

Усилитель «КОЛИБРИ» или МКУС в УМЗЧ

Здесь продолжается тема, о МногоКанальных Усилительных Структурах (МКУС) на основе критериев отрицательной обратной связи (ООС), и в целом представляет собой логическое продолжение предыдущих публикаций [1]. Данный УМЗЧ (КОЛИБРИ) обладает небольшой (1 - 2 Вт) выходной мощностью и реализован на основе МКУС. Он имеет дополнительный (параллельный) усилительный канал по входу (ОУ DA2). Его мощный канал усиления работает на основе мощных радиочастотных ОУ (THS6012, LT1210).

Усилитель это устройство, которое всецело работает под контролем ООС. Соответственно качество и точность, с которой ООС может формировать сигнал, однозначно связана с критериями ООС. Как следствие, с точки зрения точности работы и максимизации качественных характеристик усилителя, Время Реакции Петли ООС (ВРП ООС) должно быть крайне малым и одновременно с этим высоко стабильным. Полоса работы ООС максимально широкая, а её глубина предельно (крайне, гипер) глубокая. Сама ООС должна быть стопроцентной, т.е. деление (ослабление) сигнала по петле ООС, как на ВЧ, так и на НЧ, должно отсутствовать или быть весьма малым [1 - 4]. По совокупности всё это обеспечивает предельно высокую точность петли слежения ООС.

Также при очень глубокой ООС, имеется возможность для ряда каскадов усилителя работать в малосигнальном режиме. Или даже в почти статическом режиме. И критерий здесь весьма прост – нет сигнала, нет и искажений!

В целом игнорирование критериев ООС при разработке УМЗЧ – это прямой путь к профанации. Применительно к интегральным (микросхемным) УМЗЧ с глубиной ООС у них скажем так ну не очень. При этом они хронически имеют большое ВРП ООС, что обусловлено значительным числом последовательных низкочастотных каскадов усиления. В целом эти так называемые «звуковые» усилители предназначены для работы с большим усилением. То есть, по сути, они почти все, тотально страдают большим делением (ослаблением) по петле ООС. Значительное деление (ослабление) сигнала по петле ООС это серьезный недостаток, граничащий с патологией. Это вовсе не значит, что подобные усилители работают очень плохо, но до предельно высоких технических и аудио характеристик им далеко.

Робкие попытки уменьшить коэффициент деления по петле ООС, в таких усилителях, ведут к его возбуждению, либо к его работе на грани возбуждения. Поэтому в некоторых случаях, когда требуется небольшой коэффициент передачи усилителя, применяют немного юморные решения, когда входной сигнал сначала уменьшается (делится), а уж потом сильно усиливается.

Между тем существует класс достаточно мощных быстродействующих ОУ, у которых обозначенные выше недостатки отсутствуют – например THS6012 и LT1210. Эти радиочастотные ОУ допускают работу со стопроцентной ООС, но для повышения быстродействия, они обладают токовой ООС (ТОС). Токовая ООС это, безусловно, недостаток, который снижает точность работы ООС и увеличивает уровень шума. Но в целом достоинства перевешивают.

На рис. 1 приведена схема неинвертирующего усилителя, а на рис. 2 приведена схема для инвертирующей схемы включения ОУ THS6012 и LT1210. Соппротивление R3 на инвертирующих входах ОУ разрешают этим ОУ с ТОС работать в режиме со стопроцентной ООС (C1). Усилитель на сдвоенном ОУ THS6012 весьма удобно применить в качестве телефонного. Более мощный усилитель на ОУ LT1210 возможно

применить в качестве УМЗЧ для маломощных акустических систем сопротивлением 4 – 8 Ом при мощности (1 - 2 Вт).

Дополним схемы усилителей на рис. 2 дополнительным усилительным каналом см. рис. 3 и рис. 4. включенным по входу (ОУ DA2 – ОРА1656). Что возможно благодаря высокому быстродействию THS6012 и LT1210. Этим создаётся запас усиления по петле порядка 100 дБ и режим работы усилителей на основе крайне глубокой ООС. Что устраняет недостатки самих ОУ THS6012 и LT1210.

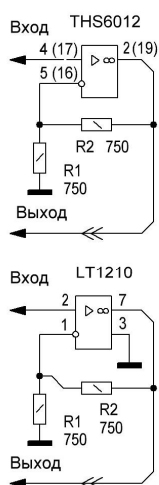
Прецизионный усилитель сигнала ОУ DA2 усиливает сигнал ошибки, которая выделяется своей петлёй ООС ($R5/R4 = R2/R1$), который далее поступает на вход мощного ОУ DA1 (R6). Соответственно ОУ DA2 управляет (окончательно уточняет выходной сигнал) ОУ DA1 (через R6), исходя из критерия именно своей прецизионной крайне глубокой ООС. Сам блок прецизионного усилителя сигнала можно рассматривать как дополнительный селектор сигнала искажений.

Следует отметить, что при идеальных условиях $R5/R4 = R2/R1$. Однако токовая ООС здесь вносит свои коррективы. Например (для звуковых частот), более точным номиналом R4 (рис. 4.) следует считать не 1,5 кОм, а номинал на 1% - 2% меньше (1480 Ом). В реальности это удобно сделать при помощи дополнительного параллельного резистора номиналом в 50 – 100 раз большим 75 к – 150 к. Это ведёт более точному балансу моста и т.е. к уменьшению сигнала на выходе ОУ DA2.

Конечно, усилитель здесь мог бы быть дополнен входным ИТУН (взамен R4), для получения стопроцентной ООС на НЧ, как например в [1]. Однако качественный ИТУН это относительно сложное устройство. Поэтому применение здесь ИТУН, возможно несколько избыточно, тем более что коэффициент деления по петле весьма небольшой.

Касательно прочих модификаций и дополнений, например на тему однополярного питания или уомощнения выходного каскада путём запаараллеливания мощных ОУ. То это в целом возможно, но эта скажем так тема для другой статьи.

Усилитель "КОЛИБРИ" (THS6012, LT1210)



forum.vegalab.ru/showthread.php?t=96099

Рис. 1

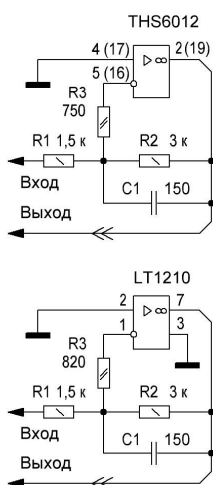


Рис. 2

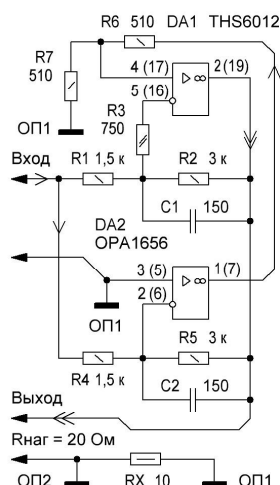


Рис. 3

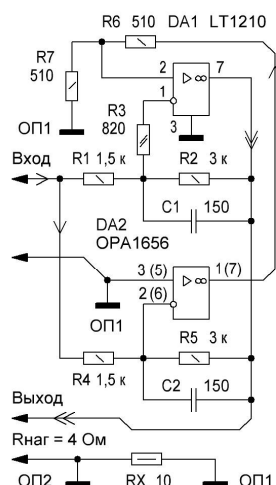


Рис. 4

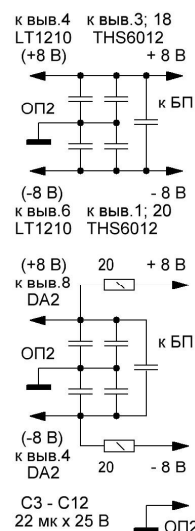


Рис. 5

1. Литаврин А. Усилитель «АРХОНТ» или МКУС в УМЗЧ (универсальная структура №2). — АРХОНТ-001.ZIP (<https://forum.vegalab.ru/showthread.php?t=96099>)

2. Литаврин А. МКУС в УМЗЧ с дискретным выходом. (универсальная структура). — Радио, 2015, № 10, с. 12—16; № 11, с. 7—9.

3. **Литаврин А.** МКУС в УМЗЧ с интегральным выходом. (универсальная структура). — Радио, 2016, № 4, с. 13—18.

4. **Литаврин А.** МКУС в УМЗЧ с выходом класса D. (универсальная структура). — Радио, 2017, № 6, с. 8—10; № 7, с. 7—11.

Литаврин А. В. 2025 г.