

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Звонарев А.Г., студент, Чашко М.В., доцент, к.т.н.
(*Донецкий государственный технический университет*)

Для определения неисправных элементов электротехнических устройств разработан компьютерный метод диагностики, основанный на анализе спектра выходного параметра устройства. Диагностирование реализовано при помощи специализированного программного обеспечения. Анализ осуществляется в реальном времени, что позволяет быстро и качественно локализовать неисправность или нарушение режимов работы.

Программная часть включает в себя несколько взаимосвязанных модулей:

1. модуль получения оцифрованного сигнала с минимальной погрешностью, составной частью которого является алгоритм интерполяции при помощи полинома Лагранжа по 6 узлам [1], [2] позволяющий восстановить форму сигнала с частотой вплоть до 22 кГц;
2. модуль цифровых фильтров и спектрального анализа, реализующий получение спектров с достаточной скоростью и точностью;
3. модуль базы данных;
4. модуль логического анализа, осуществляющий сравнение полученного спектра со спектрами в базе данных.

Алгоритмы работы модулей 1,3,4 достаточно известны, поэтому ограничимся рассмотрением особенностей и характеристик модуля 2, так как они являются основными для системы диагностики.

Принцип получения спектральной плотности амплитуд основан на применении быстрого преобразования Фурье (FFT) [4], для определения амплитуд частотных составляющих и последующей интерполяции для получения непрерывного спектра. В программе предусмотрены различные способы интерполяции и отображения полученного спектра амплитуд, что позволяет работать с множеством различных сигналов и значительно расширить

сферу ее применения в зависимости от особенностей сигналов. Так, например, тип отображения Triangular дает высокую точность при работе со спектральными составляющими большой амплитуды, но составляющие с малой амплитудой обычно сильно искажены. С другой стороны, Blackmann имеет малую точность, но вносит минимальные искажения в форму спектра.

График спектральной плотности, получаемый таким методом, дискретен, и количество точек преобразования играет важную роль для последующего анализа. Как известно, быстрое преобразование Фурье требует $m = 2^n$ точек преобразования. Это число выбирается исходя из частоты дискретизации АЦП и особенностей исследуемого сигнала исходя из следующих соображений:

если сигнал является гармоническим или полигармоническим, то количество точек преобразования

$$m = 1 + 1.5f_{\max} / f_1, \quad (1)$$

где f_{\max} - максимальная частота дискретизации АЦП, Гц;

f_1 - частота первой гармоники сигнала, Гц.

Для остальных сигналов

$$m \geq 1 + 1.5f_{\max} / \Delta f, \quad (2)$$

где $\Delta f \geq \min(f_k - f_{k-1})$ - разность между частотами двух смежных спектральных составляющих сигнала, необходимая для их разделения.

Программа предусматривает от 16 до 16384 точек преобразования для диапазона 0...22 кГц. Это позволяет получить дискретность спектра по частоте до 0.4 Гц при времени преобразования около 0.4 с. Последующие анализ и сравнение делятся в общей сложности не более 0.5 с., так что система гарантированно получает результат диагностики менее чем за 1 секунду, что позволяет с достаточной скоростью следить за исправностью устройства.

База данных, содержит спектральные «портреты» сигналов, соответствующие различным режимам работы диагностируемого устройства или его неисправностям. Если динамика работы диагностируемого устройства известна, то возможна программная эмуляция его неисправностей при помощи известных программных продуктов [3]. Такая методика показала себя эффективной: расчетные спектры отличались от реальных не более чем на 10%. В данной работе были применены и расчетный, и экспериментальный методы создания базы данных.

Программа реализована на компьютере в виде, представленном на рис. 1.

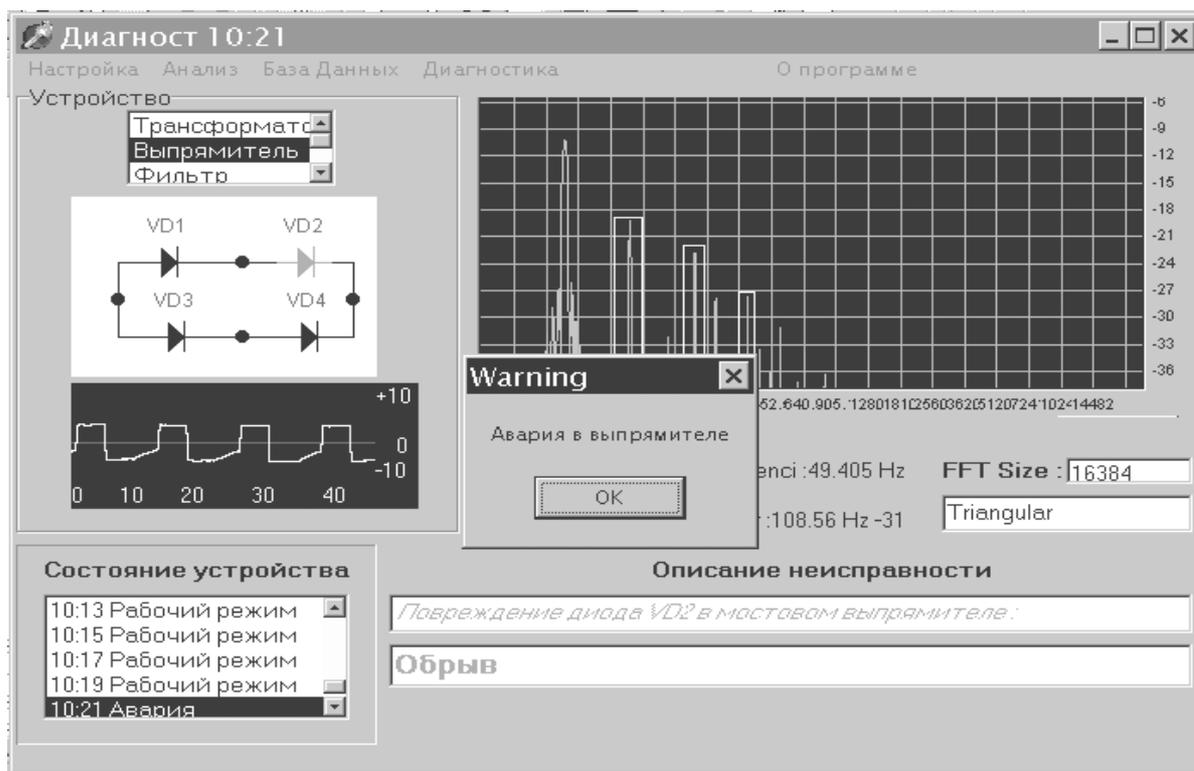


Рисунок 1 - Общий вид диагностирующей программы

Предусмотрен выбор объекта диагностирования, несколько режимов (настройка, анализ, база данных, диагностика), контроль диагностируемого сигнала, представление его спектра. Программа автоматически делает вывод о наличии неисправности и указывает неисправный элемент.

Описанная программа была отлажена и опробована для диагностирования источника питания, содержащего штатный набор функциональных узлов - выпрямитель, фильтр, стабилизатор напряжения. Испытания показали возможность локализации неисправности с вероятностью около 95%.

Перечень ссылок

1. <http://m-v-a.newmail.ru/soft/os.htm>
2. Mathcad 2000. Signal Processing Function Pack
3. Electronik Workbench EDA v 5.1. Interactive Image Technologies LTD, 1996