



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 890331

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 16.04.80 (21) 2911945/18-25

с присоединением заявки № -

(51) М. Кл.³

G 01 V 3/08

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.12.81, Бюллетень № 46

(53) УДК 550.857
(088.8)

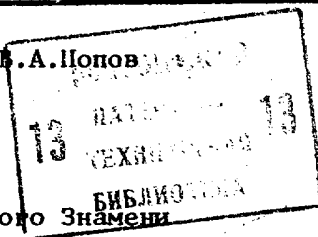
Дата опубликования описания 15.12.81

(72) Авторы
изобретения

Ю.В.Аладинский, Л.З.Бобровников, Б.А.Цопов
и В.В.Сушкевич

(71) Заявитель

Московский ордена Трудового Красного Знамени
геологоразведочный институт им.Серго Орджоникидзе



(54) ЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНАЯ АППАРАТУРА

1

Изобретение относится к технической физике и может быть использовано при геоэлектроразведочных работах методом вызванной поляризации (ВП).

Известны комплекты электроразведочной аппаратуры, состоящие из генераторной установки, содержащей задающий генератор, делитель частоты, формирователь импульсов, инвертор, источник тока, передающую радиостанцию, и измерительной лаборатории, содержащей датчик сигналов, избирательный усилитель, компаратор, приемную радиостанцию и измеритель временных интервалов [1].

Недостатком этой аппаратуры является то, что она требует периодического сближения генераторной установки и измерительной лаборатории для измерения фазовых сдвигов составляющих питающего тока.

Известна также электроразведочная аппаратура для работ по методу

2

вызванной поляризации с гармоническими токами, состоящая из генераторной установки, содержащей последовательно соединенные задающий генератор, делитель частоты, формирователь импульсов, инвертор, в выходную цепь которого включен согласующий резистор, который через блок гальванической разведки соединен с одним из выходов переключателя рода работы, второй вход которого соединен с делителем частоты, а первый выход - с входом двухканального избирательного усилителя, два выхода которого соединены с входами двух компараторов, и передающую радиостанцию с модулятором, причем два других входа переключателя рода работы соединены с выходами компараторов, а второй выход - с модулятором передающей радиостанции, и измерительной лаборатории, содержащей датчик сигналов, соединенный с входом двухканального избирательного усилителя, два компа-

5

10

15

20

ратора, входы которых соединены с двумя выходами двухканального избирательного усилителя, измеритель временных интервалов, приемную радиостанцию и переключатель рода работы, причем три входа переключателя рода работы соединены с выходами двух компараторов и приемной радиостанции, а два выхода - с основными информационными входами измерителя временных интервалов [2].

Недостатком данного устройства является низкая точность определения параметра вызванной поляризации, обусловленная тем, что для определения параметра ВП в ней проводится пять циклов измерений: в первом цикле измеряется время запаздывания принимаемых из земли сигналов двух частот, во втором цикле к двухканальному избирательному усилителю генераторной установки подключается выход согласующего резистора, а в измерительной установке измеряется фазовый сдвиг принятого из земли сигнала первой частоты относительно первого опорного сигнала, в третьем цикле в измерительной установке измеряется фазовый сдвиг принятого из земли сигнала второй частоты относительно первого опорного сигнала, в четвертом и пятом циклах вход избирательного усилителя генераторной установки подключается к делителю частоты и в измерительной установке измеряется фазовый сдвиг принятых из земли сигналов первой и второй частоты относительно второго опорного сигнала. При этом в каждом цикле измеряются фазовые сдвиги относительно принимаемых из земли сигналов, которые в значительной степени осложнены помехами. В результате этого при обработке результатов измерений погрешность определения параметра ВП увеличивается более чем в 5 раз по сравнению с погрешностью единичного измерения.

Цель изобретения - повышение точности определения параметра вызванной поляризации.

Для достижения этой цели в электроразведочную аппаратуру, состоящую из электроразведочного генератора, содержащего последовательно соединенные задающий генератор, делитель частоты, формирователь импульсов и инвертор, а также источник тока, соединенный с инвертором, согласующий

резистор, включенный в выходную цепь инвертора и соединенный через блок гальванической развязки с одним из входов переключателя рода работы, второй вход которого подключен к выходу делителя частоты, двухканальный избирательный усилитель, вход которого соединен с выходом переключателя рода работы, а два выхода соединены с входами двух компараторов, передающую радиостанцию с модулятором и измерительной лабораторией, содержащей датчик сигналов, выход которого соединен с входом двухканального избирательного усилителя, два компаратора, входы которых подключены к двум выходам двухканального избирательного усилителя, измеритель временных интервалов, приемную радиостанцию и переключатель рода работы, соединенный с измерителем временных интервалов, в генераторную установку введен формирователь временных интервалов, два входа которого соединены с выходами компараторов, а выход - с модулятором передающей радиостанции, в измерительной лаборатории основные информационные входы соединены непосредственно с выходами компараторов, вспомогательный информационный вход соединен с выходом приемной радиостанции, а входы блокировки - с выходами переключателя рода работы.

На фиг. 1 представлена структурная схема устройства; на фиг. 2 и 3 - варианты конструктивного выполнения измерителя временных интервалов в устройстве.

Электроразведочная аппаратура (фиг. 1) состоит из электроразведочного генератора, содержащего последовательно соединенные задающий генератор 1, делитель 2 частоты, формирователь 3 импульсов, инвертор 4, а также источник 5 тока, соединенный с инвертором, согласующий резистор 6, включенный в выходную цепь инвертора и соединенный через блок 7 гальванической развязки с одним из входов переключателя 8 рода работы, второй вход которого подключен к выходу делителя частоты, двухканальный избирательный усилитель 9, вход которого соединен с выходом переключателя 8 рода работы, а два выхода соединены с входами двух компараторов 10 и 11, формирователь 12 временных интервалов, два входа которого соединены с выходами компа-

раторов, а выход подключен к модулятору передающей радиостанции 13. На фиг.2 изображен измеритель, содержащий последовательно соединенные датчик 14 сигналов, двухканальный избирательный усилитель 15, выходы которого через два компаратора 16 и 17 соединены с двумя основными информационными входами измерителя 18 временных интервалов, приемную радиостанцию 19, соединенную со вспомогательным информационным входом измерителя временных интервалов, и переключатель 20 рода работы, выходы которого соединены со входами блокировки измерителя временных интервалов.

Измеритель 18 временных интервалов (см.фиг.3) целесообразно выполнить в виде триггера 21, входы С и R которого (линии а и б) являются основными информационными входами измерителя двух трехходовых элементов И 22 и 23, входы которых соединены с выходом триггера, генератора 24 высокой частоты, элемента ИЛИ 25, два входа которого соединены с выходами элементов И 22 и 23, а выход подключен к входу счетчика 26 результатов измерений. Входы элементов И, соединенные с выходами переключателя 20 рода работы, являются входами блокировки измерителя 18 и выходом приемной радиостанции 19 (линия в является вспомогательным информационным входом измерителя 18).

Устройство работает следующим образом.

Задающий генератор 1, частота которого может быть стабилизирована кварцевым резонатором, например с частотой 10 кГц, вырабатывает колебания, частота которых делится в заданное число раз делителем 2 частоты. Делитель 2 частоты обычно выполняют в виде линейки триггеров, с выходов которых через переключатель (не показан) снимают колебания прямоугольной формы рабочей частоты. Эти сигналы поступают на формирователь 3 импульсов, который вырабатывает импульсы запуска, следующие с рабочей частотой (доли-единицы герц) и предназначенные для управления работой инвертора 4. Инвертор 4 обычно выполняют по схеме мостового тиристорного инвертора, в одну диагональ которого включают источник 5 постоянного тока (например генератор постоянного тока, вращаемый

двигателем автомашины), а в другую диагональ через согласующий резистор 6 - нагрузку (например заземленную питающую линию длиной до 2-4 км, незаземленную петлю), подключаемую к выходной цепи АВ инвертора 4. Под действием импульсов запуска поступающих от формирователя 3 импульсов, инвертор 4 периодически изменяет полярность выходного напряжения в цепи АВ, поэтому в нагрузке протекает переменный ток, форма которого имеет вид почти прямоугольных разнополярных импульсов, в спектре которого содержатся гармонические составляющие множества частот, из которых две рабочие составляющие (например с частотой 0,61 и 1,83 Гц) имеют максимальную амплитуду.

Так как сопротивление нагрузки является комплексным, то в общем случае составляющие тока двух рабочих частот ω_1 и ω_2 сдвинуты относительно момента переключения полярности тока в инверторе 4 на некоторые временные интервалы t_1 и t_2 . В этом случае выражение для токов двух частот, пропускаемых через нагрузку (заземленную линию), может быть представлено в виде

$$J = J_1 \sin \omega_1(t+t_1) + J_2 \sin \omega_2(t+t_2), \quad (1)$$

где J_1 и J_2 - амплитуды токов соответствующих частот;
 t - текущее время.

Сигнал, пропорциональный току (1), снимается с согласующего резистора 6 и через блок 7 гальванической развязки и переключатель 8 рода работ в первом положении поступает на вход двухканального избирательного усилителя 9. Блок 7 гальванической развязки представляет собой либо оптрон, либо трансформатор постоянного тока, которые без искажений передают на выход форму входного сигнала. С помощью двухканального избирательного усилителя 9, один из каналов которого настроен на частоту ω_1 , а другой на частоту ω_2 , из суммарного входного сигнала выделяются составляющие первой и второй частот. С помощью компараторов 10 и 11 синусоидальные сигналы преобразуются в импульсы, которые следуют в моменты перехода синусоидальных сигналов через нулевое значение. Эти импульсы поступают на два входа формирователя 12 временных интервалов, в качестве которого может использоваться триггер,

к счетному входу которого подключен выход низкочастотного компаратора 10, а к входу "Установка нуля" - выход высокочастотного компаратора 11. На выходе формирователя 12 формируется импульс, начало которого совпадает с моментом перехода через нуль синусоидального сигнала с частотой ω_1 , а конец - с ближайшим к нему моментом перехода через нуль синусоидального сигнала с частотой ω_2 . Длительность этого импульса равна

$$\Delta t_1 = t_2 - t_1 + \Delta t',$$

где $\Delta t'$ - взаимный временной сдвиг сигналов двух частот в канале избирательного усилителя 9 и компараторов 10 и 11.

Во втором положении переключателя 8 рода работы ко входу двухканального избирательного усилителя 9 подключается выход делителя 2 частоты. При этом с выхода делителя 2 поступает сигнал строго прямоугольной формы, в котором временной сдвиг рабочих частот равен нулю. В данном случае на выходе формирователя 12 временных интервалов формируется импульс, длительность которого равна

$$\Delta t_2 = \Delta t' \quad (2)$$

Импульсы (2) и (3) с выхода формирователя 12 поочередно поступают на вход модулятора передающей радиостанции 13 и излучаются в эфир.

В точке измерений сигнал из земли принимается с помощью датчика 14 сигналов (заземленной приемной линии, индукционного преобразователя, магнитометра и подается на вход двухканального избирательного усилителя 15, каждый канал которого настроен на те же частоты, что и усилитель 9. На входе усилителя 15 имеется принятый из земли суммарный двухчастотный сигнал

$$U = U_1 \sin \omega_1 (t + t_1 + t_n + t_{\theta n_1}) + U_2 \sin \omega_2 (t + t_2 + t_n + t_{\theta n_2}) \quad (4)$$

где U_1, U_2 - амплитуды сигналов;
 t_n - время запаздывания сигналов в земле, обусловленное индукционными эффектами, в области малых параметров электромагнитного поля это время не зависит от частоты сигнала;

$t_{\theta n_{1,2}}$ - время запаздывания сигналов первой и второй частот соответственно, обусловленное вызванной поляризацией среды; при малой разнице рабочих частот (отношение частот не более 5:10) это время изменяется обратно пропорционально частоте сигнала.

В двухканальном избирательном усилителе 15 выделяются синусоидальные составляющие двух частот сигнала (4). Затем синусоидальные сигналы с помощью компараторов 16 и 17 преобразуются в импульсы, следующие в моменты перехода через нуль синусоидальных сигналов. Из этих импульсов на входе измерителя 18 временных интервалов формируется импульс, начало которого совпадает с моментом перехода через нуль синусоидального сигнала низкой частоты, а конец совпадает с ближайшим к нему переходом через нуль синусоидального сигнала второй, более высокой частоты. Длительность этого импульса равна

$$\Delta t_3 = t_2 - t_1 + t_{\theta n_2} - t_{\theta n_1} \quad (5)$$

и измеряется с помощью измерителя 18 временных интервалов при первом положении переключателя 20 рода работ. В этом положении переключатель 20 разрешает прохождение сигналов с основных информационных входов измерителя 18, к которым подключены компараторы 16 и 17, и блокирует прохождение сигналов с выхода приемной радиостанции 19.

Во втором положении переключателя 20 рода работы блокируется прохождение сигналов с основных информационных входов измерителя 18 и разрешается прохождение для измерения сигналов с вспомогательного информационного входа, к которому подключен выход приемной радиостанции 19. В зависимости от положения переключателя 8 рода работы в генераторной установке на выходе приемной радиостанции 19 получают импульс, длительность которого определяется либо выражением (2), либо выражением (3). Эти импульсы поочередно поступают на вход измерителя 18 временных интервалов, с помощью которых и измеряется их длительность.

Затем определяется величина параметра ВП

$$\Delta t_{\text{ВП}} = \Delta t_3 - \Delta t_2 - \Delta t_1 = t_{\text{ВП}2} - t_{\text{ВП}1} = t_{\text{ВП}1} \left(\frac{1}{n} - 1 \right), \quad (6)$$

где n - соотношение частот.

Таким образом с помощью устройства определяется параметр ВП. При необходимости контроля собственных фазовых сдвигов в измерительном тракте процесс измерений дополняется, как и в известном устройстве, градуировочным циклон, когда на вход усилителя 15 подается сигнал от калибратора (не показан). Связь между операторами генераторной установки измерительной лаборатории поддерживается с помощью радиостанций 13 и 18.

Измеритель 18 временных интервалов целесообразно выполнять по схеме, изображенной на фиг.3. В этом случае выходы компаратора 16 и 17 по линиям а и б соединяются со счетным входом и входом "Установка нуля" триггера 21. При этом на выходе триггера 21 формируются импульсы, начало которого соответствует моменту перехода через нуль синусоидального сигнала более низкой частоты, а конечному к нему моменту перехода через нуль в том же направлении (от отрицательных к положительным или наоборот) синусоидального сигнала второй, более высокой частоты. Этот импульс поступает на первый вход трехвходового элемента И 22. На второй вход этого элемента поступают импульсы высокой образцовой частоты от генератора 24 высокой частоты, а третий вход элементов И 22 и 23 является блокировочным. В первом положении переключатель 20 соединяет с общей шиной устройства вход элемента И 23. При этом импульс с выхода триггера 21 в элементе И 22 заполняется образцовыми импульсами высокой частоты, вырабатываемыми генератором 24. Эти импульсы через элемент ИЛИ 25 поступают на счетчик 26 результата измерений, по которому и отсчитывается длительность этого импульса. С целью повышения точности может быть использован метод накоплений. Вспомогательные элементы, обеспечивающие этот режим, не показаны). Во втором положении переключатель 20 соединяет с общей шиной устройства вход элемента И 22. В этом случае импульсы с выхода радиостанции 19,

пройдя через элемент И 23 и элемент ИЛИ 25, подсчитываются с помощью счетчика 26 результатов измерений.

Формула изобретения

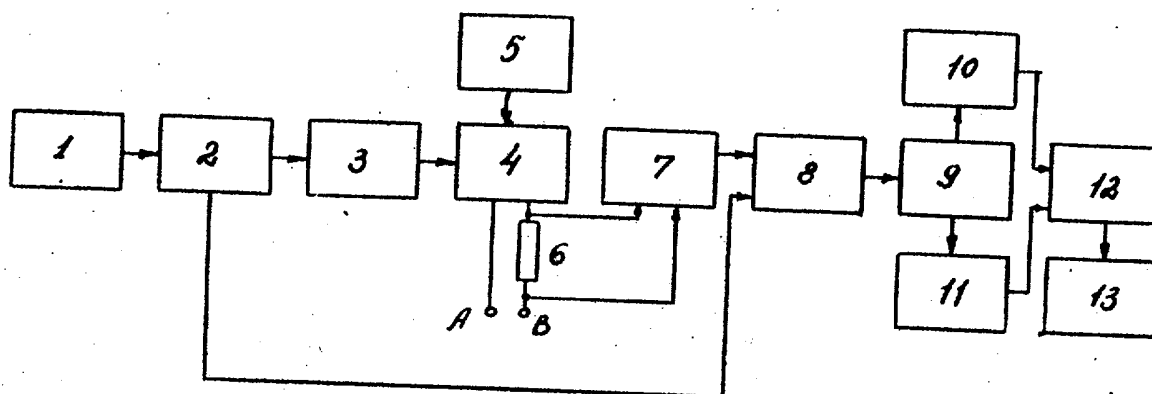
Электроразведочная аппаратура, состоящая из электроразведочного генератора, содержащего последовательно соединенные задающий генератор, делитель частоты, формирователь импульсов и инвертор, а также источник тока, соединенный с инвертором, согласующий резистор, включенный в выходную цепь инвертора и соединенный через блок гальванической развязки с одним из входов переключателя рода работы, второй вход которого подключен к выходу делителя частоты, двухканальный избирательный усилитель, вход которого соединен с выходом переключателя рода работы, а два выхода соединены с входами двух компараторов, передающую радиостанцию с модулятором, и измеритель, содержащий датчик сигналов, выход которого соединен с входом двухканального избирательного усилителя, два компаратора, входы которых подключены к двум выходам двухканального избирательного усилителя, измеритель временных интервалов, приемную радиостанцию и переключатель рода работы, соединенный с измерителем временных интервалов, отличающаяся тем, что, с целью повышения точности определения параметра вызванной поляризации, в электроразведочный генератор введен формирователь временных интервалов, два входа которого соединены с выходами компараторов, а выход - с модулятором передающей радиостанции, в измерителе основные информационные входы соединены непосредственно с выходами компараторов, вспомогательный информационный вход соединен с выходом приемной радиостанции, а входы блокировки - с выходами переключателя рода работы.

Источники информации,

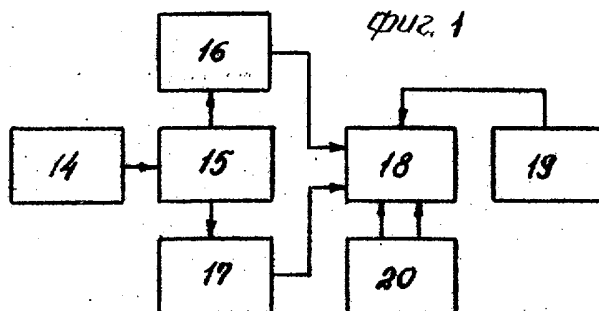
принятые во внимание при экспертизе

1. Аладинский Ю.В. и др. "Известия ВУЗов. Геология и разведка", 1968, № 6, с. 155-157.

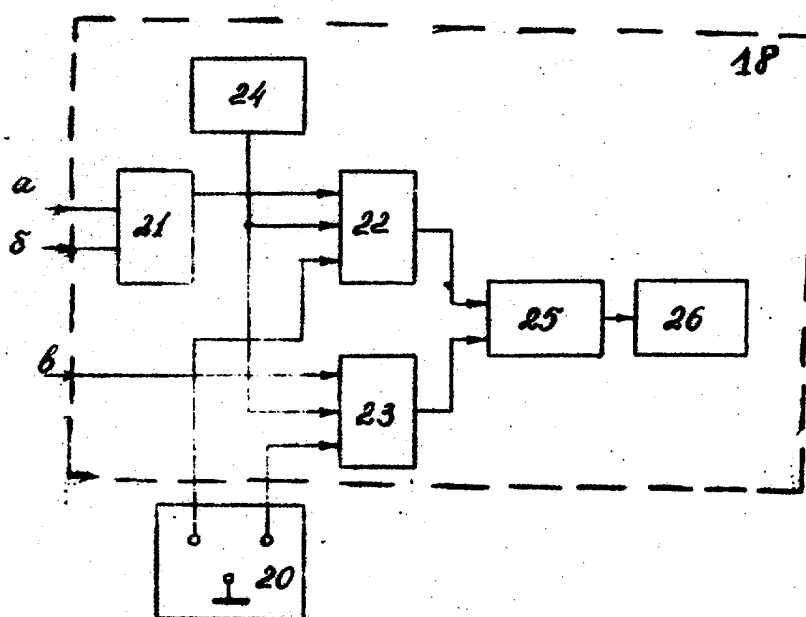
2. Авторское свидетельство СССР № 716102, кл. G 01 V 3/02, 1980 (прототип).



Фиг. 1



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Составитель В.Зверев
 Редактор Ю.Петрушко Техред Л.Пекарь Корректор Г.Назарова

Заказ 10985/75 Тираж 735 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4