

УДК 004.9

П.В. Скороплетов

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НАД ТРАССОЙ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЯ

Предложена визуализация электромагнитного поля над трассой энергоносителя как способ отображения результатов измерений. Рассмотрено понятие визуализации. Приведен алгоритм формирования картинка электромагнитного поля трассы. Приведены примеры картинок различных участков трассы. Описан датчик временного согласования результатов измерений.

Цель работы – разработать метод отображения наведенного на трассу энергоносителя электромагнитного поля.

Введение. Локация (трассировка) местоположения подземных инженерных коммуникаций – задача, традиционно стоящая перед коммунальными службами. За годы эксплуатации трубопроводов, кабельных линий нарабатан опыт, разработаны свои методики и технологические приемы диагностики состояния трубопроводов, поиска мест повреждений трубопроводов и повреждений кабельных линий.

Постановка задачи. Для поиска скрытых коммуникаций (теплотрасса, кабели электропитания) используется неразрушающий метод. В его суть входит обнаружение электромагнитного поля, которое либо наводится на трассу с помощью генераторов, либо это поле промышленной частоты для кабелей электропитания. Для обнаружения используются различного рода приемники. Трассировка энергоносителя осуществляется электромагнитным зондом приемника. По максимуму или по минимуму (в зависимости от способа поиска) принимаемого сигнала судят о расположении трассы. Значение амплитуды принимаемого сигнала отображается либо с помощью стрелочных индикаторов, либо с помощью звуковых генераторов (может передаваться на наушники оператору), либо строятся различного рода диаграммы на индикаторе приемника.

Предложим еще один метод отображения результатов, разработанный автором, – построение картинка электромагнитного поля на экране прибора с использованием цветовой палитры, то есть визуализация электромагнитного поля. В этом методе максимуму сигнала присваивается один цвет, минимуму – другой. Промежуточные значения отображаются в виде градиентного изменения цвета.

Визуализация пространственных данных используется в основном в задачах научной ви-

зуализации. Научная визуализация – это создание графических образов, в максимально информативной форме воспроизводящих значимые аспекты исследуемого процесса или явления. При этом большой объем результатов моделирования представляется в компактной и легко воспринимаемой форме. Представление в виде графических образов позволяет исследователю увидеть изучаемую систему или процесс изнутри, что было бы невозможно без визуализации данных. И иногда именно визуализация приводит к полному пониманию явления [1].

Решение. Для трассировки необходимо водить электромагнитным зондом приемника в районе расположения, например, трубопровода [2]. Предлагается осуществлять маховые движения зондом, а на экране отображать каждый мах в виде цветной линии. При этом цвет должен изменяться в зависимости от уровня принимаемого сигнала. Следующий мах отображается в виде другой полосы. Таким образом, на экране будет формироваться картинка из строк, каждая из которых соответствует маху электромагнитного зонда.

Тогда для построения картинка поля необходимы следующие данные: уровень сигнала с зонда, положение зонда (временное согласование положения зонда с измерениями), информация об окончании маха и начале следующего.

Для отслеживания положения зонда предлагается использовать цифровой энкодер. Такой энкодер имеет на выходе 128 абсолютных значений в виде Грей-кода.

Под абсолютными цифровыми датчиками (энкодерами) подразумевают датчики угла поворота, каждому положению вала которых соответствует определённый уникальный код, формируемый на его выходе (бинарные слова, соответствующие определённому положению).

Наиболее распространённые типы выходов – это параллельный код, интерфейсы SSI, CAN-open, Profibus DP [3].

Отслеживание положения вала происходит даже при отсутствии напряжения питания, а сигнал положения передаётся в виде цифрового кода. Способность контроля положения вала даже при выключенном напряжении питания является основной причиной использования абсолютных датчиков угла положения в системах с высокими требованиями точности и безопасности. Поэтому при сбоях в работе, включении, прерывании питающих напряжений или предельной частоты работы прибора в распоряжении пользователя имеется точная позиция положения как двоичного бита. Чаще всего используют помехозащищённую двоичную Грей-кодировку, при которой за каждый шаг измерения изменяется лишь один знак кодовой информации, и при этом легко контролируются ошибки передачи сигнала. Распространено также двоичное и двоично-десятичное кодирование. Абсолютные энкодеры, кодирующие положение в пределах одного оборота, называются однооборотными, а энкодеры со счётчиком оборотов называются многооборотными. По принципу действия различают магнитные энкодеры и оптические. Последние фиксируют вращение оптического диска, а магнитные регистрируют прохождение магнитных полюсов мимо чувствительного элемента датчика. Встроенный аккумулятор позволяет энкодеру отслеживать положение вала при выключенном питании, однако передача кода положения происходит только при наличии питания.

На рисунке 1 приведена структурная схема цифрового энкодера.

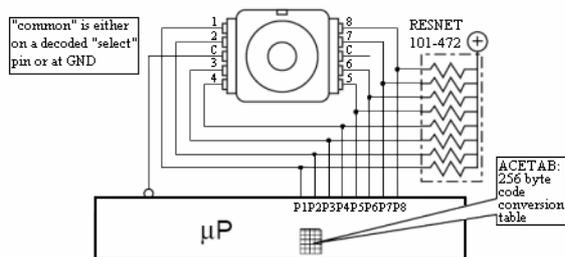


Рисунок 1

Энкодер валом конструктивно совмещается с электромагнитным зондом. У зонда имеется специальный упор, который прижимается к телу. При этом поиск осуществляется круговым движением зонда. С энкодера происходит постоянное считывание кода, а с зонда принимается сигнал. В пределах одного положения энкодера уровень сигнала усредняется, сравнивается с

предыдущими значениями, этому уровню присваивается определенный цвет из заданной палитры. Минимальному уровню соответствует начальный цвет палитры, максимальному – конечный. На одно круговое движение зонда приходится примерно 60 положений энкодера. Строка на экране делится на 60 квадратиков, и каждый квадратик заполняется цветом в зависимости от уровня.

На рисунке 2 приведена упрощенная блок-схема устройства для реализации данного метода отображения.



Рисунок 2

Для привязки с экраном используется кнопка. Оператор ставит зонд перед собой, нажимает на эту кнопку. Соответствующее значение энкодера записывается в центр экрана. Оператор начинает движение зондом влево, код с энкодера изменяется, на экране происходит заполнение строки влево от центра. Дойдя до максимально возможного положения, оператор совершает возвратное движение вправо. Происходит повторение кода с энкодера, и начинается заполнение следующей строки. Дойдя до правого положения оператор, совершает возвратное движение вправо, код опять повторяется, и заполнение переходит на следующую строку и так далее. Таким образом происходит формирование картинки.

Далее приведены примеры электромагнитного поля различных участков трассы (рисунок 3 – два кабеля расходятся, рисунок 4 – прямой участок трассы, рисунок 5 – обрыв кабеля, рисунок 6 – поворот трассы).

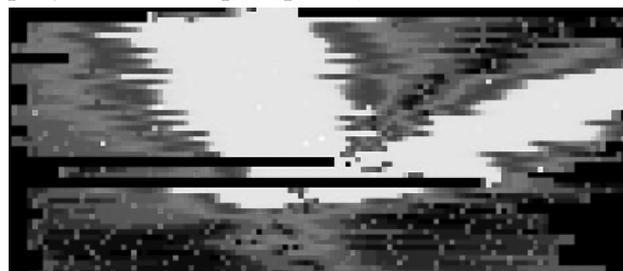


Рисунок 3

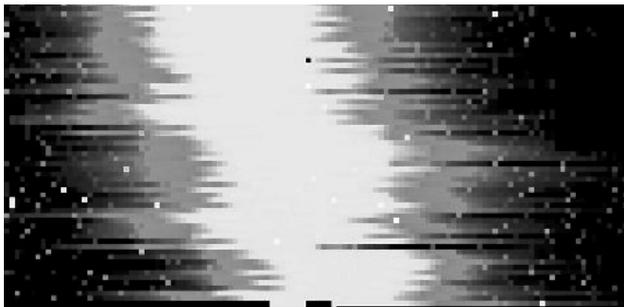


Рисунок 4

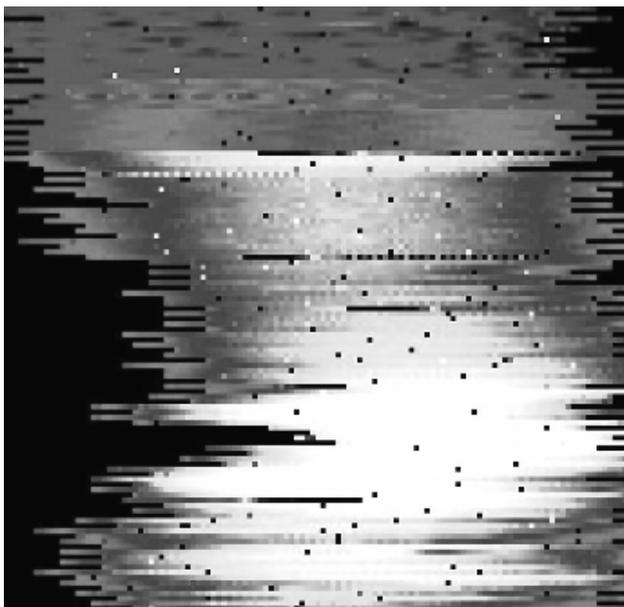


Рисунок 5



Рисунок 6

Рисунки выполнены в черно-белом формате, реально минимальному значению соответствует синий цвет (на рисунке серый), максимальному соответствует желтый (на рисунке белый).

Выводы. Данный метод отображения имеет большое практическое применение в течетрасописковых приборах и приборах неразрушающего контроля.

Такое представление результатов позволяет судить о характере прокладки коммуникаций, о характере неисправности кабеля, имеет высокую наглядность. Результаты позволяют провести последующую интерпретацию, закончив сеанс измерений.

Наличие большого набора механизмов визуализации позволяет легко проводить разведочный анализ, сравнивать результаты, полученные с применением различных механизмов обработки.

Визуализация является одним из больших, важных и быстро развивающихся научных инструментов анализа объектов как реального мира, так и математически моделируемых процессов.

Библиографический список

1. Аксенов А.А., Сельвачев А.Ю., Клименко С.В. Интерактивная анимация для визуализации движения жидкости// Графикон-99. 1999. № 6. С.2-22.
2. Арбузов С.О. Магниточувствительные поисковые приборы// Специальная техника. 2000. № 6. С. 12-19.
3. Жданкин В.К. Абсолютные датчики углового положения с интерфейсом SSI // Электронные компоненты. 2004. № 8. С.52-57.