

- 01. Дatasheets (Datasheets)
- 02. Статьи, аналитика
- 03. Инструкции, user manuals
- 04. Принципиальные схемы
- 05. Программы
- 06. Радиолобителью
- 07. Книжная полка
- 08. Справочник
- 09. Глоссарий
- 10. Ремонт электроники
- 11. Выставки
- 12. Статьи, партнеры

Имя:

E-mail:

Последние новости
 Анонсы статей

Я не робот

geSARTSNA
Конфиденциальность - Условия использования

SamacSys Free Unlimited Downloads

Schematic Symbols
PCB Footprints
3D Models

Download Models

Р / Л ТЕХНОЛОГИЯ

Главная ► Радиолобителью ► Р/л технология

УМЗЧ на микросхеме LM3886 с глубокой ООС

В статье предложен усилитель мощности на популярной микросхеме, отличающийся использованием ИТУН в качестве входного буферного каскада и параллельной ООС. Эта особенность позволила получить в рабочей полосе частот максимально возможную глубину обратной связи, достигаемую для микросхемы, и существенно уменьшить её нелинейные искажения и шум в сравнении с типовым включением.

В этой статье продолжается тема максимизации отрицательной обратной связи (ООС) в УМЗЧ с учётом их схемотехнических особенностей. Как отмечено в [1], основная идея такого подхода состоит в том, чтобы обеспечить максимальное снижение нелинейных искажений в мощных каскадах усилителей.

Напомним, что для кардинального снижения нелинейных искажений глубина ООС должна быть максимальной при очень большом запасе усиления внутри петли. В пределе ООС может быть стопроцентной, что, например, для мощного ОУ означает прохождение искажений сигнала на инвертирующий вход без ослабления. Сама ООС должна обеспечивать крайне малое время реакции в петле ООС (ВРП ООС) [1, 2].

Подобные принципы, по сути, являются фундаментом, на котором базируются прочие параметры усилителя. Однако в явном большинстве УМЗЧ эти условия выполняются лишь частично.

Автором этой статьи на протяжении ряда лет опубликовано несколько схем УМЗЧ различной степени сложности [1-3], в которых достаточно полно реализованы достоинства многоканальных усилительных структур (МКУС), в том числе с усилением мощности на микросхеме LM3886 [2], однако упрощённым такой усилитель назвать сложно.

Если же в УМЗЧ не использовать структуру МКУС, то можно реализовать только один из трёх важных критериев - стопроцентную ООС в рабочей полосе частот, охватывающую каскады, вносящие заметные нелинейные искажения. Структура такого усилителя показана на рис. 1 (рис. 2 в [1]). Здесь входной источник тока, управляемый напряжением (ИТУН), создаёт входной ток для инвертирующего усилителя. Этим и создаются условия для получения стопроцентной ООС. Сразу заметим, что для минимизации общих нелинейных искажений ИТУН должен работать в малосигнальном режиме (на уровне не более -40 дБ от максимального). Его практическая схема может быть реализована на основе различных полупроводниковых приборов, в том числе и высококачественных ОУ.

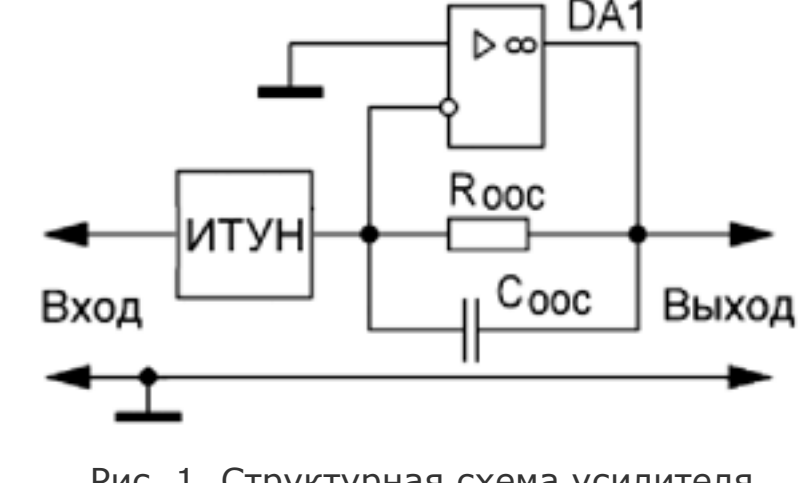


Рис. 1. Структурная схема усилителя

В целом это универсальная структура, которая подходит для любых микросхем УМЗЧ, в том числе и мощных ОУ, но среди них очень мало скорректированных для коэффициента усиления по напряжению $K_U = 1$, хотя многие маломощные ОУ имеют такую же фазово-частотную коррекцию. Не обладает такой коррекцией и микросхема усилителя мощности LM3886 [4], способная обеспечить выходную мощность до 68 Вт на нагрузке сопротивлением 4 Ом.

Устойчивая, без признаков возбуждения, работа такого усилителя возможна только при $K_U \geq 10$. Но уже при $K_U = 5$ микросхема может проявлять неустойчивость при перегрузке, а при $K_U = 2$ микросхема LM3886 явно склонна к самовозбуждению. То есть получается, что при попытке уменьшить коэффициент ослабления в петле ООС усилитель становится неустойчивым.

Понятно, что здесь устойчивость необходима именно в области высоких частот (выше 100 кГц). Поэтому можно создать необходимый коэффициент передачи по петле ООС на высоких частотах, а на низких, звуковых, получить ООС почти без ослабления. Такой компромиссный вариант реализован в структурной схеме, показанной на рис. 2.

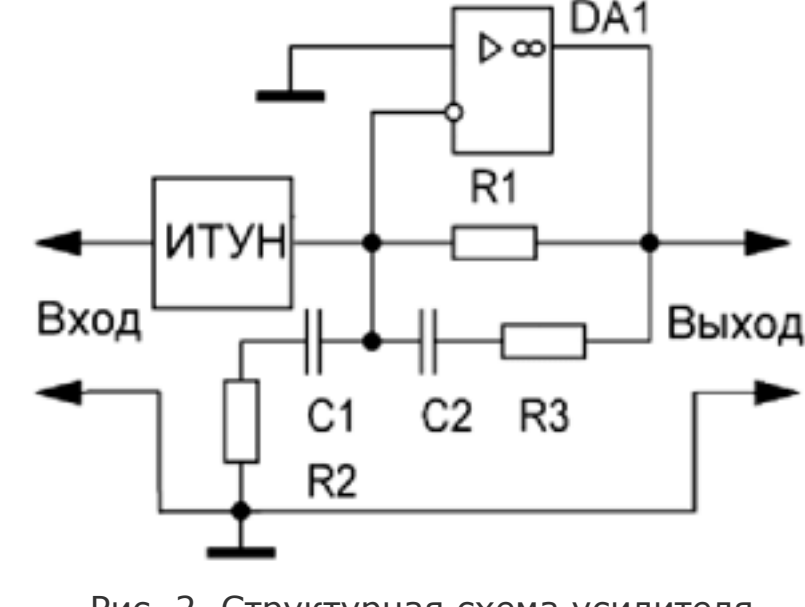


Рис. 2. Структурная схема усилителя

В такой структуре микросхема УМЗЧ охвачена частотно-зависимой ООС в виде RC-делителя из звеньев R2C1 и R3C2, причём R3/R2 = C1/C2 = 10. На звуковых частотах этот делитель не действует, и ООС осуществляется через резистор R1. Благодаря этому и получается стопроцентная ООС, без ослабления. По такому принципу и работает УМЗЧ, схема которого показана на рис. 3, где входной ИТУН и усилитель мощности на микросхеме LM3886 представлены как два каскадно-соединяемых узла.

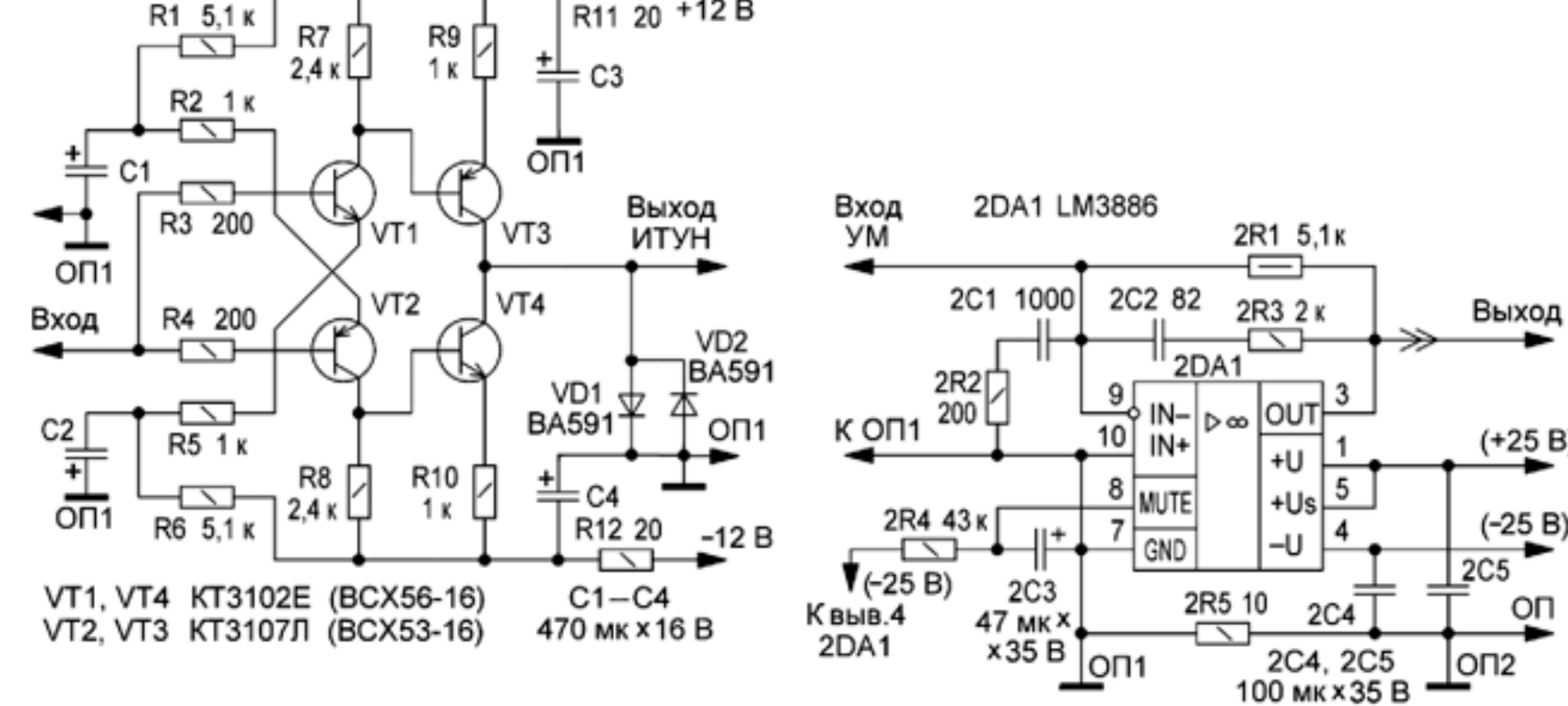


Рис. 3. Схема УМЗЧ

Глубина ООС в такой структуре возрастёт на 26 дБ (в 20 раз) относительно значения [4] для типовой схемы включения. Но на высоких частотах она будет менее глубокой, т. е. усилитель будет обладать меньшим запасом усиления внутри петли. В этом случае применительно к микросхеме LM3886, помимо снижения уровня нелинейных искажений, улучшаются шумовые характеристики (отношение сигнал/ шум). Время реакции петли ООС (ВРП ООС) будет, однако, связано с частотой среза частотно-корректирующего делителя.

Основные технические характеристики

Выходная мощность, Вт, на нагрузке	
8 Ом.....	29
4 Ом	51
Коэффициент гармоник в полосе 3Ч, %, не более	0,01
Выходное сопротивление, Ом	0,01
Полоса рабочих частот, кГц	0...20

Выходное сопротивление цепи ООС в типовой схеме включения [4] приблизительно равно сопротивлению резистора, замыкающего цепь ООС на общий провод, - 1 кОм. В предлагаемой версии выходное сопротивление петли ООС приблизительно равно сопротивлению резистора 2R1 (5,1 кОм), который выбран относительно низкоомным с целью уменьшения влияния входной нелинейности и шумового тока микросхемы и самого резистора.

Немного о каскаде ИТУН, выполненного на комплементарных транзисторах. Они образуют симметричную усилительную структуру ОЭ-ОЭ с местной ООС, повышающей выходное сопротивление каскада. Сигнал, поступающий на вход усилителя, приходит на базы транзисторов VT1 и VT2, которыми усиливается по напряжению в соотношении $K_{U1} = R7/R5 = R8/R2$. Далее с коллекторов VT1, VT2 сигнал поступает на базы транзисторов VT3, VT4, образующих в коллекторной цепи источник переменного (двунаправленного) тока. Токвые сигналы ИТУН с этих транзисторов суммируются и поступают на вход микросхемы LM3886, охваченной параллельной ООС через резистор 2R1 сопротивлением 5,1 кОм. В этом случае крутизна передачи этого ИТУН равна 5 мА/В. В результате коэффициент передачи по напряжению в этом УМЗЧ получается равным 25 ($K_U = 2R1 \times 5 \text{ мА/В}$).

Ток коллектора транзисторов VT1, VT2 задан резисторами R5, R6 и R1, R2, а также питающим напряжением (+/-12 В). Соответственно, изменение питающего напряжения ИТУН приводит к изменению его электрического режима. Как следствие, постоянная составляющая выходного тока ИТУН сильно зависит от точности и стабильности питающего напряжения, поэтому стабильность напряжения питания должна быть высокой.

При настройке ИТУН его удобно подключить к отдельному нагрузочному резистору сопротивлением 200 Ом. В этом случае при крутизне ИТУН 5 мА/В выходное напряжение на этом резисторе ($K_i = 1 = 200 \text{ Ом} \times 5 \text{ мА/В}$) будет равно входному. Диоды VD1, VD2 при налаживании ИТУН следует отключить. В качестве входного ИТУН возможно применение и других вариантов схемы, например, по рис. 4 в [1].

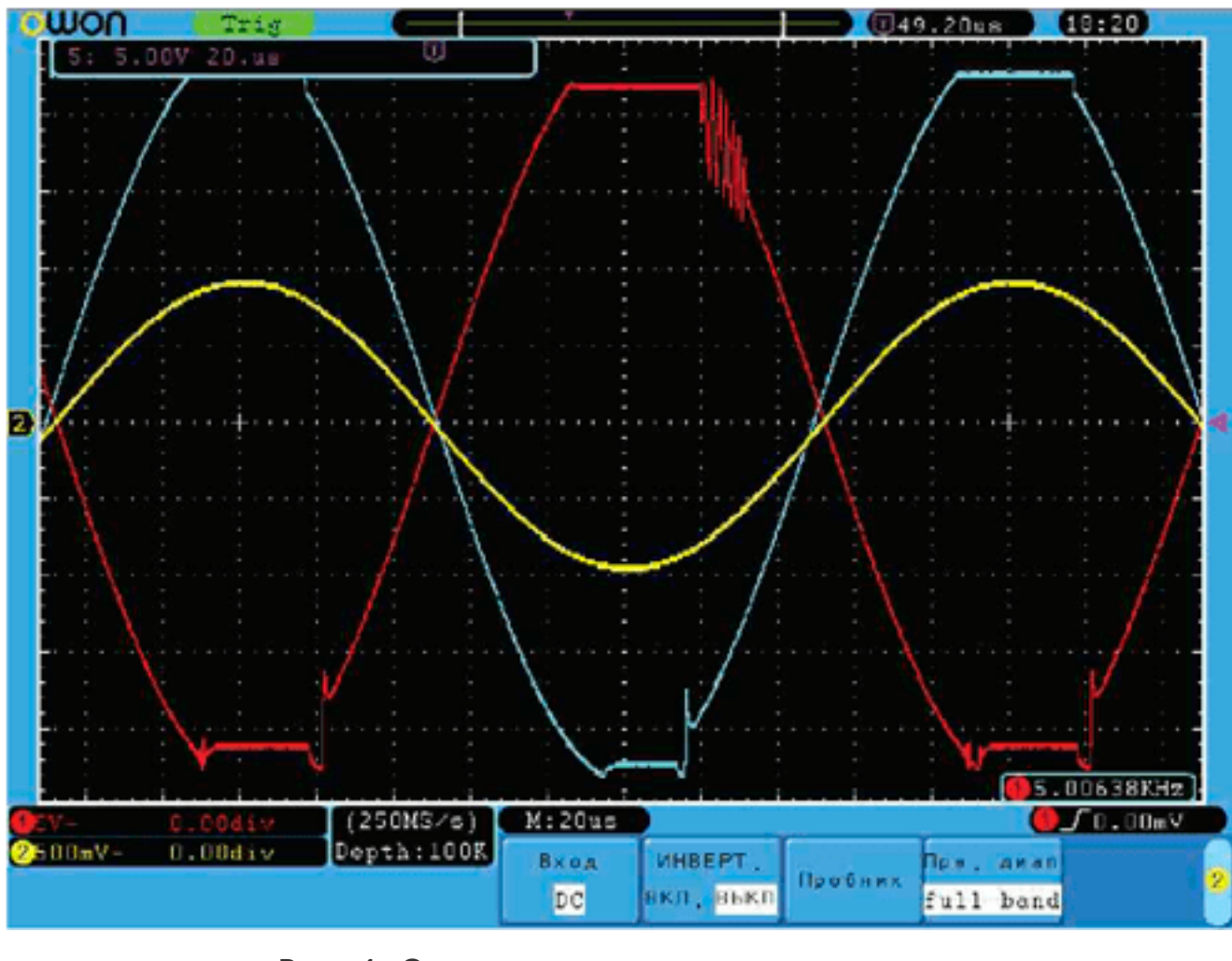


Рис. 4. Осциллограммы входного сигнала

При больших уровнях ВЧ-сигнала (с амплитудой фронта импульса на выходе мощного ОУ более 30 В) фазово-частотная коррекция ОУ может оказаться недостаточной. Но здесь следует отметить, что звуковые сигналы, где присутствовали бы мощные ВЧ-импульсы, отсутствуют. Как следствие, при работе УМЗЧ в линейном режиме (т. е. без перегрузки) его устойчивость к возбуждению сохраняется высокой, что обусловлено достаточным для такого режима запасом фазово-частотной коррекции микросхемы.

Но также понятно, что при выходе из режима перегрузки УМЗЧ сигналом большого уровня его низкая перегрузочная способность по входу приводит к его кратковременной неустойчивости. На рис. 4 показаны осциллограммы входного сигнала частотой 5 кГц (жёлт.), выходного сигнала (красн.) при нагрузке сопротивлением 4 Ом и без нагрузки (голуб., смещено на полпериода для удобства наблюдения).

В целом это явление связано с конечным значением ВРП ООС (особенно при работе на низкоомную нагрузку) и отсутствием достаточного запаса фазово-частотной коррекции для обработки скачка напряжения при выходе из ограничения. Последнее означает, что для сохранения устойчивости усилителя и при выходе из ограничения можно рекомендовать увеличение коэффициента ослабления на ВЧ в цепи ООС до 26 дБ.

В реальной конструкции усилителя, работающего от различных источников сигналов, в том числе и с постоянной составляющей выходного напряжения, следует применить входной разделительный RC-фильтр из плёночного конденсатора ёмкостью не менее 2,2 мкФ и резистора сопротивлением 47 кОм.

Акустическую систему, присоединяемую через акустический кабель, следует подключать к выходу УМЗЧ через параллельную RL-цепь с резистором сопротивлением 10 Ом (мощность 1-2 Вт) и катушкой индуктивностью 1...1,5 мГн, намотанной обмоточным проводом диаметром 0,8...1 мм.

Литература

1. Литаврин А. МКУС в УМЗЧ с биполярными и полевыми транзисторами (универсальная структура). - Радио, 2015, № 10, с. 12-16; № 11, с. 7-9.
2. Литаврин А. МКУС в усилителях с интегральными микросхемами мощных УМЗЧ (универсальная структура). - Радио, 2016, №4, с. 13-18.
3. Литаврин А. Многоканальная усилительная структура в УМЗЧ класса D. - Радио, 2017, №6, с. 8-10; № 7, с. 7-11.
4. LM3886 - Audio Power Amplifier. - URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm3886.pdf> (10.07.18).

Автор: А. Литаврин, г. Березовский Кемеровской обл.

Дата публикации: 19.11.2018

Рекомендуем к данному материалу ...

- [МКУС в усилителях с интегральными микросхемами мощных УМЗЧ \(универсальная структура\)](#) | [Электрониканет](#)

МНЕНИЯ ЧИТАТЕЛЕЙ

Нет комментариев. Ваш комментарий будет первым.

Вы можете оставить свой комментарий, мнение или вопрос по приведенному выше материалу:

Имя*

Текст*

Я не робот

geSARTSNA
Конфиденциальность - Условия использования