

Микрофонный микшер

<http://pspicelib.narod.ru>

В настоящее время выпускаются множество типов отечественных очень дешёвых двоярных и четверённых операционных усилителей с неплохими параметрами. Это позволяет вообще отказаться от использования транзисторов, с которыми много хлопот по поддержанию их рабочего режима. При этом схемотехника усилительных устройств становится предельно ясной и изящной. Примером служит схема микрофонного микшера для организации режима КАРАОКЕ при использовании внешнего любительского усилителя мощности. Особенностью схемы является организация цепей смещения ОУ при однополярном источнике питания.

Назначение этого устройства обеспечить простейшую регулировку усиления и микрофонный интерфейс для усилителя мощности звуковой частоты. При использовании этого модуля можно петь под музыку с любимого компакт-диска (караоке) или просто использовать регулировку усиления, чтобы настроить уровни сигналов с входных линий.

Параметры микрофонного микшера.

- Питание: от 5.0 до 12 В, ток потребления не более 10 мА
- Звуковые входы: L-левый канал, R-правый канал. Номинальный двойной размах входного сигнала 1 V_{rms}. Индивидуальная плавная регулировка усиления по каналам L/R от 0 до 2.
- Звуковые выходы: L-левый канал, R-правый канал. Напряжение на выходе имеет смещение по постоянному току $V_{cc}/2$, номинальный коэффициент нелинейных искажений 0.004 % на частоте 1 кГц.

В качестве гнезда для подключения микрофона следует использовать соединитель, совместимый со стандартными микрофонами.

Основой микрофонного микшера служит микросхема КР1446УД1. В одном корпусе размещено два Rail to Rail универсальных операционных усилителя комплементарной МОП-структуры. Полоса пропускания, искажения и шумовая характеристика КР1446УД1 делают его идеальным для применения в аудио аппаратуре.

КР(КФ)1446УДхх (<http://www.angstrom.ru>) - серия КМОП интегральных операционных усилителей (ОУ) с расширенным диапазоном допустимых входных (от $-U_{cc}$ до $+U_{cc}$ включительно) и выходных напряжений. Серия включает 9 ОУ: КР(КФ)1446УД1/УД2/УД3/УД4/УД5/ УД 11 /УД12/УД13/УД14.

Усилители имеют широкий диапазон допустимых напряжений питания. Напряжение питания может быть либо однополярным ($-U_{cc} \geq 0$ или $+U_{cc} \leq 0$), либо двуполярным ($-U_{cc} < 0$ и $+U_{cc} > 0$). В любом случае напряжение U_{cc} на выводе $+U_{cc}$ относительно вывода $-U_{cc}$ может изменяться в пределах от +2.5В до +7В для усилителей УД1, УД5 и от +3,0В до +12,0В для УД 11, УД 14.

В корпусе (кристалле) интегральной схемы размещается либо по 2 одинаковых ОУ (УД1, 11,2, 12, 4, 14, 5), либо по 4 ОУ (УД3, 13). ОУ в микросхемах УД2 и УД3, а так же УД12 и УД13 идентичны.

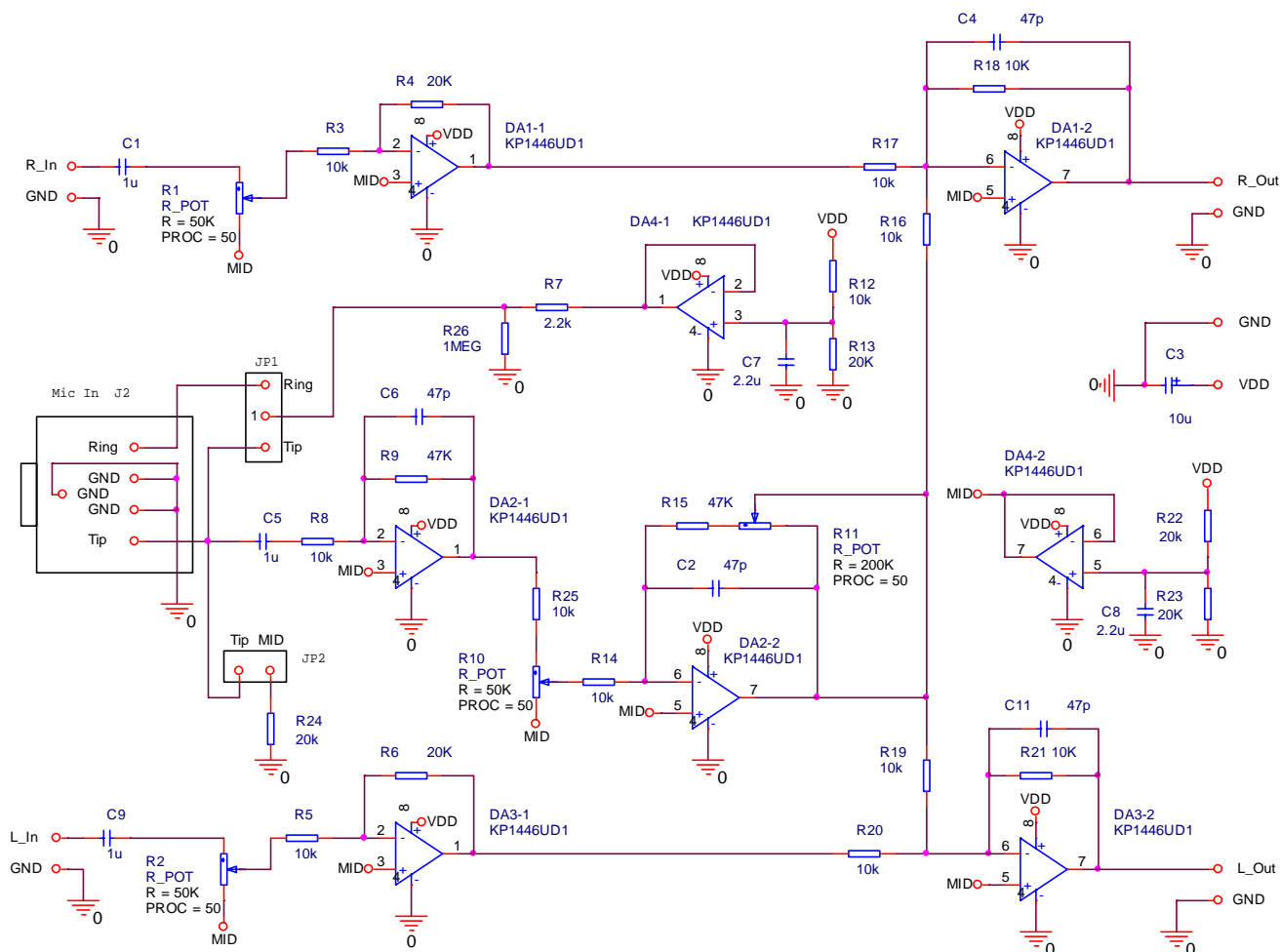
Микрофонный микшер состоит из трех каналов: двух звуковых каналов (стереоканал) и микрофонного канала. Затем сигнал микрофонного канала суммируется с сигналами стереоканала.

Линейные входы звуковых каналов соединены через конденсаторы ёмкостью 1 мкФ с потенциометрами регулировки усиления (R1 – правый канал, R2 – левый канал). Закон изменения сопротивления от положения движка – логарифмический. Это компенсирует нелинейную чувствительность уха к уровню звука. Каскады входных усилителей с коэффициентом усиления 2 используются как буферы регуляторов усиления для суммирующих каскадов (DA1-1, DA3-1). Напряжение MID (виртуальное заземление) используется, чтобы сместить звуковой АС-сигнал к середине питающего напряжения, чтобы предотвратить положительное или отрицательное отсечение сигналов звуковой частоты. Напряжение MID формируется делителями напряжения из напряжения питания и буферизируется усилителем с единичным усилением (DA4-2).

Микрофонный интерфейс совместим с типовыми электретными микрофонами для звуковых видеокарт и динамическими микрофонами. Электретные микрофоны требуют для работы питающего напряжения. Цепь питания микрофона, с помощью джамперов JP1 и JP2, может быть переконфигурирована так, чтобы создать требуемое напряжение на микрофонном соединителе J2. После нескольких экспериментов можно определить требуемую установку джамперов схемы для конкретного микрофона. Напряжение смещения для микрофона сгенерировано резисторным делителем из основного напряжения питания и равно $0.66 \cdot V_{dd}$ и буферизировано DA4-1. Входной каскад микрофонного канала (DA2-1) – инвертирующий усилитель с коэффициентом усиления 4,7. Он служит буфером регулятора усиления R10. Изолирующий резистор R25 приводит каскад к максимальному коэффициенту усиления $0.8 \cdot 4,7 = 3,8$. Основным каскадом усиления микрофонного канала является каскад регулирования уровня (DA2-2). Его усиление может быть установлено в диапазоне 2..22 подстроечным резистором R11. Это позволяет получить максимальное усиление микрофонного канала $4,7 \cdot 0,8 \cdot 22 = 83$. Конденсатор C2, ёмкостью 47 пФ, размещенный параллельно резисторам обратной связи, ограничивает полосу пропускания каскадов усиления микрофонного канала. Этим методом предотвращается возбуждение при высоком коэффициенте усиления и используется в обоих каскадах.

Выходные каскады микшера (DA1-2, DA3-2) - суммирующие усилители с единичным усилением, которые суммируют сигналы с линейных входов с сигналом от микрофонной схемы согласно соотношению, установленному движками регуляторов уровня. Для ограничения полосы пропускания тоже используются конденсаторы, чтобы стабилизировать работу выходных каскадов на неизвестные нагрузки, возможно, с большими ёмкостями.

Рис. 1. Схема микрофонного микшера.



Элементная база желательна малогабаритная. Если в качестве регуляторов усиления использовать ползунковые регуляторы с монтажом на печать, то монтаж микшера можно выполнить одной платой.

DA1, DA2, DA3, DA4 – KP1446UD1 сдвоенный операционный усилитель с частотой единичного усиления 1,3 МГц

C1,5,9 - 1.0 мкФ керамический

C2,4,6,11 - конденсатор, 47 пФ керамический

C3 - конденсатор, 10 мкФ электролитический

C7,8 - конденсатор, 2.2 мкФ керамический

C10,12 - конденсатор, 0.1 мкФ керамический

R1,2,11 – 50 кОм, потенциометры с логарифмической характеристикой

R3,5,8,12,14 - резистор, 10 кОм

R16,17,18,19 - резистор, 10 кОм

R20,21,25 - резистор, 10 кОм

R4,6,13,15 - резистор, 20 кОм

R22,23,24 - резистор, 20 кОм

R9 - резистор, 47 кОм

R7 - резистор, 2.2 кОм

R10 – 200 кОм, подстроечный резистор

JP1,2 - джамперы

J2 - 1/8" Stereo

Макромодель KP1446УД1

Схема была нарисована и промоделирована средствами электронного САПР OrCAD V10.5. При этом использовалась макромодель Бойля (листинг. 1), которая создана на основе типичных электрических характеристики KP1446УД1 при $T = 25^{\circ}\text{C}$. Параметры реальных ОУ находятся, в большинстве случаев, в допуске 20%. Множество подходящих PSpice моделей отечественных и импортных операционных усилителей можно найти на сайтах <http://pspice.comtv.ru> и <http://pspicelib.narod.ru>.

Макромодель моделирует.

- Максимальное положительное выходное напряжения
- Максимальное отрицательное выходное напряжения
- Скорость нарастания
- Рассеяние мощности в покое
- Входной ток смещения
- Усиление напряжения с незамкнутым контуром ОС
- Частоту коэффициента единичного усиления
- Коэффициент ослабления синфазного сигнала
- Фазовую границу
- выходное сопротивление на постоянном токе
- выходное сопротивление на переменном токе
- Предел выходного тока при коротком замыкании
- Входные защитные диоды

Листинг. 1. Pspice макромодель Бойля.

```
*$
* CREATED 10.12.06
* http://pspice.comtv.ru
* CONNECTIONS:          NON-INVERTING INPUT
*                       | INVERTING INPUT
*                       | | POSITIVE POWER SUPPLY
*                       | | | NEGATIVE POWER SUPPLY
*                       | | | | OUTPUT
*                       | | | | |
.SUBCKT KP1446UD1      1 2 3 4 5
*
C1  11 12 24E-12
C2   6  7 75.001E-12
CPSR 85  86 159.201E-9
DCM+ 81 82 DX
DCM- 83 81 DX
DC   5 53 DX
DE   54  5 DX
DLP  90 91 DX
DLN  92 90 DX
DP   4  3 DX
ECMR 84 99 (2,99) 1
EGND 99  0 POLY(2) (3,0) (4,0) 0 .5 .5
EPSR 85  0 POLY(1) (3,4) -900E-6 90E-6
ENSE 89  2 POLY(1) (88,0) .4E-3 1
FB  7 99 POLY(6) VB VC VE VLP VLN VPSR 0 130E4 -1E6 1E6 1E6 -1E6 130E4
GA  6  0 11 12 452.4E-6
GCM  0  6 10 99 50.44E-9
GPSR 85 86 (85,86) 100E-6
GRD1 60 11 (60,11) 4.525E-4
GRD2 60 12 (60,12) 4.525E-4
HLIM 90  0 VLIM 1K
HCMR 80  1 POLY(2) VCM+ VCM- 0 1E2 1E2
IRP  3  4 922E-6
ISS   3 10 DC 228.0E-6
IIO  2  0 5E-12
```

```
I1 88 0 1E-21
J1 11 89 10 JX
J2 12 80 10 JX
R2 6 9 100.0E3
RCM 84 81 1K
RN1 88 0 3100
RO1 8 5 50
RO2 7 99 50
RSS 10 99 877.2E3
VAD 60 4 -.5
VCM+ 82 99 3.4
VCM- 83 99 -4.4
VB 9 0 DC 0
VC 3 53 DC .789
VE 54 4 DC .789
VLIM 7 8 DC 0
VLP 91 0 DC 2.4
VLN 0 92 DC 9.6
VPSR 0 86 DC 0
DP1 1 3 DA
DP2 4 1 DB
DP3 2 3 DB
DP4 4 2 DA
.MODEL DX D(IS=800.0E-18)
.MODEL JX PJF(IS=1.480E-12 BETA=1.794E-3 VTO=-.21 KF=8.81E-17)
.MODEL DA D(IS=2E-14)
.MODEL DB D(IS=1E-14)
.ENDS
*$
```