от последнего перехода через нулевой уровень до 5 нсек. Обычно на полосу фильтра приходится 10 битов данных, а на отметку времени 22 бита. Таким образом, всего используется 113 битов. Кроме того, минимальное разнесение событий составляет 100 нсек. Следовательно, максимальная требуемая скорость передачи данных не будет составлять не более 1,13 Гбит/сек (113 битов за 100 нсек).

В одном из примеров осуществления, процессор 34 содержит модульный генератор частотного спектра 42, способный генерировать частотный спектр проверенного входного импульса. Следует учесть, что проверенным входным импульсом является входной импульс, обработка которого разрешена проверочным модулем 40. В модульном генераторе 42 частотного спектра обычно имеются или используются гребенки фильтров для генерации частотного спектра проверенного входного импульса. Как показано на фиг.15, каждая гребенка фильтров обычно представляет собой гребенку из любого числа фильтров от одного и более. В качестве примера и для ясности в данном случае проиллюстрировано восемь фильтров для каждого канала, однако может использоваться любое число гребенок фильтров от одной и более. Обычно фильтры представляют собой полосовые фильтры с фиксированной шириной полосы. В одном из примеров осуществления, ни одна из полос фильтров не перекрывает какую-либо другую полосу. Каждая высокочастотная точка отсечки - 3 дБ согласована с низкочастотной точкой отсечки -3 дБ следующих полос. Обычно самая низкая по частоте точка отсечки самого низкочастотного фильтра составляет не менее 100 кГц.

За счет того что фильтры реализованы как фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ), для специалистов в данной области техники подразумевается, что полоса частот фильтров определяется как диапазон частот, в котором характеристика отвечает требованию к неравномерности затухания. При этом неравномерность затухания фильтров обычно составляет 0,5 дБ, а затухание в полосе задержания фильтров предпочтительно составляет 55 дБ. Полосы описанных фильтров приведены далее в Таблице 1.

Таблица 1

Типичные полосы гребенок фильтров (8-полосный пример)

Номер фильтра	Нижняя частота отсечки (МГц)	Верхняя частота отсечки (МГц)	Полоса частот (МГц)
1	0,1316292 5	1,04024575	0,9086165
2	1,0402457 5	3,158973	2,11872725
3	3,158973	7,387902	4,228929
4	7,387902	16,830848	9,442946
5	16,830848	33,169152	16,338304
6	33,169152	66,830848	33,661696

7	66,830848	133,169152	66,338304
8	133,16915	2	133,661696
9	0,15	160	159,85

5 Каждая гребенка фильтров дополнительно содержит комплексный смеситель для понижающего преобразования входного импульса, фильтр нижних частот (реализованный в виде КИХ-фильтра) и блок децимации для снижения частоты дискретизации данных до приемлемой скорости обработки. Следует учесть, что может быть необязательно предусмотрен девятый широкополосный канал.

10 В одном из примеров осуществления сохраняют значение максимального уровня для каждой из восьми полос для дальнейшей обработки. Затем восемь значений максимального уровня нормируют (как будет описано далее) к виду наибольшего значения максимального уровня, и сохраняют наибольшее значение максимального уровня вместе с восемью нормализованными значениями для дальнейшей обработки.

15 При этом процессор 34 также содержит нормирующий модуль 44, способный нормировать частотный спектр или значения максимального уровня, полученные от модульного генератора 42 частотного спектра, к виду максимального уровня в спектре, чтобы тем самым получить нормированный спектр. В одном из примеров осуществления, нормированные значения максимального уровня сохраняют в справочной таблице 38 известных отказов.

20 Из этого следует, что процессор 34 также содержит контрольный модуль 46. Контрольный модуль 46 посредством датчиков 20 способен отслеживать интересующие импульсы, возникающие в энергетической системе 12. Контрольный модуль 46 может быть способен выполнять алгоритм определения максимального уровня, что будет описано далее. Вместе с тем, следует учесть, что контрольный модуль 46 также может отвечать за отслеживание обработки импульса после его приема или обнаружения.

25 В одном из предпочтительных вариантов осуществления процессор 34 содержит компаратор 48, способный сравнивать частотный спектр, генерированный для проверенного входного импульса, с существующими спектрами отказов, хранящимися в базе 36 данных, в частности в таблице 38 спектров отказов, чтобы по меньшей мере устанавливать наличие преимущественного соответствия генерированного частотного спектра проверенного импульса любому из существующих спектров отказов. Из этого следует, что в компараторе 48 используется нормированный спектральный состав импульса для сравнения с содержимым справочной таблицы 38. Для выполнения этой функции в компараторе 48 может использоваться определяемый пользователем показатель эквивалентности. В одном из примеров осуществления компаратор 48 способен применять алгоритм сопоставления отказов, чтобы сравнивать частотный спектр, генерированный для проверенного импульса, с существующими спектрами отказов, хранящимися в таблице 38 спектров отказов. Алгоритм сопоставления отказов обычно представляет собой сумму квадратов разностей согласно следующему уравнению:

$$\text{сумма квадратов разностей } \alpha_k = \sum_{n=1}^8 (x_{k,n} - y_n)^2 ,$$

45 в котором $x_{k,n}$ означает составляющую n строки k, y_n означает n-ю спектральную составляющую нормированного спектра.

Следует учесть, что, если генерированный частотный спектр преимущественно соответствует любому из существующих спектров отказов, процессор 34 способен выставлять флаг, сигнализирующий об этом. Помимо выставления флага процессор

34 способен извлекать из базы 36 данных диаграмму разброса, соответствующую отказу (что подробнее рассмотрено далее). В одном из примеров осуществления флагом является дескриптор отказов. В других примерах осуществления флаг может позволять системе 10 ОЧР генерировать дескриптор отказов. Тем не менее, если генерированный частотный спектр преимущественно не соответствует ни одному из существующих спектров отказов, процессор 34 способен сохранять данные или генерированный частотный спектр проверенного импульса в таблице 38 спектров отказов базы 36 данных помимо выставления флага с этой целью. Для ясности дескриптором отказов обычно является дескриптор, содержащий информацию с указанием по меньшей мере номера отказа, которым является 8-разрядное число, амплитуды импульса, которой является 8-разрядное число, выведенное на основании данных фазы и амплитуды из упомянутой девятой полосы, отметки времени, которой является 8-разрядное число, содержащее квант времени во вспомогательном временном интервале, в который возник импульс, информации о фазе, которой является двухразрядное число, указывающее, в какой из фаз 14, 16 или 18 произошло событие отказа, информации о датчике 20, которой является 1-разрядное число, указывающее, по данным какого датчика 20 фазы 14, 16 или 18 было зарегистрировано событие, и флага, которым является одноразрядный флаг с состоянием, изменяющимся после каждого основного временного интервала.

В одном из примеров осуществления в случае соответствия спектра известному спектру из справочной таблицы 38 значение максимального уровня, соответствующее такому спектру, вносят в диаграмму разброса для этого спектра или, если диаграмма разброса отсутствует, модульный генератор 50 данных генерирует новую диаграмму разброса. Если в диаграмме разброса содержатся параметры сигнала, нормированные спектры этого сигнала добавляют к спектрам отказов, а если в ней содержится параметры шума, их добавляют к спектрам шумов. Это способствует обучению системы 10 ОЧР.

Как показано на фиг. 17, если входной импульс или, иными словами, генерированный частотный спектр импульса соответствует спектру известного отказа и для этого конкретного спектра отсутствует диаграмма разброса, модульный генератор 50 данных способен генерировать новую диаграмму разброса для отказа. Соответственно, сохраненный нормированный частотный спектр отказа соотносят с генерированной диаграммой разброса и сохраняют в базе 36 данных вместе с диаграммой разброса. Значение максимального уровня для спектра импульса помещают в соответствующий ему квант времени на диаграмме разброса. Кроме того, генерированный частотный спектр также усредняют с использованием спектра известного отказа, для чего ведут учет числа импульсов (счет импульсов) на конкретной диаграмме разброса. По мере возникновения новых импульсов со сходными частотными спектрами их добавляют к диаграмме разброса. По мере добавления новых импульсов суммарный нормированный частотный спектр, соответствующий диаграмме разброса, усредняют согласно следующему уравнению:

$$\frac{\text{(нормированный спектр отказа + общее число всех остальных сходных спектров)}}{\text{(счет импульсов + 1)}}.$$

Как показано на фиг. 18, если генерированный частотный спектр импульса преимущественно не соответствует ни одному из спектров известных отказов и для генерированного спектра отсутствуют диаграммы разброса, модульный генератор 50 данных генерирует новую диаграмму разброса. Значение максимального уровня для спектра импульса помещают в соответствующий ему квант времени на диаграмме разброса. Следует отметить, что для этого ведут учет числа импульсов (счет импульсов)

на диаграмме разброса. По мере возникновения новых импульсов со сходными частотными спектрами их добавляют к диаграмме разброса. Следует учесть, что для этого нормированные спектры новых импульсов сравнивают как с таблицей 38 спектров отказов, так и с генерированными спектрами импульсов, еще не сохраненными в таблице 38 спектров отказов. По мере добавления новых импульсов усредняют суммарный нормированный частотный спектр, соответствующий диаграмме разброса. Процесс усреднения представлен следующим уравнением:

(общее число всех сходных спектров)/(счет импульсов).

Если в одном из примеров осуществления измеренное число импульсов постоянно, например, в течение 10-секундного периода, превышает 10 импульсов за цикл, явление импульсов может интерпретироваться как шум. Импульсы с максимальным уровнем перемещают в диаграмму разброса для всех зарегистрированных импульсов.

Нормированные спектры сохраняют в таблице 38 спектров отказов как шум. После того как это сделано, соответствующую диаграмму разброса отбрасывают.

Следует учесть, что, если измеренное число импульсов постоянно, например, в течение 10-секундного периода составляет менее 10 импульсов за цикл, явление импульсов может интерпретироваться как известный отказ. Нормированные спектры сохраняют в таблице 38 спектров отказов как спектры отказов. Следует учесть, что при этом диаграмму разброса сохраняют в базе 36 данных и сопоставляют с известным отказом.

Если в результате сравнения со спектрами шумов из справочной таблицы 38 импульс идентифицирован как шумовой импульс, значение максимального уровня для спектра импульса помещают в соответствующий ему квант времени на диаграмме разброса для всех зарегистрированных импульсов.

В одном из предпочтительных примеров осуществления процессор 34 имеет электронный блокнот или область 41 электронного блокнота. Область 41 электронного блокнота используется для хранения числа событий конкретного спектра отказа во вспомогательном временном интервале и для каждой полосы суммы уровней нарастающим итогом в этой полосе на основании нормированного спектра. В одном из примеров осуществления в области 41 электронного блокнота ведется счет импульсов, как это описано ранее. Из этого следует, что при выставлении флага, когда компаратор 48 обнаруживает преимущественное соответствие, в области 41 электронного блокнота может быть увеличено число событий конкретного отказа. В одном из примеров осуществления область 41 электронного блокнота может служить удобной платформой для манипуляций с диаграммой разброса, как это описано выше.

Следует учесть, что таблицу 38 спектров отказов обычно обновляют новыми спектральными данными импульса всякий раз при отсутствии преимущественного соответствия между генерированным частотным спектром этого импульса и спектрами из таблицы 38 спектров отказов. Из этого следует, что при каждом соединении хост-компьютера 22 с системой 10 ОЧР таблица 38 спектров отказов переносится в хост-компьютер 22. При этом, если на вспомогательный временной интервал максимально приходится лишь двадцать отказов, во вспомогательный временной интервал может быть перенесено до двадцати дескрипторов отказов (28-разрядных), и, таким образом, максимальная скорость передачи данных для дескрипторов отказов будет составлять 28 кбит/сек. Когда все дескрипторы отказов относятся к различным отказам, во вспомогательный временной интервал переносится до двадцати обновлений таблицы спектров отказов (104-разрядных), и, таким образом, максимальная скорость передачи данных для обновлений таблицы спектров отказов будет составлять 104 кбит/сек. При указанных выше скоростях передачи данных максимальная скорость передачи данных

посредством USB от системы 10 ОЧР хост-компьютеру 22 обычно составляет 132 кбит/сек.

Наконец, рассмотрим фиг.19. Процессор 34 принимает входной импульс или сигнал. Процессор 34 распределяет сигнал между восемью полосами частот. Каждой полосе частот соответствует максимальный уровень. Восемь полос частот образуют частотный спектр. Этот частотный спектр нормируют и сохраняют наибольшее значение максимального уровня вместе с восемью нормированными значениями частотного спектра. Восемь полос частот используются лишь в качестве иллюстрации, и может использоваться любое число полос частот от одной и более.

Нормированный частотный спектр сравнивают с определенным числом предварительно заданных частотных спектров, которые хранятся в справочной таблице 38. Если спектр соответствует спектрам из справочной таблице 38, на диаграмме разброса, которая соответствует обнаруженному частотному спектру, отображается значение максимального уровня. Если соответствие отсутствует, создается новая диаграмма разброса.

Что касается показанных на фиг.20-22 диаграммам разброса, на фиг.20 проиллюстрировано общее число диаграмм разброса, необходимых для диаграммы разброса каждого типа. В частности, на фиг.20 показаны десять диаграмм разброса из справочной таблицы 38 (это может быть любое число от одного и более), пять диаграмм разброса для новых спектров (это может быть любое число от одного и более), и одна диаграмма разброса для всех импульсов.

На фиг.21 проиллюстрирован пример диаграмм разброса для спектров из справочной таблицы 38, а на фиг.22 показаны диаграммы разброса для новых спектров.

Далее будет описано применение примеров осуществления со ссылкой на фиг.4-7.

Примеры способа, проиллюстрированного на фиг.4 и 5, описаны со ссылкой на фиг.1-3, хотя следует учесть, что примеры способа также могут быть применимы в других системах (не проиллюстрированных).

Рассмотрим фиг.4, на которой показана блок-схема способа, в целом обозначенного позицией 60, согласно одному из примеров осуществления. Способ 60 включает шаг 62, на котором сохраняют множество спектров отказов в базе 36 данных, в частности, в таблице 38 спектров отказов базы 36 данных. Обычно этот шаг является предварительным шагом, на котором в таблице 38 спектров отказов сохраняют спектры отказов или спектральные составляющие данных, соответствующих известным спектрам отказов.

Способ 60 дополнительно включает шаг 64, на котором отслеживают энергетическую систему 12 с целью приема или обнаружения возникающих в ней сигналов или импульсов. Для краткости следует учесть, что прием сигнала или импульса или связанной с ним информации может подразумевать обнаружение сигнала или импульса. Это может осуществляться посредством контрольного модуля 46. В частности, следует учесть, что входные импульсы изначально обнаруживают путем использования алгоритма обнаружения максимального уровня, реализованного посредством контрольного модуля 46. Обычно используются два параметра, связанных с обнаружением максимального уровня, при этом оба из них определяются пользователем. Обнаружение максимального уровня, реализованное посредством контрольного модуля 46, идентично аналоговому режиму слежения и запоминания с переустановкой, т.е. выходной сигнал детектора максимального уровня будет соответствовать входному сигналу, пока текущий входной сигнал превышает предыдущий входной сигнал, в противном случае он будет сохранять ранее достигнутое максимальное значение. Чтобы детектор

максимального уровня мог возобновить режим слежения, предусмотрена переустановка. Двумя определяемыми пользователем параметрами являются абсолютный порог, который должен превысить входной сигнал, чтобы его можно было объявить потенциальным максимальным уровнем, и окно обнаружения максимального уровня, которое устанавливает, как долго сохраненное значение оставаться должно в нем не превышенным, пока не будет объявлено максимальным уровнем. После того как объявлен максимальный уровень, контрольный модуль 46 возобновляет режим слежения и запоминания.

Значение окна обнаружения максимального уровня задает абсолютную максимальную скорость объявления достоверных максимальных уровней. В одном из примеров осуществления окно обнаружения максимального уровня обычно составляет 1,5 цсек. Это значит, что абсолютная максимальная скорость объявления достоверных максимальных уровней обычно составляет 13333 за 20 мсек, при этом большинство из максимальных уровней является шумом. Из этого следует, что, если у детектора максимального уровня будет установлен порог, превышающий минимальный уровень шума, число достоверных максимальных уровней существенно снизится.

После того как импульс обнаружен, может осуществляться шаг 66 способа 60, на котором с помощью компаратора 48 сравнивают генерированный частотный спектр обнаруженного импульса с существующими спектрами отказов, хранящимися в таблице 38 спектров отказов, чтобы по меньшей мере устанавливать наличие преимущественного соответствия генерированного частотного спектра обнаруженного импульса любому из существующих спектров отказов (как описано далее). Для специалистов в данной области техники ясно, что для того, чтобы компаратор 48 осуществлял предусмотренное сравнение, обнаруженный входной импульс сначала обрабатывается проверочным модулем 40 с целью проверки достоверности импульса, как это описано выше. Затем проверенный импульс нормируют с помощью нормирующего модуля 44. Наконец, перед сравнением на шаге 66 с помощью модульного генератора частотного спектра генерируют частотный спектр проверенного импульса 42, чтобы способствовать сравнению, предусмотренному на шаге 66.

Рассмотрим фиг.5, на которой показана блок-схема другого способа, в целом обозначенного позицией 70, согласно одному из примеров осуществления. Поскольку первые три шага способа 70 сходны с тремя шагами, описанными выше со ссылкой на фиг.4, для их обозначения будут использованы такие же соответствующие позиции.

В способе 70 более подробно представлены исходы осуществления шага сравнения, т.е. шага 66. В частности, на шаге 72 способа 70 определяют наличие преимущественного соответствия генерированного частотного спектра обнаруженного импульса любому из существующих спектров отказов, хранящихся в таблице 38 спектров отказов. Следует отметить, что для осуществления этого сравнения в компараторе 48 реализован алгоритм сопоставления отказов, как это описано выше. Если частотный спектр обнаруженного импульса преимущественно соответствует любому из существующих спектров отказов, в способе может быть предусмотрено выставление флага, чтобы сигнализировать об этом (как будет описано далее). В частности, если обнаружено соответствие, затем на шаге 74 способа 70 определяют, содержатся ли в области 41 электронного блокнота отказы этого конкретного типа. Если в области 41 электронного блокнота содержатся отказы этого конкретного типа, на шаге 78 способа 70 концентрируют этот конкретный спектр в области 41 электронного блокнота и увеличивают число событий этого конкретного спектра. Тем не менее, если спектр отсутствует в области 41 электронного блокнота, на шаге 76 способа 70 в области 41 электронного блокнота создают новую

запись для этого конкретного спектра.

Тем не менее, если между частотным спектром обнаруженного импульса и существующими спектрами отказов отсутствует преимущественное соответствие, способ 70 предусматривает выставление флага, чтобы сигнализировать об этом (как будет пояснено далее). В частности, если на шаге 74 не обнаружено преимущественное соответствие и конкретный спектр обнаруженного импульса отсутствует в области 41 электронного блокнота, на шаге 82 способа 70 создают новую запись в области 41 электронного блокнота и помечают спектр обнаруженного импульса как новый спектр отказа. Следует учесть, что на шаге 82 создают новую запись в базе 36 данных для нового обнаруженного отказа.

Помимо этого, следует отметить, что для каждого отказа, обнаруженного во вспомогательном временном интервале, определяют среднее значение спектральных точек, собранных за этот временной интервал. Кроме того, если отказ уже содержится в таблице 38 спектров отказов, вычисляют общее среднее значение спектральных точек. Из этого следует, что таблицу 38 спектров отказов периодически обновляют этими новыми средними значениями. При обновлении отказа новую запись необязательно передают хост-компьютеру 22 для хранения дубликата таблицы 38 спектров отказов. Данные, соответствующие отказу, обычно содержат номер отказа (8-разрядное число), значения восьми спектральных составляющих (в общей сложности 80 разрядов) и номер значения накопления (16-разрядное число).

Затем на шаге 80 способа 70 выставляют или генерируют флаг в форме дескриптора отказов, как это описано выше применительно к соответствующим исходам. Следует учесть, что в этом частном примере осуществления при выставлении флага генерируют дескриптор отказов, как это описано выше. В других примерах осуществления выставление флага может предусматривать оповещение персонала о наличии или отсутствии соответствия посредством предупредительного сигнала и т.п.

Следует учесть, что этим способом отслеживают и анализируют обнаруживаемые в энергетической системе импульсы, что позволяет удобно определять их характеристики отказа.

В описанном изобретении предложен удобный способ мониторинга частичных разрядов, происходящих в трехфазных энергетических системах. Путем спектрального анализа с целью обнаружения частичных разрядов могут быть по меньшей мере смягчены или даже предотвращены нежелательные исходы, сопутствующие частичным разрядам.

Формула изобретения

1. Способ мониторинга частичных разрядов в электрической системе, в котором: принимают импульс от электрической системы; идентифицируют, является ли импульс шумом или дублированным сигналом;

если импульс является шумом или дублированным сигналом, тогда этот импульс отбрасывают;

разбивают импульс на две или более частотные составляющие; нормализуют эти две или более частотные составляющие к виду максимального уровня;

сравнивают две или более нормализованные частотные составляющие, связанные с принятым импульсом, с другим сохраненным множеством нормализованных, предварительно заданных частотных составляющих, связанных с другими импульсами, для идентифицирования сходных импульсов, указывающих известное состояние отказа; если импульс идентифицирован как импульс, указывающий известное состояние

отказа, сохраняют данные в базе данных, связывая импульс с двумя или более нормализованными частотными составляющими и известным состоянием отказа;

группируют спектр отказов импульсов со сходными нормализованными частотными составляющими в диаграмме разброса, сохраняемой в базе данных;

5 если нормализованные частотные составляющие импульса не сходны с нормализованными частотными составляющими текущей группы, создают новую группу спектра отказов импульсов, сохраняемую в базе данных; и

если импульс идентифицирован как указывающий известное состояние отказа, уведомляют пользователя о наличии состояния отказа.

10 2. Способ по п.1, в котором генерируют электронный блокнот для хранения предварительно заданного числа нормированных спектров различных импульсов вместе со значениями максимальных уровней импульсов.

3. Способ по п.1 или 2, в котором генерируют диаграммы разброса на основании подмножества спектров отказов принятого импульса.

15 4. Способ по п.1 или 2, в котором осуществляют обработку принятого импульса.

5. Способ по п.1 или 2, в котором сравнение частотного спектра, соответствующего обнаруженному или принятому импульсу, с существующими спектрами отказов, хранящимися в базе данных, осуществляют посредством алгоритма сопоставления отказов.

20 6. Система мониторинга частичных разрядов в электрической системе, содержащая: базу данных для хранения множества спектров отказов; контрольный модуль для отслеживания приема электрической системой импульсов;

аналого-цифровой преобразователь для преобразования импульса из аналогового в цифровой сигнал;

25 проверочный модуль для проверки достоверности принятого импульса путем идентифицирования, является ли импульс шумом или дублированным сигналом;

детектор максимального уровня для определения значения максимального уровня принятого импульса;

30 модульный генератор частотного спектра, способный генерировать частотный спектр импульса, полученного контрольным модулем, путем разбития импульса на две или более частотные составляющие;

нормирующий модуль, служащий для нормирования значений максимального уровня каждой из предварительно заданных двух или более частотных составляющих принятого импульса к виду максимального уровня; компаратор, выполненный с
35 возможностью после приема импульса: сравнивать две или более нормализованные частотные составляющие, связанные с принятым импульсом, с другим сохраненным множеством нормализованных предварительно заданных частотных составляющих, связанных с другими импульсами, для идентифицирования сходных импульсов, указывающих известное состояние отказа;

40 если импульс идентифицирован как импульс, указывающий известное состояние отказа, сохранять данные в базе данных, связывая импульс с двумя или более нормализованными частотными составляющими и известным состоянием отказа;

группировать спектр отказов импульсов со сходными нормализованными частотными составляющими в диаграмме разброса, сохраняемой в базе данных;

45 если нормализованные частотные составляющие импульса не сходны с нормализованными частотными составляющими текущей группы, создавать новую группу спектра отказов импульсов, сохраняемую в базе данных; и устройство для отображения точки, представляющей максимальный уровень принятого импульса, на

диаграмме разброса вместе с точками, представляющими другие идентифицированные сходные максимальные уровни импульса.

5 7. Система по п.6, выполненная с возможностью выставления флага, если частотный спектр принятого импульса по существу соответствует любому из существующих спектров отказов.

8. Система по п.7, выполненная с возможностью хранения данных или частотного спектра, соответствующего принятому импульсу, в базе данных.

9. Система по п.6 или 7, содержащая модуль генератора данных, выполненный с возможностью генерирования данных, касающихся принятого импульса.

10 10. Система по п.6 или 7, в которой контрольный модуль поддерживает связь с множеством датчиков, способных отслеживать каждую из фаз электрической или энергетической системы.

15

20

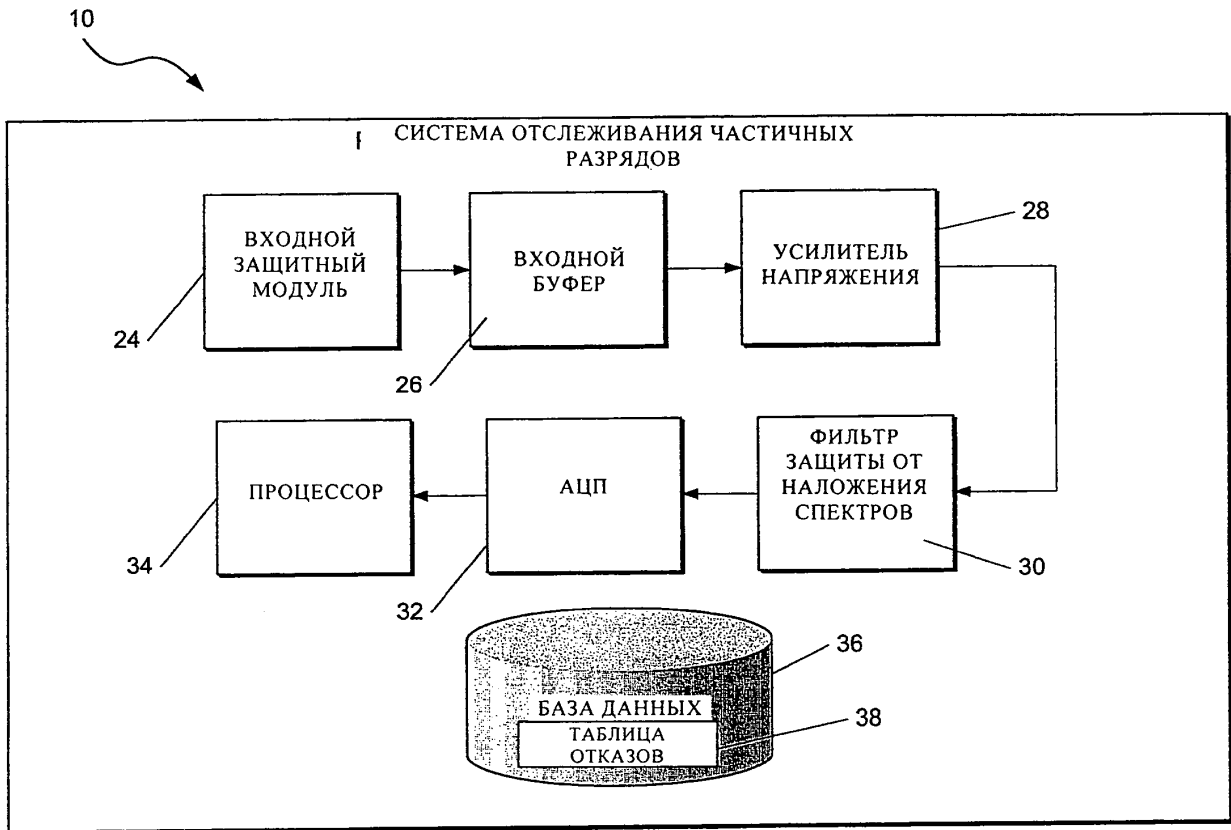
25

30

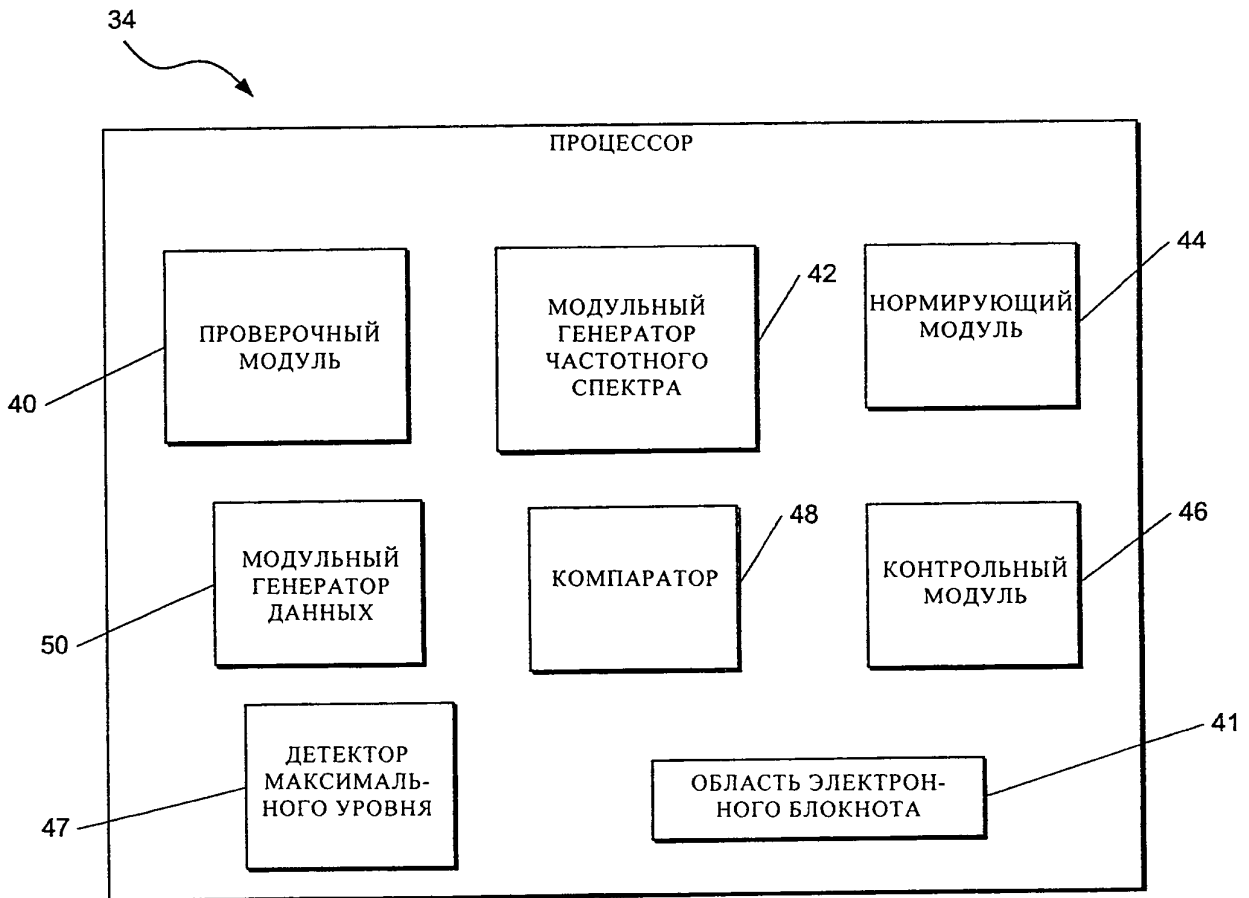
35

40

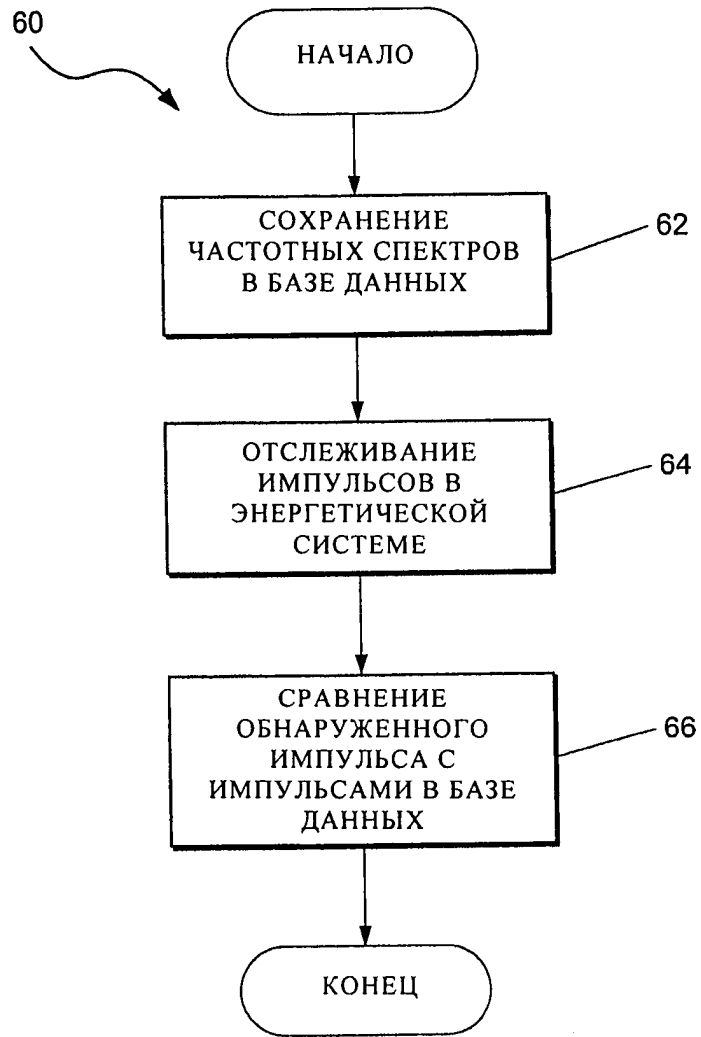
45



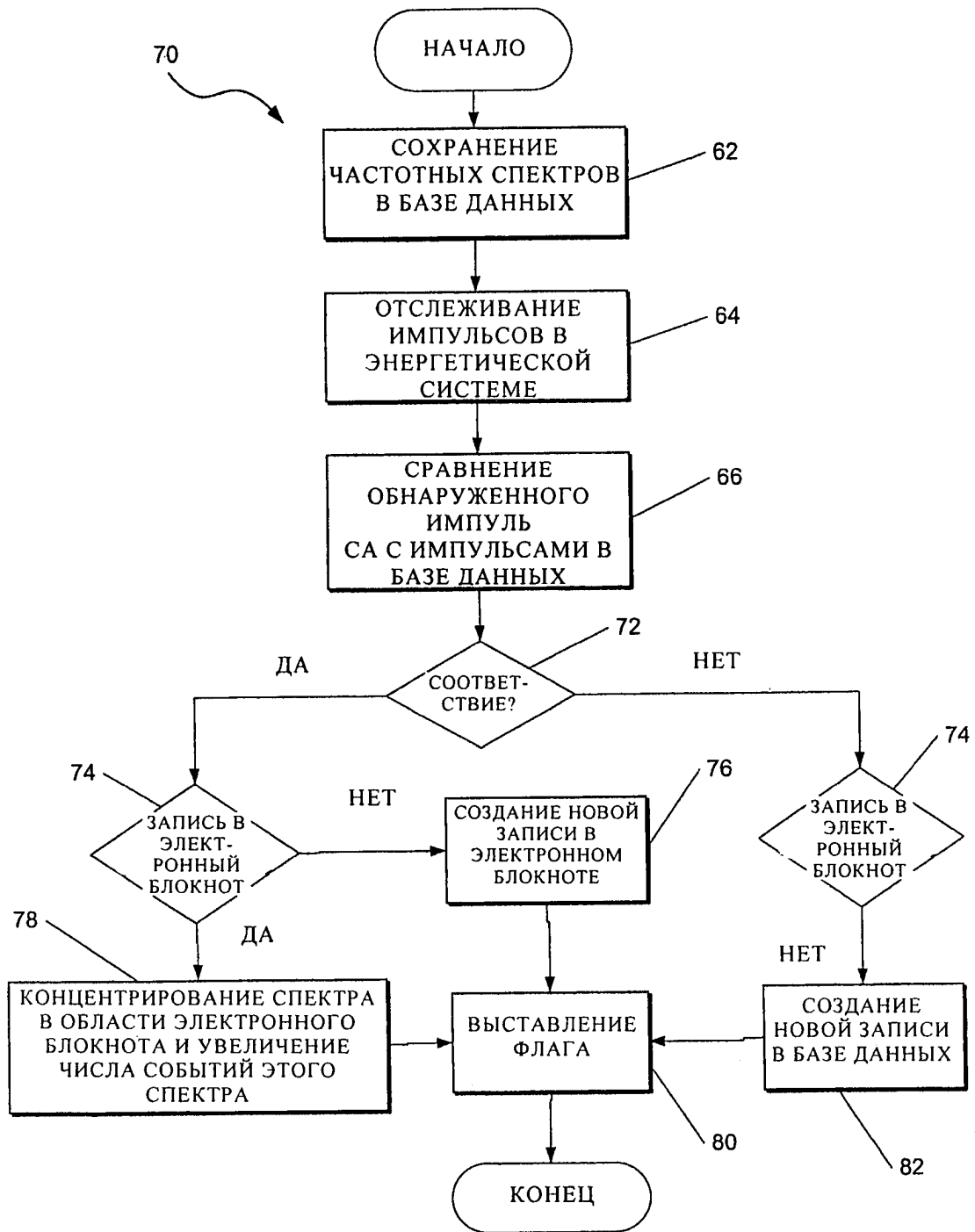
ФИГ. 2



ФИГ. 3

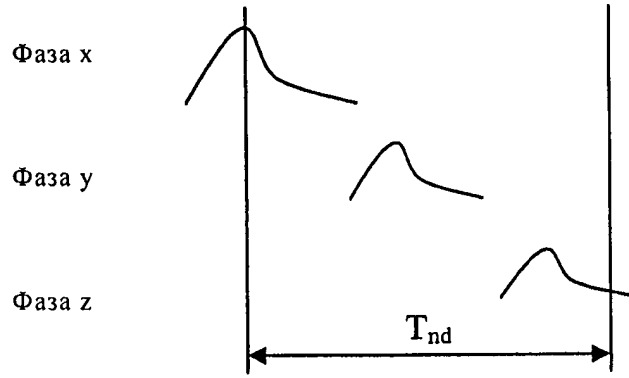


ФИГ. 4

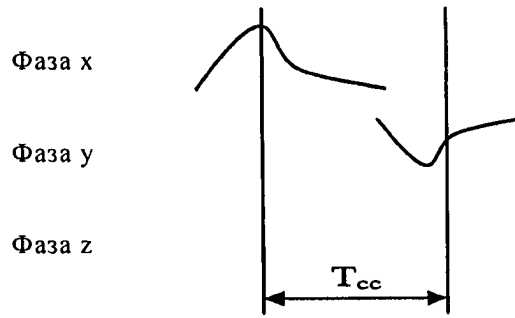


ФИГ. 5

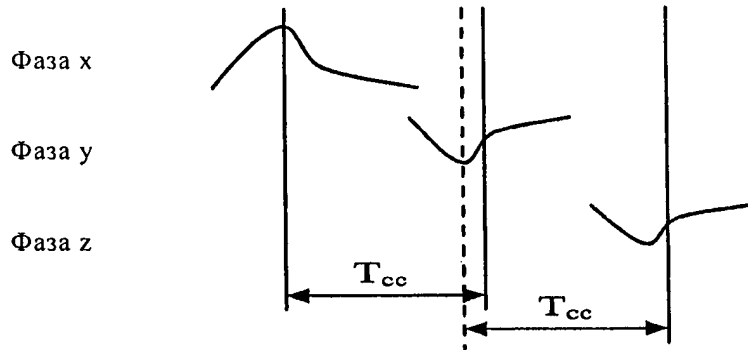
Временной интервал T_{nd} : 225 ± 25 нсек



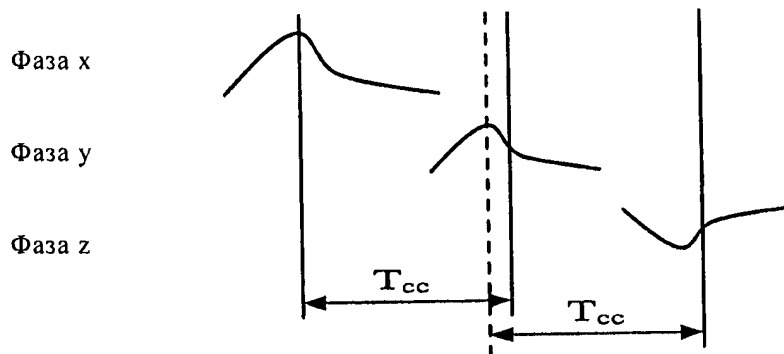
ФИГ. 6



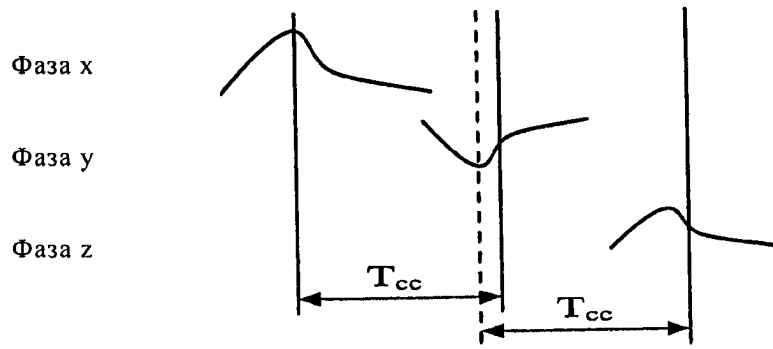
ФИГ. 7



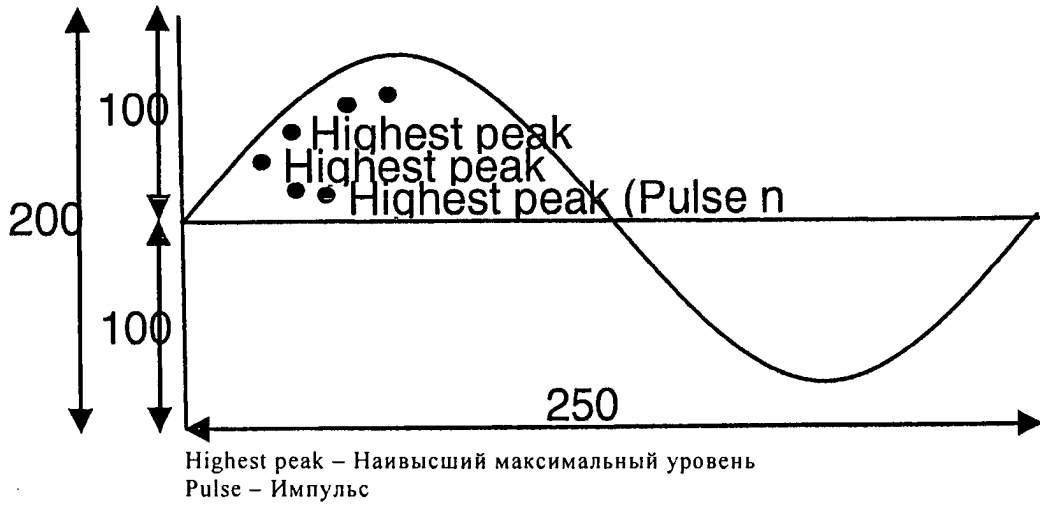
ФИГ. 8



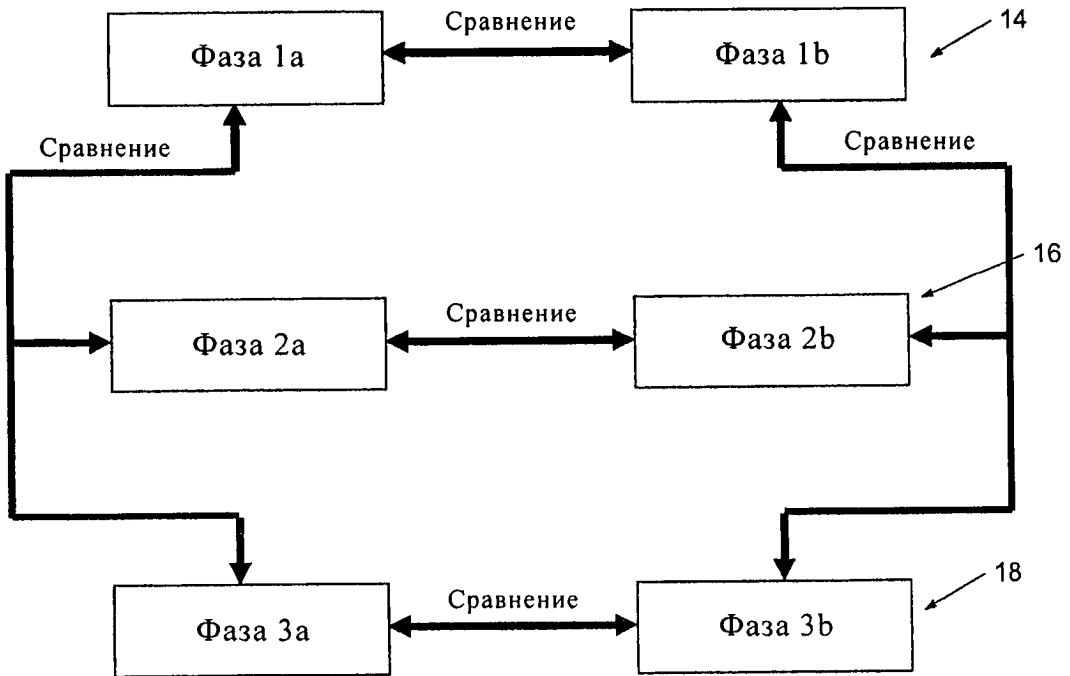
ФИГ. 9



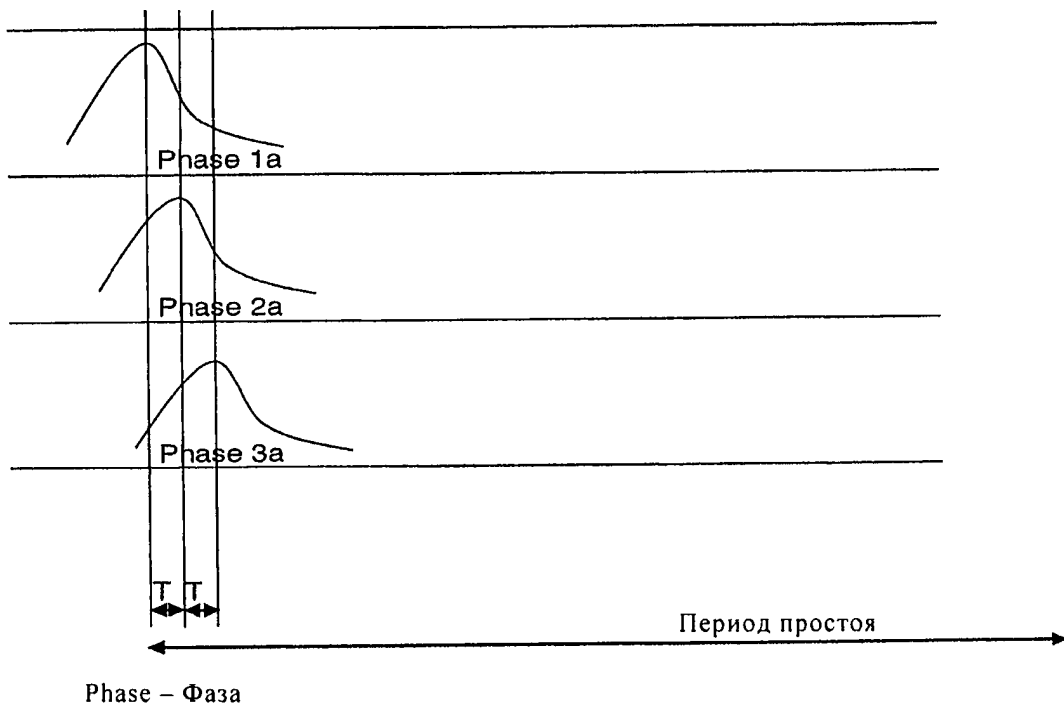
ФИГ. 10



ФИГ. 11



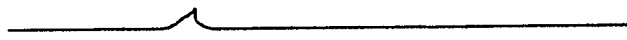
ФИГ. 12



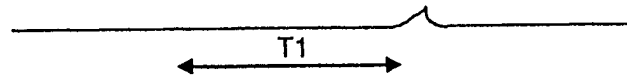
ФИГ. 13

Импульс, генерированный в боковой фазе 1a

Импульс в фазе 1a



Импульс в фазе 1b

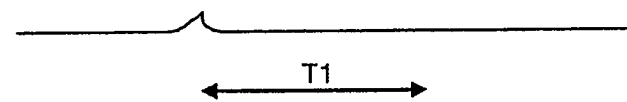


Импульс, генерированный в боковой фазе 1b

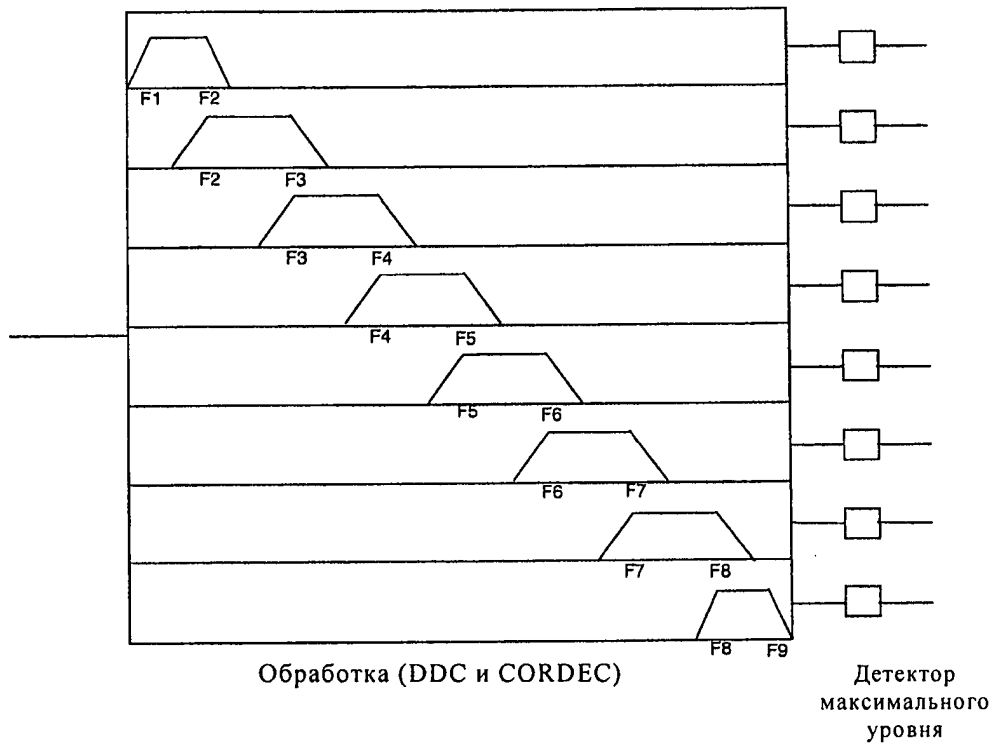
Импульс в фазе 1a



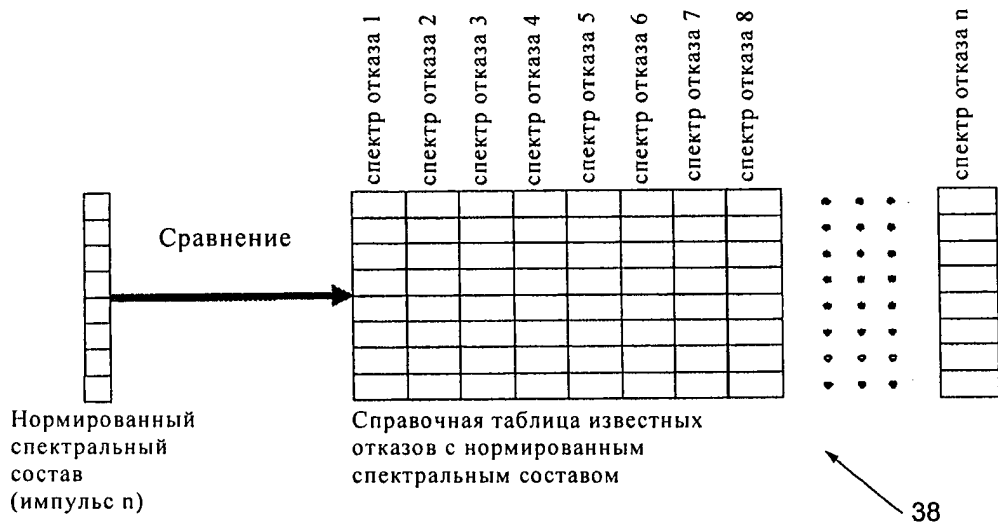
Импульс в фазе 1b



ФИГ. 14

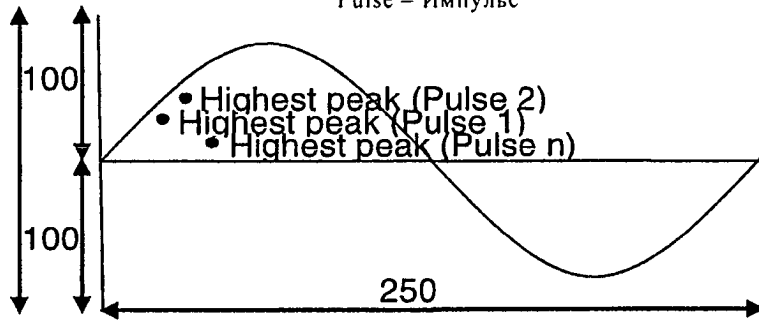




ФИГ. 15





ФИГ. 16

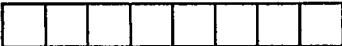
Highest peak – Наивысший максимальный уровень
 Pulse – Импульс





 Счет импульсов Нормированный частотный спектр (спектр отказа)

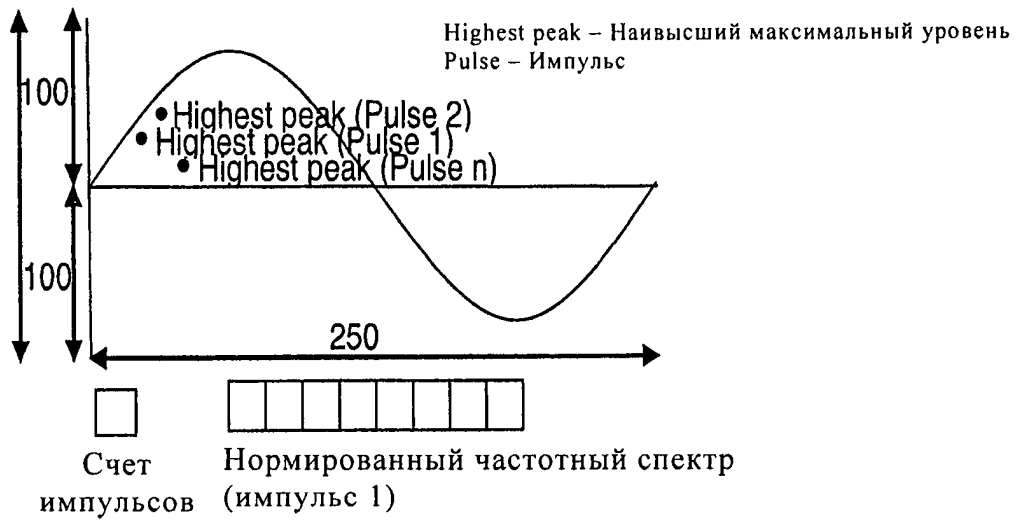
+

 Нормированный частотный спектр (импульс 1)

+

 Нормированный частотный спектр (импульс 2)

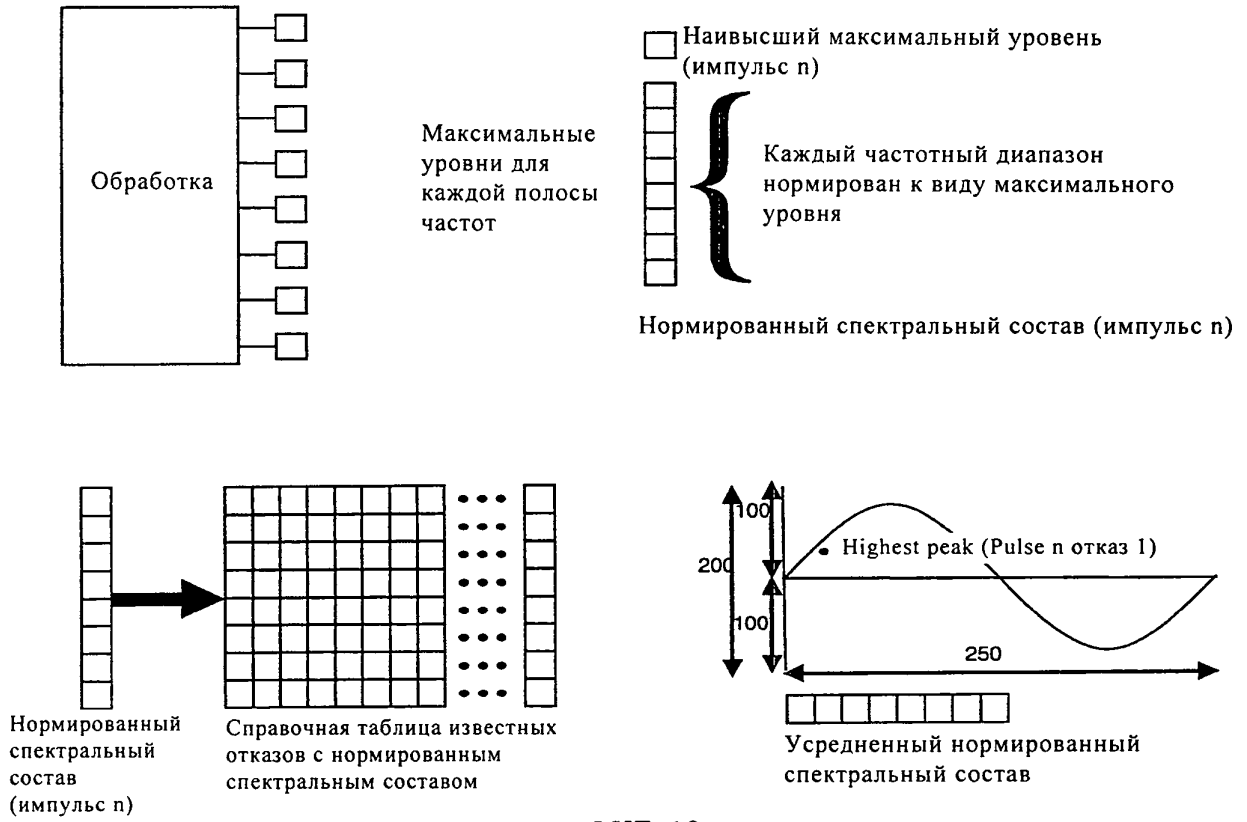
+
 .
 .
 +

 Нормированный частотный спектр (импульс n)

÷
 .
 Счет импульсов + 1

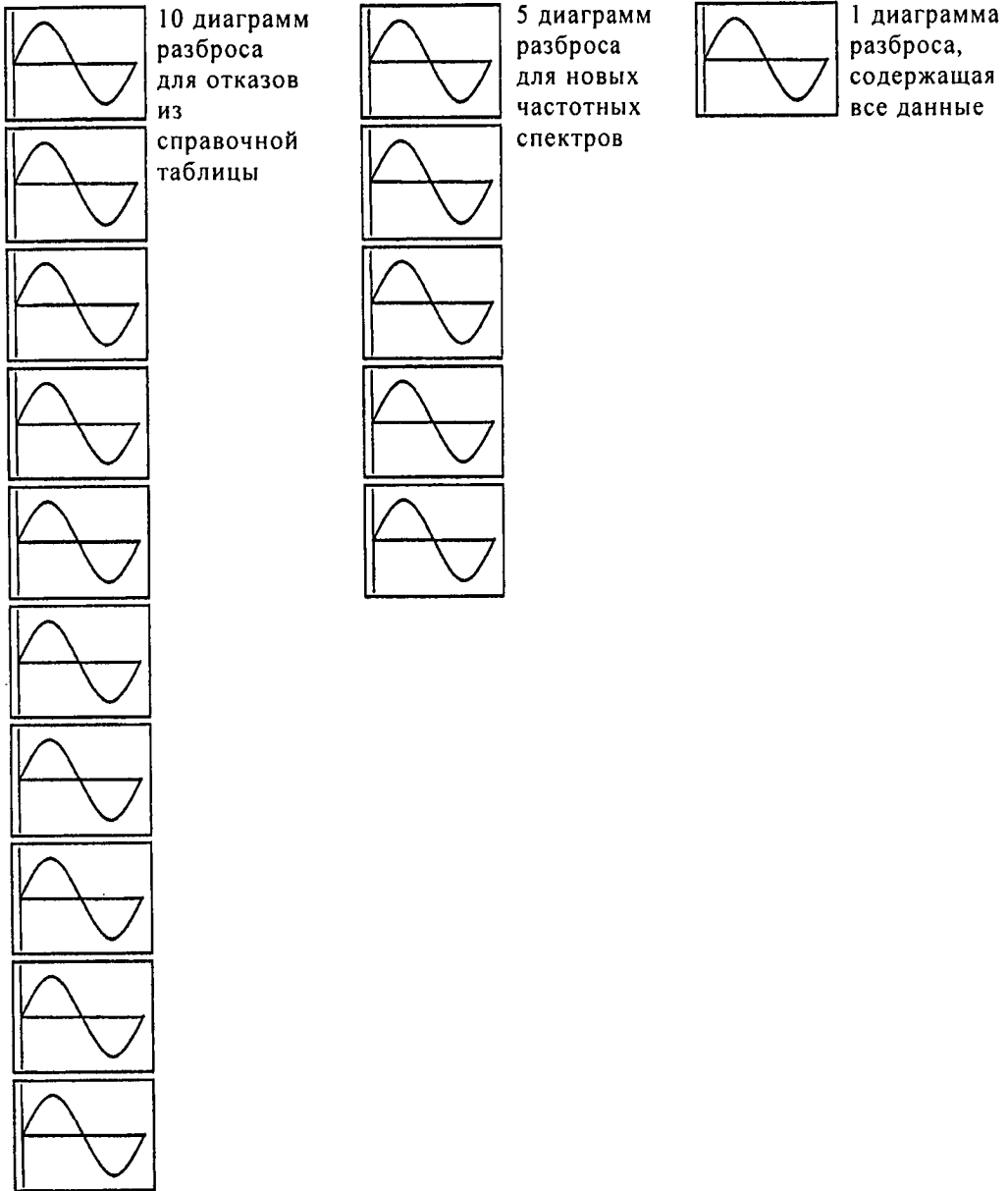
ФИГ. 17



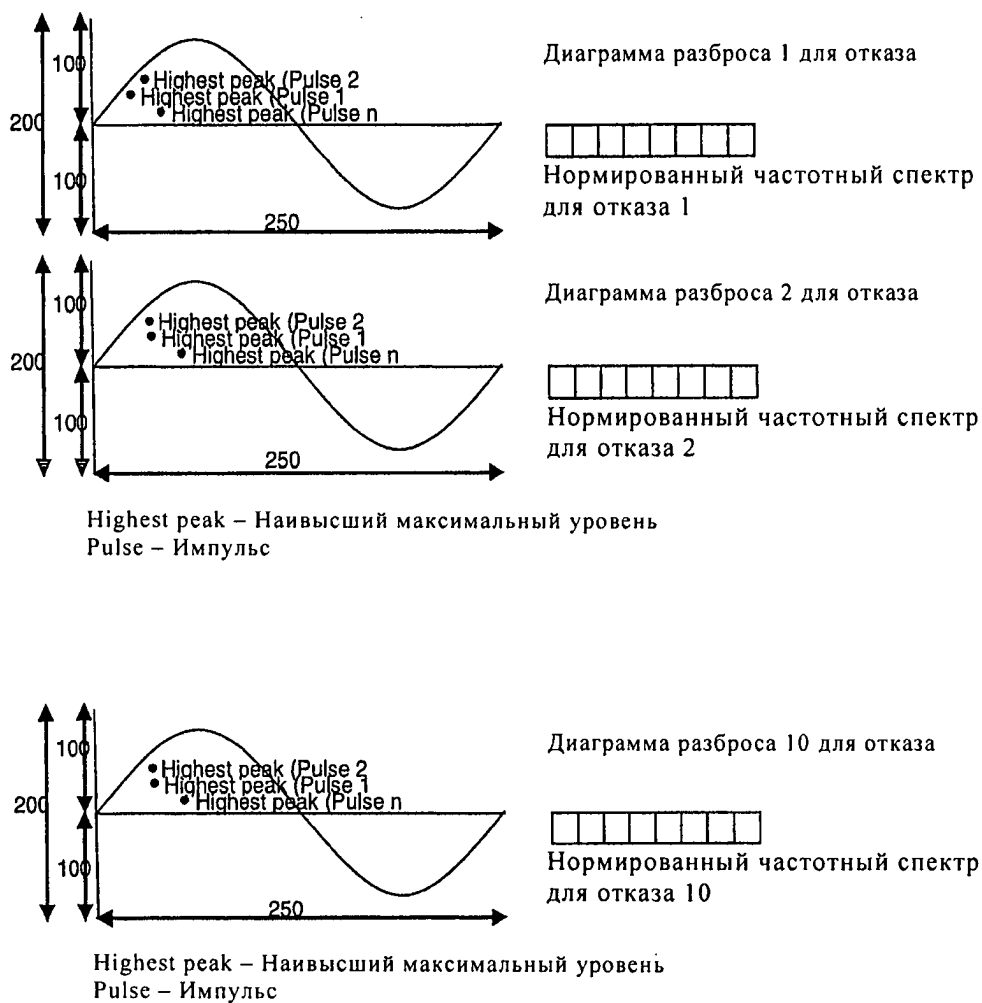
ФИГ. 18



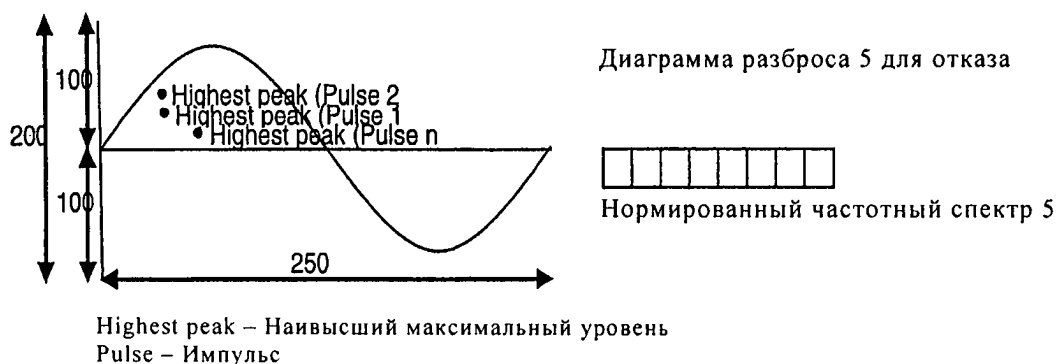
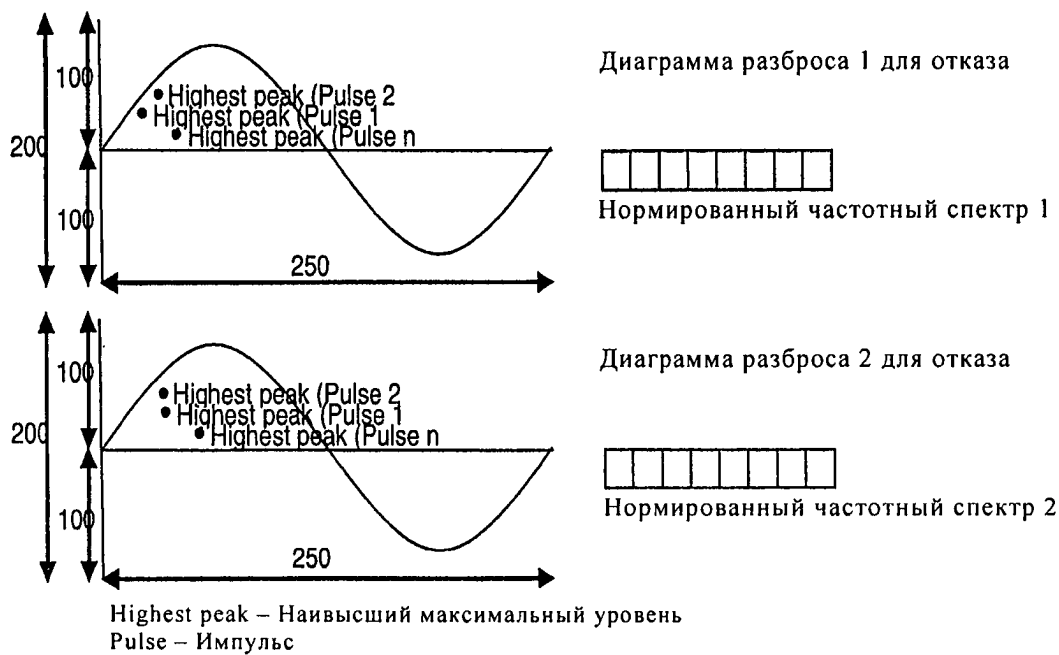
ФИГ. 19



ФИГ. 20



ФИГ. 21



ФИГ. 22