

УДК 681.3:396(075)

А. А. Довженко

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
Кафедра ЗТиРИ, ФЭЛ, НТУУ «КПИ», г. Киев, Украина, E-mail: dsasha@ukr.net

УЛУЧШЕННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫМ ПОМЕХОПОДАВЛЯЮЩИМ ФИЛЬТРОМ С ФУНКЦИЕЙ ОПЕРАТИВНОГО ОТСЛЕЖИВАНИЯ УРОВНЕЙ КОНДУКТИВНЫХ ПОМЕХ

Предложена схема управления, на основе преобразования Фурье для оперативного регулирования амплитудно-частотной характеристики фильтра. Представлен метод получения спектрального распределения кондуктивных помех с использованием распространенных микроконтроллеров и аналогово-цифровых преобразователей.

Ключевые слова: Интеллектуальный сетевой помехоподавляющий фильтр, электромагнитная совместимость.

Запропонована схема управління, на основі перетворення Фур'є для оперативного регулювання амплітудно-частотної характеристики фільтру. Представлений метод здобуття спектрального розподілу кондуктивних перешкод з використанням поширених мікроконтролерів і аналогово-цифрових перетворювачів.

Ключові слова: Інтелектуальний мережевий перешкодоподавляючий фільтр, електромагнітна сумісність

Введение

Система управления на базе микроконтроллера является функционально завершенным изделием состоящим из одного или нескольких функциональных блоков. Главная особенность микроконтроллерной системы (МКС) управления - возможность программирования алгоритма и логики работы. Именно поэтому, МКС используют для управления процессами измерения, организации управления.

Постановка задачи. Выделим ряд задач, которые должна выполнять МКС по управлению вторичной обмотки дросселя помехоподавляющего фильтра [1]. Это детектирование помехи, первичный анализ, определение спектральных составляющих помехи, определение сигнала помехи в частотной и фазовой области, формирование сигнала управления вторичной обмоткой и оценка воздействия.

Разложение сигнала на частотные составляющие - эффективный метод выделения паразитной частоты (или частот), на которой присутствует помеха. Наиболее рациональным является разложение сигнала в частотный спектр с помощью преобразования Фурье. А именно с помощью алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ), так как данный алгоритм наиболее удобен для реализации. Наиболее популярны БПФ для произвольного количества отсчетов и БПФ для 2^n отсчетов. Оба алгоритма имеют свои преимущества и недостатки. БПФ для любого количества отсчетов обладает меньшей погрешностью, чем БПФ для 2^n дискретных значений сигнала. Но в то же время БПФ для 2^n отсчетов требует гораздо меньше вычислительных мощностей чем алгоритм БПФ для произвольного числа отсчетов. Для вычисления спектра и его анализа необходимо совместить устройство, которое будет преобразовывает аналоговый сигнал в цифровой, и микроконтроллер, который обрабатывает массив отсчетов.

Структурная схема представлена на рис. 1



Рис. 1

В табл. 1 приведены характеристики микроконтроллеров производства ATMEL.

Таблица 1

Семейство	MEGA	XMEGA	UC3	ARM Cortex M3	ARM Cortex M4
Максимальная частота (МГц)	20	32	66	96	120
MIPS	20	32	99	120	150

Такие параметры, как тактовая частота и максимальное количество инструкций в секунду определяют время затраченное на вычисление спектра сигнала. Наиболее предпочтителен микроконтроллер семейства ARM Cortex, так как он способен работать на более высоких тактовых частотах по сравнению с другими семействами, а значит смогут обрабатывать большее количество данных за меньший промежуток времени.

Аналогово-цифровой преобразователь выбираем с учетом определенного ряда параметров. Первый из них, это частота дискретизации. Она выбирается согласно теоремы Котельникова. Второй параметр АЦП - разрядность. Рациональным будет выбор 8-ми или 10-ти разрядного АЦП, так как целью является фиксация наличия нежелательных гармоник, а не прецизионное их измерение. Более того использование преобразователя с меньшей разрядностью уменьшает объем памяти, необходимый для хранения измерений. Примером преобразователя который удовлетворяет всем этим требованиям, может быть AD9057 (8bit 80 mspsm_{max}) производства AnalogDevices.

Однако применение структурной схемы, приведенной на рис. 1 целесообразно только для определенной полосы частот. Например, для анализа спектра частот от 3МГц до 30 МГц данную структурную схему еще можно считать рациональной. В то время, как использование данной схемы для для широкой полосы от 10кГц до 30МГц, нерационально. В данном случае это будет приводить к необходимости хранить, а после и обрабатывать огромное количество информации.

В случае необходимости анализа широкой полосы частот целесообразно разделить необходимую полосу на несколько. Это позволит избежать избыточного количества отсчетов, а значит ускорит процесс анализа полученных данных. Выбор верхней частоты в 30 МГц обусловлен тем, что на более высоких частотах приемлемое значение вносимого затухания обеспечивается классическими методами [2]. Полосу 10 кГц – 30 МГц можно разделить на три части: 10...300 кГц, 0,3...3 МГц, 3...30 МГц. Соответственно будут использоваться 3 частоты дискретизации: 600 кГц, 6 МГц, 60 МГц. На практике 3 частоты дискретизации можно получить двумя способами: применением трех АЦП или децимацией.

Проведем расчет объема памяти который потребуется для хранения данных полученных при дискретизации полосы сигнала от 10кГц до 30 МГц. Без разделения на полосы данные займут $K_1 = f_{\text{дискр.}} \cdot n_{\text{разр.}} / f_{\text{мин.}} = 60 \cdot 10^6 \cdot 8 / 10^4 = 48000$ бит = 6 кБайт, в то время как при разделении на полосы:

$$K_{21} = f_{\text{дискр.}} \cdot n_{\text{разр.}} / f_{\text{мин.}} = 60 \cdot 10^6 \cdot 8 / 3 \cdot 10^6 = 160 \text{ бит} = 20 \text{ байт}$$

$$K_{22} = f_{\text{дискр.}} \cdot n_{\text{разр.}} / f_{\text{мин.}} = 6 \cdot 10^6 \cdot 8 / 3 \cdot 10^5 = 160 \text{ бит} = 20 \text{ байт}$$

$$K_{23} = f_{\text{дискр.}} \cdot n_{\text{разр.}} / f_{\text{мин.}} = 6 \cdot 10^5 \cdot 8 / 10^4 = 480 \text{ бит} = 60 \text{ байт}$$

$$K_{21} + K_{22} + K_{23} = 20 + 20 + 60 = 100 \text{ байт}$$

Из приведенных расчетов следует, что объем данных уменьшается в 60 раз. Это позволяет увеличить скорость обработки выбранных отсчетов.

Также для увеличения скорости обработки данных, а именно вычисления спектра с помощью быстрого преобразования Фурье существует несколько алгоритмов вычисления БПФ. Все они отличаются только количеством отсчетов для вычислений и соответственно скоростью работы. Известны следующие варианты алгоритмов: для произвольного количества отсчетов, для четного количества отсчетов и для 2^n количества отсчетов. Соответственно наиболее быстрым считается алгоритм для 2^n количества отсчетов, менее быстрый для четного, а самый медленный - произвольного. Однако это не означает что алгоритм для « 2^n » будет рациональнее для любого случая. Например, для приведенного выше случая пришлось бы либо уменьшать количество отсчетов до 16, либо увеличивать до 24, что приведет к увеличению объема данных, а значит и увеличит время обработки. Соответственно, в приведенном выше случае, более рационально применять алгоритм для четного количества отсчетов.

Выводы

Предложена реализация блока управления интеллектуальным сетевым помехоподавляющим фильтром с учетом критерия снижения себестоимости и применения распространенных компонентов. Реализован алгоритм быстрого преобразования Фурье при разделении полосы частот на несколько участков. Данный подход к решению поставленной задачи обуславливает снижение хранимого и обрабатываемого массива данных в несколько десятков раз, что в свою очередь позволяет применять микроконтроллеры с меньшей тактовой частотой.

Список литературы

1. О. О. Довженко, В. В. Пилинский, В. Б. Швайченко Засади застосування інтелектуальних протизавадових фільтрів в електромережах: апаратні можливості інтелектуальних фільтрів для забезпечення електромагнітної сумісності / Технічна електродинаміка, тем. вип. «Проблеми сучасної електротехніки», – Ч.3, – 2010. – С.73–76
2. Е. С. Бландова, И. И. Серезенко Помехоподавляющие изделия, выпускаемые электронной промышленностью России/ – Электронная промышленность. – № 4. – 2000.

ADVANCED CONTROL UNIT MAINS SUPPRESSION FILTER WITH THE FUNCTIONS OF THE RF INTERFERENCE CURRENT LEVEL MONITORING

A.A. Dovzhenko

Audio Engineering and Registration of Information Department, Faculty of Electronics
NTUU «KPI» E-mail: dsasha@ukr.net

Proposed control scheme uses the principle of fast Fourier transform for the operational control of the frequency response of the filter. A simple method of obtaining the spectral distribution of conducted interference with the use of the budget of microcontrollers and analog-to-digital converters.

Keywords: Intelligent network EMC filter, electromagnetic compatibility.

11. *A. A. Dovzhenko, V. V. Pylynskyi, V. B. Shvaychenko*. Principles applying intellectualnyh protyzaodovyh filters in power: the hardware capabilities of intelligent filters for EMC / Technical Electrodynamics, tem.vyp. "Problems of modern electronics", Part 3, 2010. – С.73–76

12. *E. S. Blandova, I. I. Serezhenko*. Suppression products manufactured electronics industry Russia / – Electronic industry. – № 4. 2000