

При работе с акустобитчечкой, являясь, требуется принимать высокочастотный узкополосный световой сигнал. В этом случае целесообразно применять трансформаторную схему с компенсацией емкости ФД (рис. 2).

Первичная обмотка трансформатора $T1$ совместно с емкостью $C2$ образует параллельный контур, который настраивается на частоту питания ячейки. Вторичная обмотка трансформатора представляет собой пространственный виток (рис. 3). Каскад с общей базой на транзисторе $V3$ передает ток со вторичной обмотки $T1$ на высокоомную нагрузку $R4$. Цепь компенсации емкости на основе транзистора $V1$ работает так же, как в предыдущем устройстве.

Поступило в редакцию 1 апреля 1987 г.

УДК 621.375.087 : 550.834.08(26)

Н. И. ЖЕЛУДКОВ

(Рязань)

ПРЕДУСИЛИТЕЛЬ С ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ ВХОДОМ И ВЫХОДОМ

В технике физического эксперимента, геофизической разведке, многоканальной телеметрии типична задача усиления сигналов низкого уровня от первичных преобразователей, удаленных от измерителя-регистратора. В таких пространственно разнесенных системах между общим проводом («землей») регистратора и «землей» преобразователя возникает напряжение помехи общего вида, весьма часто превышающее напряжение полезного сигнала.

Эффективное подавление помехи общего вида достигается применением усилителей с устройствами гальванического разделения входных и выходных цепей [1] или дифференциальных измерительных усилителей (ДУ) на одном или нескольких операционных усилителях (ОУ) [2]. ДУ структурно проще, однако по своим параметрам они пока уступают первым: связь входов с общим проводом ограничивает подавление помех, а разный по каналам фазовый сдвиг снижает точность передачи [3]. Характеристики ДУ приближаются к характеристикам усилителя с трансформаторной связью, если, помимо симметричных входов, он выполнен с весьма высоким импедансом каждого из входов относительно общего провода, небольшим входным сопротивлением по каждому из них [4] (входные цепи с высоким сопротивлением весьма чувствительны к шунтированию их паразитными емкостями) и конструктивно обретает дифференциальный выход.

Этим требованиям в значительной мере удовлетворяет предусилитель [5], схема которого приведена на рис. 1. Структурно усилитель реализован в виде параллельных каналов на двух ОУ (Y_1 и Y_2); каждый ОУ охвачен цепью отрицательной обратной связи соответственно через резисторы R_3 и R_6 . Входная ветвь каждого канала выполнена из двух последовательно включенных резисторов (R_1 и R_2 в одном канале, R_4 и R_5 — в другом). Неинвертирующие входы обоих ОУ изолированы от общего провода за счет перекрестного подключения неинвертирующего входа ОУ одного канала к точке соединения резисторов во входной ветви ОУ другого канала, и наоборот (см. рис. 1).

Для устойчивого функционирования усилителя оба его ОУ должны быть тщательно согласованы по напряжению смещения $U_{см}$ или отбалансированы. Конструктивно ДУ с симметричными входами и дифференциальным выходом целесообразно выполнять на основе ИМС сдвоенного ОУ, например 140УД20 или К157УД2, поскольку оба ее канала имеют близко согласованные характеристики (коэффициент усиления, входные токи, смещение нуля и т. п.).

Общий коэффициент усиления схемы на рис. 1, определяемый как $K = (U_{вых1} - U_{вых2})/U_x$, где $U_{вых1}$ — выходное напряжение усилителя первого канала (Y_1); $U_{вых2}$ — выходное напряжение усилителя второго канала (Y_2); U_x — входное

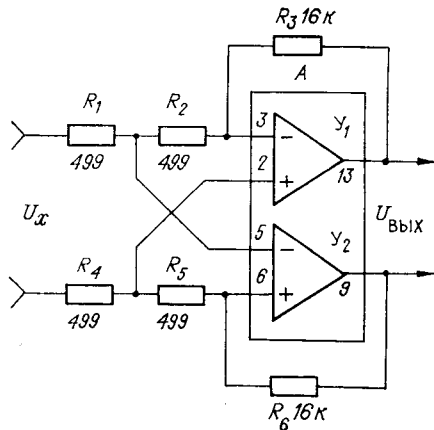


Рис. 1

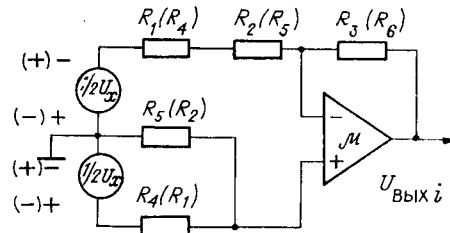


Рис. 2

напряжение предусилителя, находится методом суперпозиции по эквивалентной схеме для одного канала (рис. 2).

С учетом очевидных для усилителя с симметричными входами равенств $R_1 = R_4$; $R_2 = R_5$ и $R_3 = R_6 = R_{OC}$ выходное напря-

жение усилителя каждого из каналов можно найти из выражения

$$|U_{\text{Вых}i}| = \frac{1}{2} U_x \left[\frac{R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3}{R_1 + R_2} \left(1 + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \right],$$

где $U_{\text{Вых}i}$ — выходное напряжение соответствующего канала, $i = 1, 2$. Отсюда, если принять $R_2 = R_0 - R_1$:

$$K = 1 - \frac{R_1}{R_0} + \frac{R_{OC}}{R_0} \left(2 - \frac{R_1}{R_0} \right).$$

Нетрудно заметить, что при изменении величины R_1 от 0 до R_0 общий коэффициент усиления схемы изменяется от $1 + 2R_{OC}/R_0$ до R_{OC}/R_0 . Указанная перестройка усиления наиболее просто выполняется, если в качестве входных резисторов использовать двоиный потенциометр, а средний отвод резистора первого канала подключить к неинвертирующему входу ОУ из другого канала, и наоборот. Важно, что при таком способе изменения коэффициента усиления не изменяются входной ток и ток обратной связи каждого ОУ.

Предусилитель рассмотренной структуры был использован в качестве входного согласующего усилителя в судовой геофизической системе ГАК [6], предназначенной для сбора, накопления и регистрации на магнитную ленту данных многоканальной сейсмоакустики в полосе частот от 10 Гц до 4 кГц. Экспериментальные исследования предусилителя слабых сигналов 1 мкВ ... 150 мВ), выполненного на микросхеме типа К157УД2А, подтвердили, что по степени ослабления помехи общего вида он близок к предусилителю с устройством гальванического разделения (96 ... 100 дБ); уровень приведенных ко входу усилителя шумов близок к уровню шумов первого и не превышает 1 мкВ.

Естественно, для получения высокого значения коэффициента подавления синфазной помехи соотношения резисторов здесь так же, как и в известных структурах, должны быть согласованы с высокой степенью точности. При неточности подбора резисторов в $\pm 0,1\%$ его величина не превышает 60 дБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ноткин Ю. А., Белоцерковский Л. И., Христолюбов В. А. Высокоточный измерительный усилитель с гальваническим разделением входных и выходных цепей // Коммутация и преобразование малых сигналов.— Л.: ЛДНТП, 1974.
2. Диденко В. И., Козлов Н. В. Дифференциальные измерительные усилители // Измерение, контроль, автоматизация.— 1982.— № 1(41).
3. Алексенко А. Г., Коломбет Е. А., Стародуб Г. И. Применение прецизионных аналоговых микросхем.— М.: Радио и связь, 1985.
4. Пат. 4242741 (США). Floating shunt seismic amplifier/F. Porrish.— Оpubл. 30.12.80.
5. А. с. 995045 (СССР). Сейсмopриемное устройство/Н. И. Желудков, И. Ф. Глумов, Е. Б. Франк.— Оpubл. в БИ, 1983, № 5.
6. Глумов И. Ф. Автоматизированные геофизические комплексы для изучения геологии и минеральных ресурсов Мирового океана.— М.: Недра, 1986.

Поступило в редакцию 7 февраля 1986 г.