Справка «Функционирование входного и выходного цифровых фильтров прибора МВ110-АС»

Входной цифровой фильтр

Входной фильтр обеспечивает подавление помех с частотами, кратными частоте промышленной сети 50 Гц, увеличивает за счет усреднения разрешающую способность измерителя и понижает частоту отсчетов измеряемого сигнала с 1600 до 200 Гц.

Управление входным фильтром одновременно для всех восьми измерительных каналов обеспечивает параметр **ComF**.

Параметр может принимать ниже перечисленные значения.

0 – фильтр отключен**.** При отключенном фильтре частота отсчетов на выходе все равно понижается до 200 Гц (из входных отсчетов на выход поступает каждый восьмой отсчет).

1 – 50 Гц, первого порядка. Подключен скользящий фильтр среднего первого порядка длиной 32. Частотная характеристика фильтра в диапазоне от 0 до 800 Гц описывается формулой (1):

$$H(f) = \frac{\sin\left(32\pi \frac{f}{1600}\right)}{32\sin\left(\pi \frac{f}{1600}\right)}, \qquad (1)$$

где f – частота, Гц.

Фильтр имеет линейную фазовую характеристику. Групповое время задержки фильтра равно 10 мс. Длительность импульсной характеристики фильтра равна 20 мс.

2 – 50 Гц, второго порядка. Подключен скользящий фильтр среднего второго порядка длиной 32. Частотная характеристика фильтра в диапазоне от 0 до 800 Гц описывается формулой (2):

$$H(f) = \left(\frac{\sin\left(32\pi \frac{f}{1600}\right)}{32\sin\left(\pi \frac{f}{1600}\right)}\right)^2. \qquad (2)$$

Фильтр имеет линейную фазовую характеристику. Групповое время задержки фильтра равно 20 мс. Длительность импульсной характеристики фильтра равна 40 мс.

3 – 50 Гц, четвертого порядка. Подключен скользящий фильтр среднего четвертого порядка длиной 32. Частотная характеристика фильтра описывается формулой (3):

$$H(f) = \left(\frac{\sin\left(32\pi \frac{f}{1600}\right)}{32\sin\left(\pi \frac{f}{1600}\right)}\right)^4. \qquad (3)$$

Фильтр имеет линейную фазовую характеристику. Групповое время задержки фильтра равно 40 мс. Длительность импульсной характеристики фильтра равна 80 мс.

4 – 200 Гц, первого порядка. Подключен скользящий фильтр первого порядка длиной 8. Частотная характеристика фильтра в диапазоне от 0 до 800 Гц описывается формулой (4):

$$H(f) = \frac{\sin\left(8\pi \frac{f}{1600}\right)}{8\sin\left(\pi \frac{f}{1600}\right)}. \qquad (4)$$

Фильтр имеет линейную фазовую характеристику. Групповое время задержки фильтра равно 2,5 мс. Длительность импульсной характеристики фильтра равна 5 мс.

Все режимы входного фильтра имеют периодическую частотную характеристику с периодом 1600 Гц. В диапазоне от 800 до 1600 Гц частотная характеристика является зеркальным отображением частотной характеристики с частотами от 0 до 800 Гц.

Первые три фильтра имеют значительное подавление промышленной частоты 50 Гц и ее гармоник. С увеличением порядка фильтра увеличивается подавление и время групповой задержки.

Четвертый фильтр имеет очень малую задержку и не задерживает помехи частотой 50 Гц. Первый нуль такого фильтра расположен на частоте 200 Гц.

Для измерения медленно изменяющихся сигналов, для которых допускается задержка результатов измерения на 80 мс, рекомендуется использовать фильтр четвертого порядка, который обеспечивает более высокое подавление высокочастотных шумов. С увеличением требований к времени групповой задержки сигнала необходимо уменьшать порядок используемого фильтра.

Внимание! Прибор обеспечивает параметры точности и разрешающей способности только при использовании фильтров на 50 Гц первого, второго или четвертого порядков, по умолчанию устанавливается фильтр первого порядка на 50 Гц.

Выходной цифровой фильтр

Выходной фильтр обеспечивает формирование частотной характеристики индивидуально для каждого канала. Входной и выходные фильтры включены последовательно, поэтому результирующая частотная характеристика канала измерения является произведением частотных характеристик входного и выходного фильтров. Частотная характеристика аналогового фильтра не оказывает заметного влияния на результирующую частотную характеристику канала измерения.

Частота отсчетов на входе и выходе выходного фильтра одинакова и равна 200 Гц.

Управление выходным фильтром обеспечивает параметр **OutF**. Параметр **OutF** задается индивидуально для каждого измерительного канала и может принимать ниже перечисленные значения.

0 – выходной фильтр отключен.

1 – включен фильтр с экспоненциальной импульсной характеристикой (аналог RC-фильтра).

Алгоритм работы фильтра описывается следующей формулой (5):

$$Y_i = Y_{i-1} + \frac{(X - Y_{i-1})}{K}, \qquad (5)$$

где Y_i – выход фильтра на текущем такте;

Y_{i-1} – выход фильтра на предыдущем такте;

X – вход фильтра на текущем такте;

K – коэффициент пропорциональный постоянной времени фильтра.

Выход фильтра при подаче на его вход ступенчатого сигнала напряжения описывается формулой (6):

$$U(t) = 1 - e^{-\frac{t}{T}}, \qquad (6)$$

где U(t) – зависимость уровня сигнала на выходе фильтра от времени при подаче на вход ступенчатого сигнала с уровнем, равным единице.

t – время, с;

T – постоянная времени фильтра, с.

Частотная характеристика фильтра описывается формулой (7):

$$U(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + 2\pi f^2 T^2}}. \qquad (7)$$

Фазовая характеристика фильтра описывается формулой:

$$\varphi(f) = -\mathrm{arctg}(2\pi f T). \qquad (8)$$

Фильтр имеет затухание минус 3 дБ на частоте $\frac{1}{2\pi T}$.

Частотная характеристика фильтра имеет наклон минус 20 дБ на декаду.

2…16 – фильтр скользящего среднего первого порядка длиной, соответственно, от 2 до 16.

Частотная характеристика фильтра описывается формулой:

$$H(f) = \frac{\sin\left(N\pi \frac{f}{200}\right)}{N\sin\left(\pi \frac{f}{200}\right)}, \qquad (9)$$

где N – длина фильтра;

f – частота, Гц.

Фильтр имеет линейную фазовую характеристику и время групповой задержки $\tau = \frac{5N}{2}$, мс.

При длине фильтра, кратной четырем, фильтр обеспечивает подавление помех промышленной частоты 50 Гц.

Постоянная времени экспоненциального фильтра задается параметром **in.Fd**.

По умолчанию устанавливается значение типа фильтра «отключен», а постоянная времени экспоненциального фильтра 10 мс.