

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8465

(13) U

(46) 2012.08.30

(51) МПК

G 01R 19/00 (2006.01)

(54)

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ

(21) Номер заявки: u 20120098

(22) 2012.02.02

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Гомельский государственный техни-  
ческий университет имени П.О.Су-  
хого" (ВУ)

(72) Авторы: Козусев Юрий Андреевич;  
Крышнев Юрий Викторович; Михале-  
вич Денис Павлович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Гомельский государственный  
технический университет имени П.О.Су-  
хого" (ВУ)

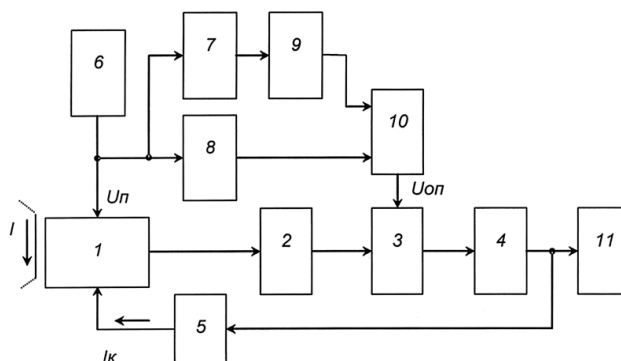
(57)

Устройство для бесконтактного измерения постоянных токов, содержащее феррозонд, измерительный усилитель, выход которого подключен к первому входу фазового детектора, выход фазового детектора через последовательно соединенные фильтр нижних частот и преобразователь напряжение-ток подключен к компенсационной обмотке феррозонда, и блок генератора, отличающееся тем, что содержит интегратор, первый и второй нуль-органы, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ и аналого-цифровой преобразователь, выход блока генератора соединен со входом питания феррозонда и входами интегратора и первого нуль-органа, выход интегратора соединен со входом второго нуль-органа, выходы нуль-органов соединены со входами элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, выход которого соединен со вторым входом фазового детектора, а вход аналого-цифрового преобразователя соединен с выходом фильтра нижних частот.

(56)

1. Описание изобретения к патенту РФ 2379673 С1, МПК G 01N 27/72 // Бюл. № 2. - Оpubл. 20.01. 2010.

2. Разин Г.И. Бесконтактное измерение электрических токов. - М.: Атомиздат, 1974. - С. 156, ил., С. 69-71.



Полезная модель относится к электроизмерительной технике, а именно к устройствам для бесконтактного измерения постоянных и инфранизкочастотных переменных токов, и может быть использована в системах автоматизации и контроля на железнодорожном и городском электротранспорте, а также в нефтяной и газовой промышленности для контроля эффективности электрохимической защиты от коррозии подземного трубопровода.

Известно устройство бесконтактного измерения тока катодной защиты [1], содержащее феррозонд с компенсационными обмотками, измерительный усилитель, избирательные усилители, фазовый детектор, фильтры низких частот, преобразователи напряжение-ток, аналого-цифровой преобразователь, контроллер, генератор, устройство вывода, устройство формирования временных интервалов, индикатор, клавиатуру, цифро-аналоговый преобразователь и управляемый переключатель.

Полезная составляющая выходного сигнала феррозонда представлена в виде второй гармоники питающего напряжения. Чувствительность, точность и помехозащищенность устройства зависят от точности настройки избирательных усилителей на вторую гармонику. Отсутствие синхронизации между частотой генератора и частотами резонанса избирательных усилителей не позволяют получить высокие метрологические характеристики устройства.

Наиболее близким к заявленному техническому решению является устройство [2] для бесконтактного измерения постоянных токов, содержащее феррозонд на двух кольцевых замкнутых сердечниках с выходной обмоткой, соединенной через первый избирательный усилитель со входом измерительного усилителя, выход которого подключен к первому входу фазового детектора, выход фазового детектора через последовательно соединенные фильтр нижних частот и преобразователь напряжение-ток в виде резистора подключен к компенсационной обмотке феррозонда, и генератор, первый выход которого через второй избирательный усилитель подключен к обмоткам питания феррозонда, а второй выход генератора подключен ко второму входу фазового детектора. Отсчетное устройство в виде стрелочного миллиамперметра подключено к выходу фильтра нижних частот.

Отклонение частоты настройки первого избирательного усилителя от частоты второй гармоники приводит к изменению его коэффициента передачи и к появлению дополнительного фазового сдвига между измеряемым сигналом и опорным напряжением фазового детектора.

Отклонение частоты настройки второго избирательного усилителя от частоты первой гармоники генератора также приводит к появлению дополнительного фазового сдвига и проникновению четных гармоник через обмотки питания феррозонда на его выход. Эти гармоники усиливаются первым избирательным усилителем и вносят погрешность измерения.

Фазовые сдвиги, вносимые избирательными усилителями, резко снижают избирательные свойства настраиваемого на четные гармоники фазового детектора.

Задачей полезной модели является повышение точности измерения путем уменьшения влияния нестабильности частоты первой гармоники напряжения генератора на точность преобразования.

Поставленная задача решается тем, что в устройство для бесконтактного измерения постоянных токов, содержащее феррозонд, измерительный усилитель, выход которого подключен к первому входу фазового детектора, выход фазового детектора через последовательно соединенные фильтр нижних частот и преобразователь напряжение-ток подключен к компенсационной обмотке феррозонда, и блок генератора, введены интегратор, первый и второй нуль-органы, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ и аналого-цифровой преобразователь, выход блока генератора соединен со входом питания феррозонда и входами интегратора и первого нуль-органа, выход интегратора соединен со входом второго нуль-органа, выходы нуль-органов соединены со входами элемента ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, выход которого соединен со вторым входом фазового детектора, а вход аналого-цифрового преобразователя соединен с выходом фильтра нижних частот.

## BY 8465 U 2012.08.30

На фигуре представлена функциональная схема заявленного устройства для бесконтактного измерения постоянных токов.

Устройство содержит феррозонд 1, измерительный усилитель 2, фазовый детектор 3, последовательно соединенные фильтр нижних частот 4 и преобразователь напряжение-ток 5, блок генератора 6, интегратор 7, первый 8 и второй 9 нуль-органы, элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 10 и аналого-цифровой преобразователь 11.

Выходной полезный сигнал дифференциального четногогармонического феррозонда 1 - четные гармоники, амплитуды которых пропорциональны измеряемой величине.

Блок генератора 6 может содержать полосовые фильтры и избирательные усилители для уменьшения коэффициента гармоник питающего феррозонд напряжения  $U_{\Pi}$ .

Фазовый детектор 3 может быть выполнен на основе фазочувствительного выпрямителя, синхронного детектора или аналогового перемножителя напряжений.

Устройство для бесконтактного измерения постоянных токов работает следующим образом.

Феррозонд 1 питается синусоидальным напряжением  $U_{\Pi}$ , вырабатываемым блоком генератора 6. Частота первой гармоники  $U_{\Pi}$  может составлять, например,  $f_1 = 1$  кГц.

Выходной сигнал феррозонда 1 усиливается измерительным усилителем 2 и подается на первый вход фазового детектора 3.

Интегратор 7 формирует из напряжения питания  $U_{\Pi}$  сдвинутое на четверть периода напряжение частотой  $f_1$ .

Первый 8 и второй 9 нуль-органы формируют сдвинутые относительно друг друга на четверть периода импульсные последовательности со скважностью два. Элемент ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ 10 под действием этих последовательностей четыре раза за период меняет свое состояние. Таким образом, на его выходе формируется опорное напряжение  $U_{\text{ОП}}$  для фазового детектора 3 с частотой второй гармоники  $f_2 = 2 f_1$ .

Фазовый детектор 3 выделяет полезный сигнал путем выпрямления четных гармоник и подавляет нечетные, в основном первую и третью гармоники.

Выпрямленное детектором 3 и отфильтрованное фильтром нижних частот 4 напряжение преобразуется в компенсационный ток  $I_{\text{к}}$  блоком 5. Нагрузкой преобразователя напряжение-ток 5 является компенсационная обмотка феррозонда 1.

Выходное напряжение фильтра нижних частот 4 и ток преобразователя напряжение-ток 5 пропорциональны измеряемому току  $I$ . Результат измерения оцифровывается и индицируется с помощью аналого-цифрового преобразователя 11.

Изменение частоты и фазы напряжения блока генератора 6 вследствие температурного и временного дрейфа его элементов не приводит к разбалансу по частоте между второй гармоникой и опорным напряжением, так как опорное напряжение фазового детектора 3  $U_{\text{ОП}}$  формируется непосредственно из напряжения питания феррозонда 1.

Цепь формирования  $U_{\text{ОП}}$  содержит интегратор 7, обеспечивающий сдвиг первой гармоники на четверть периода.

Изменение постоянной времени интегрирования интегратора 7 приводит к изменению амплитуды напряжения на выходе интегратора, но сдвиг по фазе четверть периода сохраняется в широком диапазоне частот.

Примененный в устройстве принцип формирования опорного напряжения фазового детектора повышает эффективность подавления нечетных гармоник сигнала феррозонда, повышает чувствительность и увеличивает точность и стабильность коэффициента преобразования.