

**В.И.ДОЦЕНКО**, канд.техн.наук; **О.С.НЕДЗЕЛЬСКИЙ**;  
**А.В.ПЛИЧКО**; **Е.Г.ПОНУЖДАЕВА**; **В.Г.ФОМЕНКО**; НТУ «ХПИ»

## **КОМПАКТНЫЙ ТРАССОИСКАТЕЛЬ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ**

Наведено основні технічні характеристики й опис компактного трасошукача для обслуговування, ремонту і модернізації заземлюючих пристроїв енергооб'єктів.

The basic technical characteristics and especial features of construction of compact trass-finder for service, maintenance reconstruction and modernization of grounding devises of energetic object have been described.

Трассировка заглубленных элементов заземляющих устройств является одной из обязательных операций комплексной электромагнитной диагностики энергообъектов.

Существует ряд приборов и измерительных комплексов, в частности, разработанных в НИПКИ «Молния», позволяющих выполнять операции по определению трассировки заземляющих элементов [1,2,3]. Вместе с тем, такой комплекс диагностики качества систем заземления, как, например, КДЗ-1У [2] является технически сложным измерительным устройством, предполагающим использование в достаточно широком спектре эксплуатационных характеристик, позволяющих кроме трассировки решать ряд других вопросов диагностики, что определяет его технические и стоимостные показатели.

При эксплуатации энергообъектов, предполагающих плановый или внеплановый ремонт и модернизацию заземляющих устройств, весьма необходимым и удобным является компактный и относительно недорогой, удобный в эксплуатации однофункциональный прибор, позволяющий с достаточно высокой точностью выполнять операцию трассировки заглубленных элементов устройств заземления энергообъектов.

В результате проведенных в НИПКИ «Молния» исследовательских работ по совершенствованию методик и аппаратуры диагностики заземляющих устройств разработан компактный трассоискатель ТИ-1, имеющий ряд технико-экономических преимуществ по сравнению с аналогами [1,2,3], в частности, высокую избирательность и чувствительность к полезному сигналу, широкий ( $10^5$ ) диапазон измеряемого сигнала, высокую экономичность и оптимальные массогабаритные показатели, удобство эксплуатации в полевых условиях.

Общий вид трассоискателя ТИ-1 представлен на рис. 1.

В комплект ТИ-1 входят:

- генератор переменного тока;
- регистратор напряженности магнитного поля в комплекте с индукционным датчиком;

- штатный комплект соединительных проводов;
- комплект контактных устройств (2 шт.);
- ударопрочный корпус-кейс (430×295×130 мм)

Основные технические характеристики ТИ-1:

Максимальный ток во внешней цепи с сопротивлением 2 Ом	6 А
форма тока генератора	меандр
частота следования импульсов тока	1 кГц
диапазон плавной настройки частоты генератора	±25 Гц
диапазон индикации величины напряженности магнитного поля	от 1 мА/м до 100 А/м

питание:

- генератора – от сети 220 В, 50 Гц;
- регистратора – от внутреннего источника (батарея, аккумулятор) напряжением 9 В.



Рисунок 1

Генератор тока выполнен в пластмассовом корпусе с размерами 190×210×70 мм. Генератор содержит сетевой трансформатор, выпрямители, задающий генератор прямоугольных импульсов и выходной ключ, особенностью которого является использование полевого транзистора IRF 1405, имеющего сопротивление в открытом состоянии не более 5 мОм. Схема имеет устройство ограничения максимального

выходного тока на уровне 12 А. Переключением вторичной обмотки сетевого трансформатора дискретно изменяется уровень выходного напряжения генератора в значениях 25, 50, 75 и 100 % максимального.

В качестве регистратора в комплекте с индукционным датчиком в ТИ-1 используется прибор ИМП-1000, прототипом которого является описанный в [2] измеритель напряженности магнитного поля и напряжения ИМПН, в схему которого внесены некоторые изменения: исключен тракт измерения на-

пряжения и переключатель частотных диапазонов.

Структурная схема регистратора приведена на рис. 2.

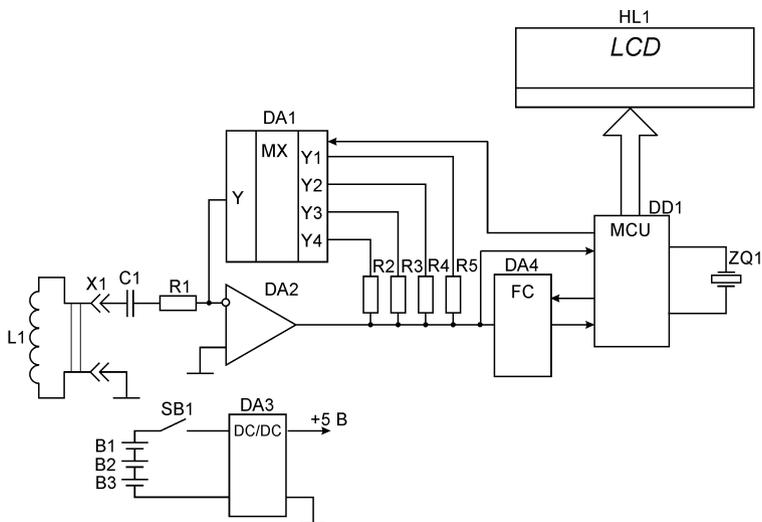


Рисунок 2 – Структурная схема регистратора напряженности магнитного поля

Сигнал от индукционного датчика L1 поступает на вход операционного усилителя DA2, коэффициент усиления которого может иметь четыре фиксированных значения, устанавливаемых микроконтроллером DD1 типа ATmega 8 с помощью мультиплексора DA1. При включении измерителя микроконтроллер DD1 устанавливает самый грубый предел измерения и оценивает величину сигнала с выхода усилителя DA2, после чего дает команду мультиплексору DA1 на подключение одного из четырех резисторов R2 – R5 в обратную связь операционного усилителя DA2, тем самым устанавливая его оптимальный коэффициент усиления и, следовательно, предел измерения регистратора в целом. После этого микроконтроллер оцифровывает сигнал с выхода полосового фильтра 4-го порядка DA4 и выводит результат на 10-разрядный жидкокристаллический индикатор HL1. Полосовой фильтр реализован на сдвоенном универсальном фильтре на переключаемых конденсаторах MAX7490, частота настройки которого (1000 Гц) с высокой точностью и стабильностью задается микроконтроллером DD1, в свою очередь стабилизированной частотой кварцевого резонатора ZQ1. Вследствие высокого порядка фильтра и большого разброса рабочей частоты регистратора 1000 Гц и промышленной частоты 50 Гц, подавление помехи частотой 50 Гц превышает 70 дБ, что весьма важно при работе на объектах с высоким уровнем электромагнитных помех.

Питается измеритель от трех гальванических элементов типоразмера AAA через стабилизированный преобразователь постоянного напряжения типа ADP3000A5.

Поскольку регистратор не является измерительным прибором, ТИ-1 не подлежит метрологической аттестации и периодической поверке.

Описанный трассоискатель ТИ-1 обладает широким диапазоном регистрируемых значений напряженности магнитного поля, высокой чувствительностью и избирательностью, оптимальными массогабаритными показателями и невысокой стоимостью. ТИ-1 успешно прошел полевые испытания при трассировке систем заземления подстанций энергокомплекса Украины, показав отличные эксплуатационные качества, особенно при поиске элементов заземления, не образующих замкнутый контур либо заканчивающихся глубинными заземлителями.

ТИ-1 может служить базовой моделью для оснащения служб эксплуатации и ремонта энергообъектов.

**Список литературы. 1.** *Колушко Г.М., Доценко В.И., Колушко Д.Г., Недзельский О.С.* Измерительный комплекс для проведения электромагнитной диагностики состояния заземляющих устройств энергообъектов // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск «Электроэнергетика и преобразовательная техника». – Харьков, НТУ «ХПИ». – 2002. – № 7, т. 1 – С. 157-166. **2.** *Богатырев И.Н., Доценко В.И., Недзельский О.С., Понуждаева Е.Г., Фоменко В.Г.* Модернизированный измерительный комплекс «КДЗ-1У» // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск «Техника и электрофизика высоких напряжений». – Харьков, НТУ «ХПИ». – 2006. – №17. – С. 15-18. **3.** *Компаненко Л.* Искатель трассы и мест повреждения контура защитного заземления // «Радио». – Москва, изд-во «Эликс». – 2005. – № 2. – С. 37.

*Поступила в редколлегию 27.10.2006*

УДК 621.316.9

**С.В.КИПРИЧ; А.А.ПЕТКОВ**, канд.техн.наук;  
**Д.Г.КОЛИУШКО**, канд.техн.наук; НТУ «ХПИ»

## **К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТОВ МОЛНИЕЗАЩИТЫ**

У статті представлений аналіз існуючих засобів автоматизованого розрахунку блискавкозахисту.

In the article, an analysis of existing methods of the automated calculation of lightning protection is presented.

**Постановка проблемы.** Расчет молниезащиты направлен на обеспечение во время грозовой деятельности безопасной работы персонала и надежного функционирования электрооборудования. Важность этой проблемы усиливается из-за применения все более энергоемкого и дорогостоящего оборудования, нарушение нормальной работы или выход из строя которого по причине удара молнии, сопровождается значительным материальным ущербом. Кроме того, эта задача становится все более и более актуальной из-за повсе-