

УДК 621/391

СИНТЕЗ КОМБИНИРОВАННОГО ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА ДАТЧИКА ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Кумарин А. А., Кузнецов А. В.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С. П. Королёва, г. Самара

Во многих современных малоразмерных газотурбинных двигателях (МГТД) применяются топливные насосы, приводимые в движение электроприводом. Для стендовых испытаний топливной системы требуется контролировать частоту вращения электропривода насоса-дозатора. Для измерения частоты используются датчики частоты вращения (ДЧВ), основанные на щелевых или отражательных оптронах. Сигнал ДЧВ представляет собой последовательность импульсов с частотой равной или кратной частоте вращения ротора привода. Проблема в обработке данных с ДЧВ заключается в том, что присутствуют ложные импульсы или пропуски импульсов. Ложное срабатывание приводит к появлению двух промежутков времени вместо ожидаемого одного, которым соответствуют большие частоты. Пропуск импульса представляет собой один временной промежуток вместо двух, что соответствует малой частоте.

В системе, для которой разрабатывался фильтр, данные с ДЧВ являются дискретными, поэтому целесообразно применение цифрового фильтра. В системе ввода МК настраивается триггер на возрастающий или ниспадающий фронт сигнала. Кроме того, конфигурируется таймер, частота которого должна быть хотя бы на порядок выше максимальной частоты получаемого сигнала. При этом переполнение счетчика должно происходить за время больше максимального периода сигнала, чтобы не усложнять вычисления подсчетом переполнений таймера. По появлению возрастающего фронта происходит автоматическое сохранение счетчика таймера в специальном регистре, а затем происходит прерывание. В обработчике прерывания значение регистра сохраняется. Массив памяти, выделенный под хранение данных имеет конечную длину, поэтому используется кольцевая запись: при достижении конца массива запись начинается с начала, т.е. вместо предыдущих данных.

Таким образом, в момент, когда необходимо получить значение частоты вращения в кольцевом массиве содержатся данные таймера. Величина, обратная разнице соседних значений, представляет собой частоту вращения. Возможны два подхода: вычисление частоты по последним двум значениям в массиве или усреднение значений по всем парам в некотором промежутке. Первый подход обладает плохой точностью из-за дискретности данных. Кроме того, точность уменьшается в случае, если имеются ложные срабатывания датчика или пропущенные импульсы. Во втором подходе уменьшается погрешность, вносимая конечным шагом дискретизации, но остается проблема ложных импульсов или их пропусков. В этом случае необходима дополнительная фильтрация.

Практика показывает, что число таких ошибок меньше общего числа импульсов. Импульсные помехи часто фильтруют с помощью медианного фильтра. В данном случае точность одиночного измерения может быть недостаточной. Поэтому медианный фильтр в чистом виде не подходит. Для улучшения показателей точности применяется скользящий фильтр. Таким образом, было принято решение получать среднее на множестве, не содержащем зашумленные значения.