

СЧИТЫВАНИЕ СИГНАЛОВ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСХЕМЫ МН2ХА010-03

О.В. Дворников, В. А. Чеховский
oleg_dvornikov@tut.by

Введение.

Для обработки сигналов низкоомных источников на базовом структурном кристалле МН2ХА010 разработана и серийно выпускается микросхема МН2ХА010-03.

Микросхема МН2ХА010-03 представляет собой четырехканальный усилитель напряжения для фотоприемников и предназначена для обработки сигналов низкоомного источника с внутренним сопротивлением около 100 Ом, внутренней емкостью около 60 пФ и источника опорного сигнала с внутренним сопротивлением - 1 кОм.

Универсальная структура МН2ХА010-03 позволяет за счет изменения соединений выводов ИС и номиналов внешних РС- элементов расширить область применения МН2ХА010-03 и обеспечить создание систем считывания сигналов различных чувствительных элементов датчиков.

Целью настоящей статьи является рассмотрение особенностей схемотехники и параметров канала аналоговой обработки сигналов пьезоэлектрических преобразователей, выполненного на основе микросхемы МН2ХА010-03.

Схемотехнические особенности канала считывания сигналов.

Разработанное устройство предназначено для дифференциальной системы измерения температуры газового потока, которая состоит из:

- двух струйно-акустических датчиков, расположенных в одном корпусе, но относящихся к двум каналам измерений, в которых возбуждаются акустические колебания;

- пьезоэлектрических преобразователей, преобразующих акустические колебания в электрические;

- фильтров нижних частот (ФНЧ), ограничивающих частоту электрических колебаний пьезоэлектрических преобразователей на уровне 31,2 кГц;

- двухканального инструментального усилителя (ИУ), усиливающего переменный сигнал с амплитудой приблизительно равной 1 мВ в 700 раз;

- каскадов сдвига уровня, которые преобразуют сигнал переменного напряжения в однополярный сигнал с искусственной средней точкой равной половине напряжения питания.

В связи с тем, что ФНЧ обычно реализуются на дискретных элементах, в качестве двухканального ИУ и каскадов сдвига уровня целесообразно использование четырехканальной ИС МН2ХА010-03, электрическая схема одного канала которой показана на рис. 1.

Микросхема МН2ХА010-03 усиливает дифференциальный сигнал между выводами In(N) и Ni(N) и осуществляет его фильтрацию. Здесь и далее знаком "N" и подстрочным знаком "N" обозначается номер канала (N = 1, 2, 3, 4).

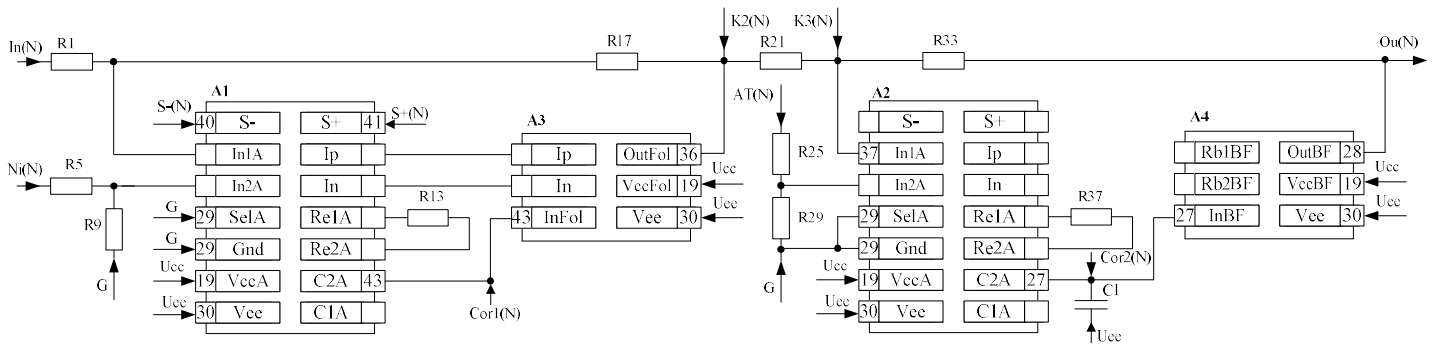


Рис. 1 - Электрическая схема одного канала микросхемы MN2XA010-03

Каждый канал микросхемы включает: источник тока, управляемый напряжением (ИТУН) A1, A2; повторитель напряжения маломощный (ПНМ) A3; повторитель напряжения выходной (ПНВ) A4.

Последовательное соединение ИТУН и ПНМ представляет собой операционный усилитель (ОУ) с маломощным выходным каскадом и коррекцией амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) осуществляемой 1-ым корректирующим конденсатором, соединенными с выводом Cor1(N).

Последовательное соединение ИТУН и ПНВ является ОУ с мощным выходным каскадом и коррекцией АЧХ осуществляемой внутренним и 2-ым корректирующим конденсатором, соединенными с выводом Cor2(N).

На ОУ с маломощным выходным каскадом реализован усилитель дифференциального напряжения, а на ОУ с мощным выходным каскадом - инвертирующий усилитель напряжения, допускающий изменение постоянного уровня напряжения на выходе $Ou(N)$ с помощью опорного сигнала, поступающего на вывод AT(N).

Для расширения области применения в микросхеме MN2XA010-03 предусмотрена возможность регулировки ряда параметров:

- коэффициента усиления напряжения внешним резистором между выводами K3(N) и $Ou(N)$;
- коэффициента усиления напряжения внешним резистором между выводами K2(N) и K3(N);
- уровня шумов за счет ограничения полосы пропускания внешними конденсаторами между Cor1(N), Cor2(N) и шиной нулевого потенциала;
- выходного напряжения покоя каждого канала с помощью потенциометра между выводами S+(N), S-(N) (средний вывод потенциометра соединен с шиной отрицательного напряжения питания).

Разработанная схема включения ИС MN2XA010-03 в качестве двухканального ИУ в канале считывания сигналов пьезоэлектрических преобразователей показана на рис. 2.

Особенности разработанной схемы двухканального ИУ:

- датчики подключаются к разъемам JS1+ и JS2+ первого и JS3+ и JS4+ второго каналов;
- в каждом канале возможно регулировка усиления первого (потенциометром Rs1, Rs2) и второго (резистором R1, R2) каскада;

- выходной сигнал снимается с разъема КТ1 для первого и КТ3 для второго каналов;
- резистор R3 имитирует нагрузку в первом, а R4 - во втором канале;
- разъем Jcm1(Jcm2) и резистор Rcm1(Rcm2) используются для подключения источника напряжения, устанавливающего выходное напряжение покоя в каждом канале отдельно.

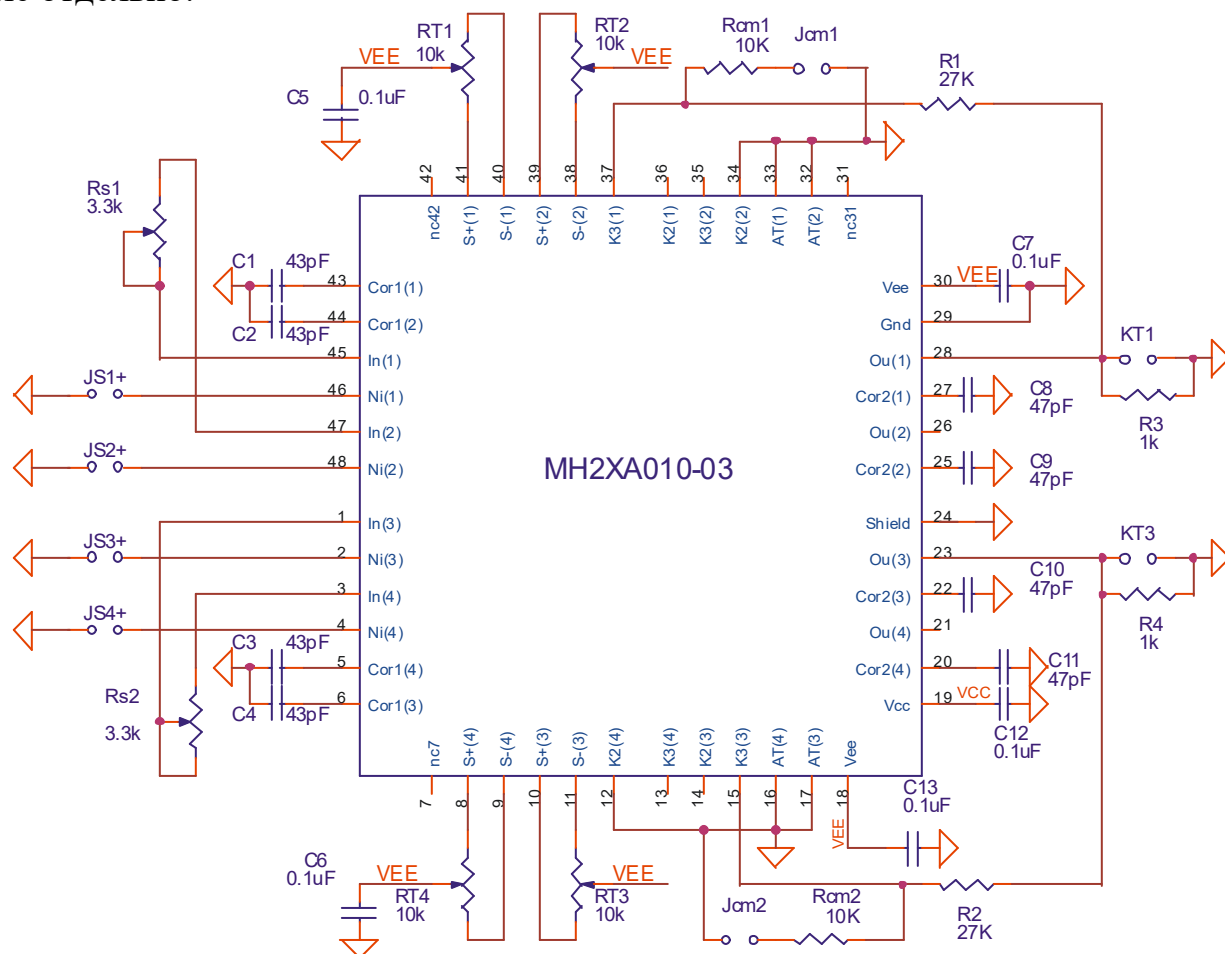


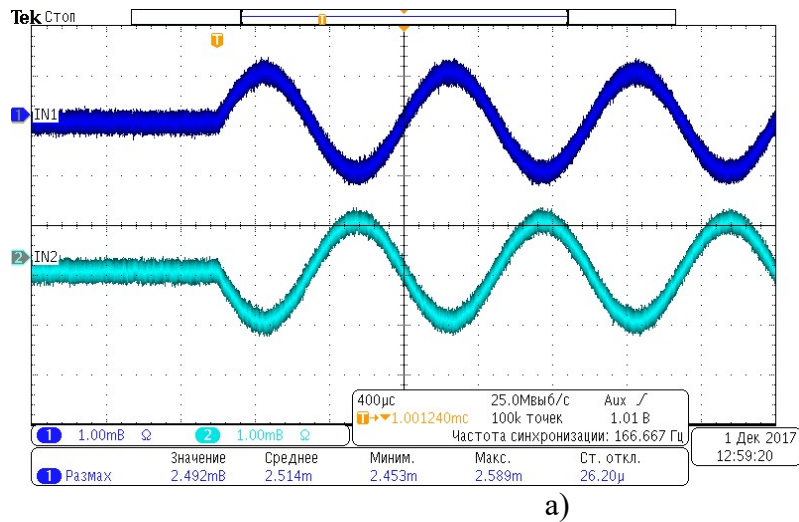
Рис. 2 - Схема включения ИС МН2ХА010-03 в качестве двухканального ИУ

Экспериментальные результаты.

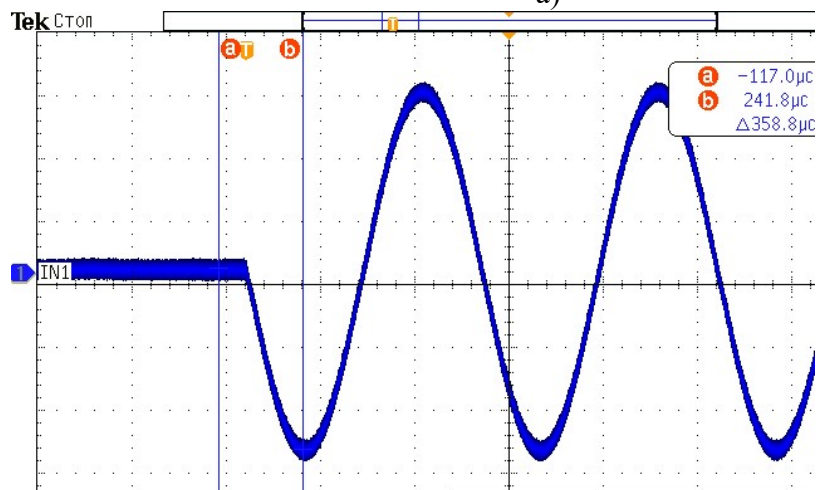
При измерениях макета двухканального ИУ использовался следующий комплект оборудования:

- двухканальный генератор сигналов AFG3152C,
- набор фиксированных аттенюаторов,
- осциллограф MDO3052,
- двухканальный источник питающих напряжений,
- ЦАП из системы 34970А-34907А.

Сигнал, подаваемый на вход каждого канала, имитировал выходной сигнал пьезоэлектрического преобразователя по форме, амплитуде и частоте (рис. 3а). На рис. 3-б показаны некоторые результаты измерений двухканального ИУ.



а)



б)

Рис. 3 - Осциллограммы дифференциального входного (а) и выходного (б) сигналов двухканального ИУ на частоте 1 кГц

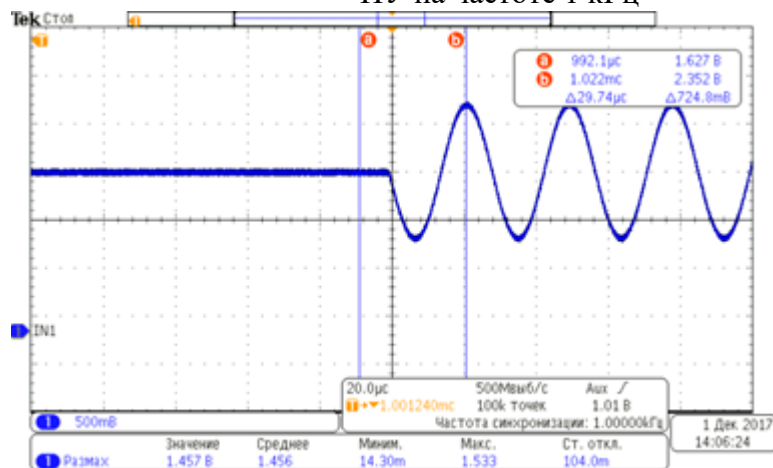


Рис. 4 - Осциллограмма усредненного выходного сигнала на частоте 35 кГц при усилении приблизительно равном 750 на частоте 1 кГц и установленной величине выходного напряжения покоя около 1,65 В

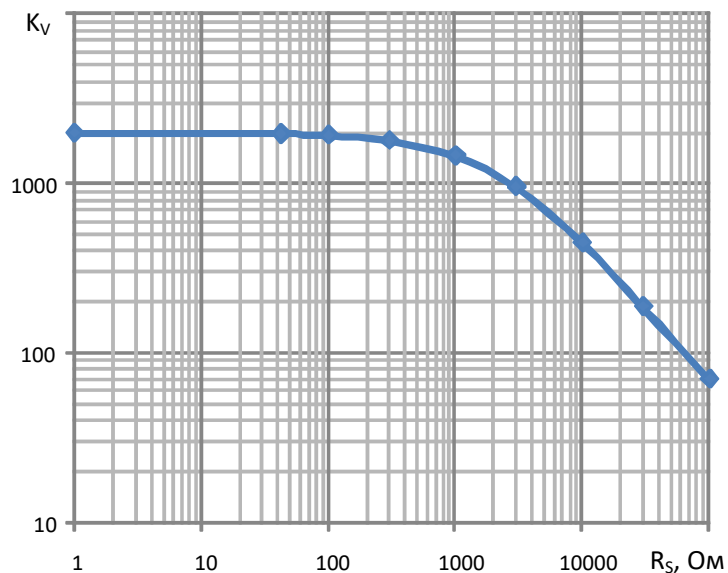


Рис. 5 - Зависимость коэффициента усиления напряжения K_V на частоте 1 кГц от сопротивления внешнего резистора R_{S1} (R_{S2})

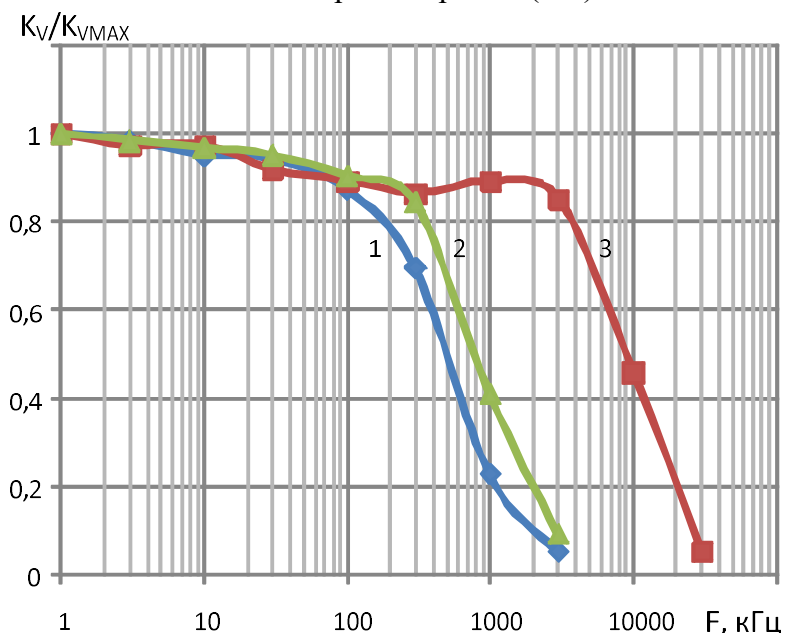


Рис. 6 - Нормированная АЧХ: 1- $R_{S1} = 0$ ($K_V = 1980$); 2- $R_{S1} = 3$ кОм ($K_V = 950$); 3- $R_{S1} = 30$ кОм ($K_V = 188$)

Анализ результатов позволил установить, что созданный двухканальный ИУ удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к каналу считывания сигналов пьезоэлектрических преобразователей, а именно:

- обрабатывает входной дифференциальный сигнал (рис. 3) требуемого диапазона амплитуд и частот;

- позволяет независимо устанавливать усиление первого и второго каскадов в каждом канале;

- обеспечивает номинальное усиление K_V около 700, диапазон регулировки K_V от 70 до 1980 (рис.5), полосу пропускания более 300 кГц при $K_V = 1980$ без внешних элементов ФНЧ;

- позволяет плавно и независимо изменять постоянное напряжение покоя на выходе каждого канала, в том числе установить требуемое для работы последующих каналов выходное напряжение, равное 1,65 В, при отсутствии входного сигнала.

К сожалению, невозможность отключения неиспользуемых в двухканальном ИУ компонентов четырехканальной ИС МН2ХА010-03 и отсутствие регулировки тока потребления приводят к значительной величине тока потребления от источников питающих напряжений (в режиме «холостого хода» при напряжении питания ± 5 В ток потребления двухканального ИУ составляет около 53 мА) и избыточному быстродействию (полоса пропускания двухканального ИУ превышает технические требования более, чем в 10 раз).