

И. М. Кац (Томск, ТПУ). Определение угла сдвига фаз между двумя сигналами, представленными цифровыми отсчетами.

Анализ различных процессов в электротехнических и электроэнергетических системах тесным образом связан с контролем и измерением углов сдвига фаз (УСФ) между сигналами.

В простейшем случае, когда сигналы синусоидальной формы, УСФ между ними является постоянной величиной и определяется как разность начальных фаз анализируемых сигналов.

При многочастотных сложных сигналах приходится представлять их в виде суммы гармонических составляющих, причем каждая составляющая характеризуется своей амплитудой и фазой. Тогда УСФ между анализируемыми сигналами обычно характеризуется разностью фаз первых гармоник этих сигналов. Более целесообразным и точным представляется оценивать УСФ по моментам прохождения ими определенного (например, нулевого) уровня.

Работа, представленная данным сообщением, посвящена разработке и исследованию процедур определения УСФ между сигналами, представленными цифровыми массивами мгновенных значений (ММЗ). Для определения УСФ по ММЗ возможно 3 подхода:

1) использование интегральных величин (активных и реактивных квазимощностей, действующих значений сигналов и т. д.) [1], [2];

2) использование разложения сигналов в ряд Фурье и дальнейшего определения УСФ между ними;

3) определение УСФ на основе непосредственного контроля моментов переходов сигналов через нулевой уровень (определение пар отчетов, соответствующих изменениям полярности сигналов, интерполяции данных сигналов в окрестностях этих отчетов, определение периодов сигналов и определение точек перехода сигналов через нулевой уровень) [3].

Для проверки работоспособности вышеперечисленных подходов использовались тестовые одночастотные и двухчастотные сигналы с заданными значениями УСФ между ними. Исследования показали:

1) при использовании 1-го подхода обеспечивается достаточно большая точность вычислений УСФ между синусоидальными сигналами;

2) при использовании 1-го подхода для определения УСФ между сигналами несинусоидальной формы наблюдается низкая точность вычислений, поэтому в случае использования данного подхода для определения УСФ между двумя несинусоидальными сигналами необходимо предварительно провести фильтрацию сигналов и выделить из них только составляющие первых гармоник, а в качестве УСФ между двумя исследуемыми сигналами использовать УСФ между их первыми гармониками, что также является величиной для оценки УСФ между двумя сигналами несинусоидальной формы;

3) подходы 2 и 3 обеспечивают достаточно высокую точность определения УСФ, практически независимо от формы исследуемых сигналов. В общем случае при использовании 3-го подхода дополнительную погрешность может вносить наличие постоянной составляющей в исследуемых сигналах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Функциональный контроль и диагностика электротехнических и электромеханических систем и устройств по цифровым отсчетам мгновенных значений тока и напряжения. / Ред. Е.И. Гольдштейн. Томск: Печатная мануфактура, 2003, 240 с.
2. *Baceva N., Goldstein E., Katz I.* The calculation of the phase shift between current and voltage of the overhead lines by using the Telleggen's quasipower theorem. — In: Materials of the 51 International Scientific Colloquium «Faculty of Electrical En-

gineering and Information Technology». Ilmenau: Technische Universität Ilmenau, 2006, p. 387–388.

3. *Кац И. М.* Определение угла сдвига фаз между двумя сигналами, представленными цифровыми отсчетами. — В сб.: Материалы восьмой международной научно-технической конференции. Барнаул: АлтГТУ, 2007, с. 18–22.