

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ ПРИЕМНОЙ ЧАСТИ ВНУТРИТРУБНОГО ГЕРМЕТИЗАТОРА

В. Н. Попов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

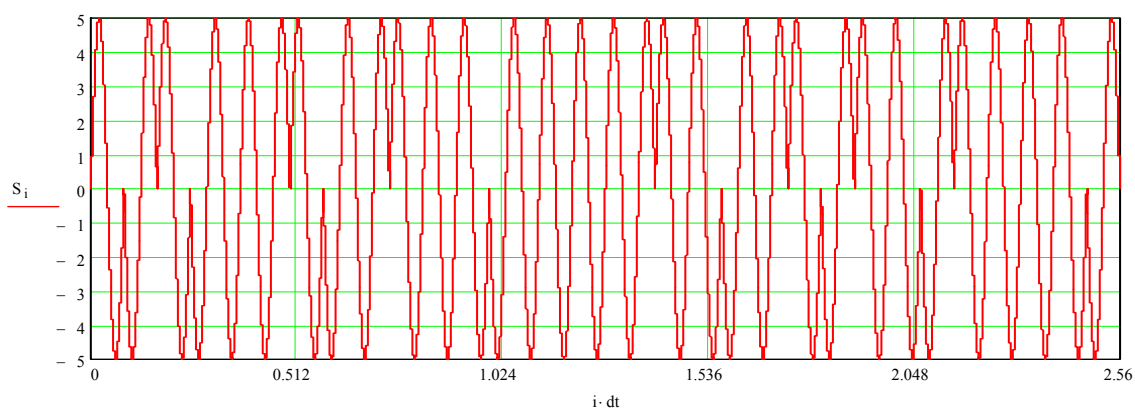
Научные руководители: А. В. Сахарук, Ю. В. Крышнев, В. О. Старостенко

Для определения местоположения герметизатора в трубопроводе необходимо периодическое излучение пачек импульсов, по мощности которых можно будет судить о местоположении внутритрубного снаряда.

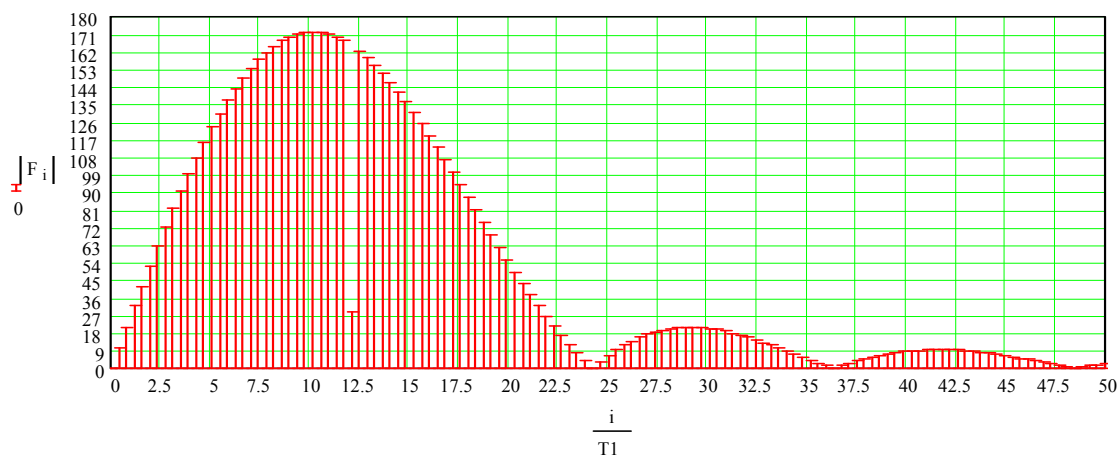
Фильтр предназначен для усиления сигнала, поступающего из приемной антенны через предварительный усилитель и устранения влияния помех, главным образом частоты промышленной сети 50 Гц, и кратных данной частоте. Информационный сигнал представляет собой M-последовательность длиной 31 символ, пример кодовой посылки показан на рис. 1, а.

Спектр информационного сигнала имеет вид, показанный на рис. 1, б. Можно сделать вывод, что 80 % энергии сигнала содержится в полосе от 0 до 25 Гц.

В настоящее время используется аналоговый фильтр низких частот Баттерворта 10-го порядка. Он представляет собой электронную схему, реализуемую на основе пяти операционных усилителей, что в экономическом плане не выгодно.



а)



б)

Рис. 1. Кодовая посылка с использованием М-последовательности (а); спектр информационного сигнала (б)

В качестве замены нынешнего фильтра предлагается цифровой эллиптический ФНЧ 8-го порядка на основе микросхемы LTC1064. Максимальная частота среза фильтра 100 кГц, она может меняться в зависимости от частоты, которая подается на вывод CLK в соотношении 1 : 50 или 1 : 100 (задается логическим состоянием вывода 50/100).

Экспериментально снятые АЧХ данного фильтра при разных частотах среза приведены на рис. 2. Также была пропущена через фильтр М-последовательность. Результаты прохождения приведены на рис. 3.

На рис. 4 показан экспериментальный амплитудный спектр М-последовательности с выхода фильтра. Как видно из сравнения рис. 1, б и рис. 4, в целом форма амплитудного спектра сохраняется.

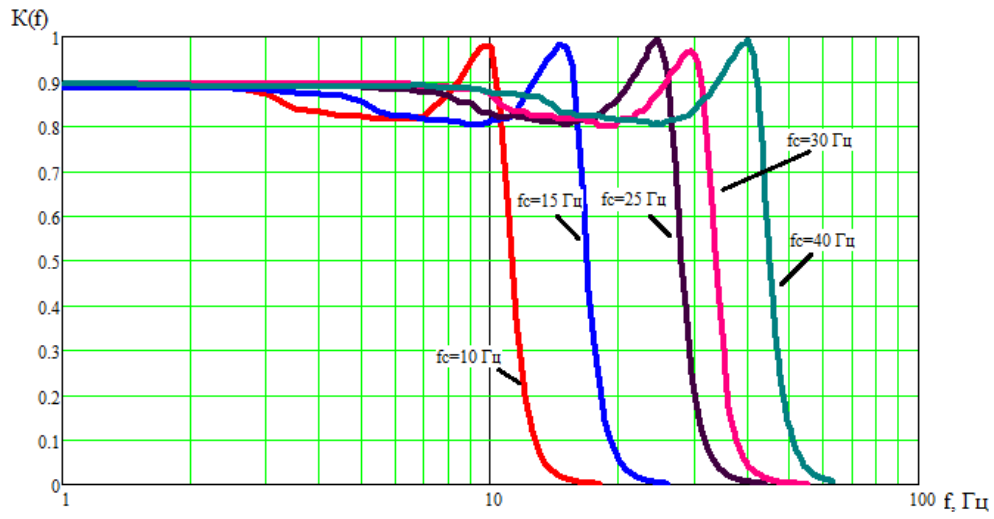


Рис. 2. АЧХ фильтра

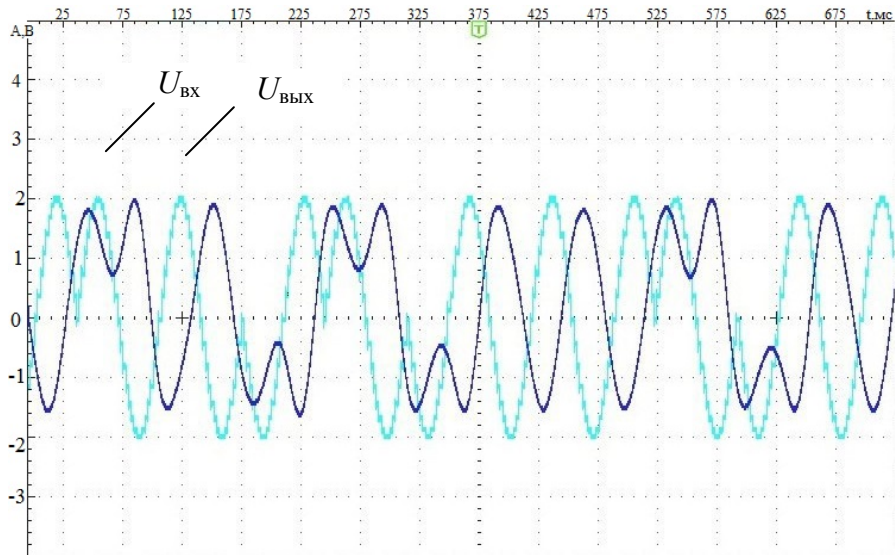


Рис. 3. Реакция фильтра на М-последовательность

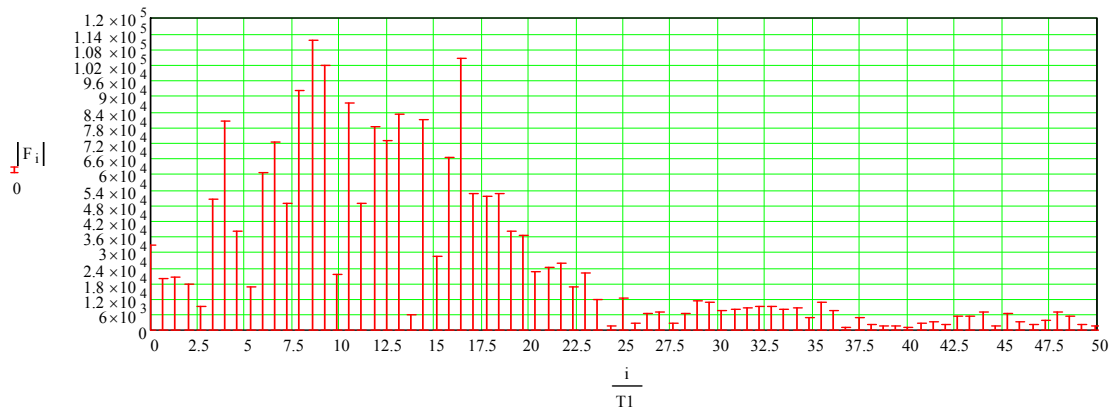


Рис. 4. Экспериментальный амплитудный спектр М-последовательности с выхода фильтра

Одним из способов оценки качества фильтра (учитывающим амплитудные и фазовые искажения) является использование функции взаимной корреляции между входным и выходным сигналами, представленными на рис. 3. При этом входной сигнал не должен содержать помех частоты 50 Гц и кратных ей. На рис. 5 представлены графики корреляционного анализа сигналов.

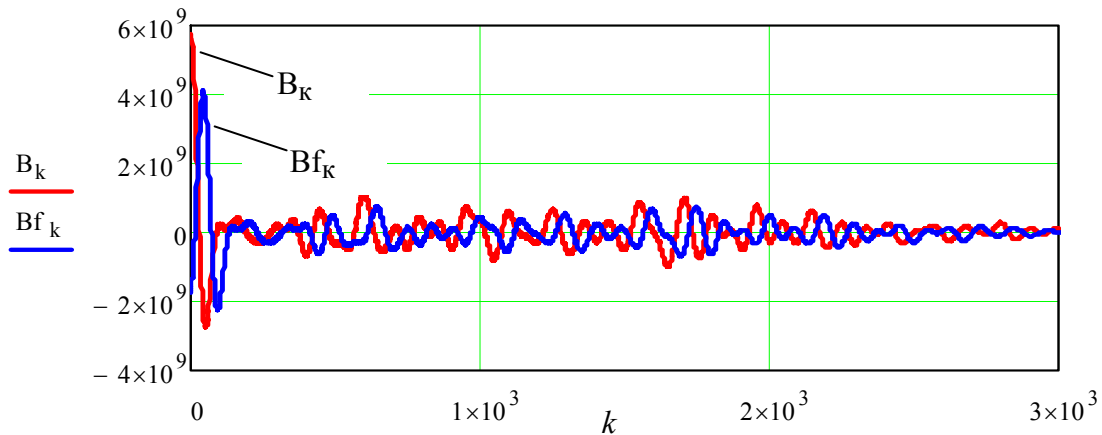


Рис. 5. Сравнение графиков автокорреляции входного сигнала (B_k) и взаимной корреляции между входным и выходным сигналами (Bf_k)

Таким образом, предложенный эллиптический ФНЧ является полноценной заменой используемого ФНЧ Баттерворта. Следует заметить, что эллиптический ФНЧ представляет собой одну МС, и его использование позволяет снизить затраты на реализацию схемы и уменьшить вероятность выхода устройства фильтрации из строя.

Л и т е р а т у р а

1. Разработка средств поиска, управления и контроля состояния внутритрубного тампонагерметизатора : отчет о науч.-исслед. работе. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009.
2. Баскаков, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы / С. И. Баскаков, 2000. – 78 с.
3. Low Noise, 8th Order, Clock Sweepable Elliptic Lowpass Filter / Linear Technology Corporation // Официальный сайт производителя. – 2013. – Режим доступа: <http://cds.linear.com/docs/en/datasheet/10641fa.pdf>. – Дата доступа: 10.04.2014.