

Рис. 1

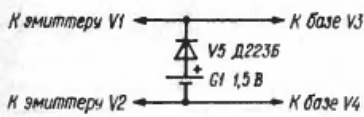


Рис. 2

ную цепь ОУ включен резистор $R6$, предотвращающий самовозбуждение УМЗЧ на высоких частотах, в эмиттерные цепи транзисторов выходного каскада включены резисторы $R10$, $R11$, которые дополнительно линейризуют усилитель и могут быть использованы в качестве датчиков для устройства электронной защиты УМЗЧ; введены плавкий предохранитель $FU1$ защиты акустических систем и реле $K1$ задержки их подключения и быстрого отключения, устраняющей щелчки в моменты подачи и снятия питания.

Источник напряжения смещения диодов $VD3$, $VD4$ можно собрать по схеме, показанной на рис. 4. Он рассчитан на работу с УМЗЧ с выходной мощностью до 60 Вт (для стереофонического варианта необходимы два таких источника). В режиме покоя и при амплитуде сигнала, недостаточной для закрывания транзисторов $VT1$, $VT2$ (рис. 3), источник смещения не принимает участия в работе выходного каскада, так как диоды $VD3$, $VD4$ находятся на начальном участке открывания (прямое напряжение на каждом из них составляет 0,3...0,4 В). Благодаря этому сохраняется высокая термостабильность выходного каскада за счет тепловой связи между его транзисторами. Конденсаторы $C10$ и $C11$ (рис. 4) используются для создания «следающего» питания цепи $R14VD6R15$, что стабилизирует протекающий через нее ток и исключает ее сопротивление (по переменному току) из нагрузки эмиттерных повторителей на транзисторах $VT1$, $VT2$.

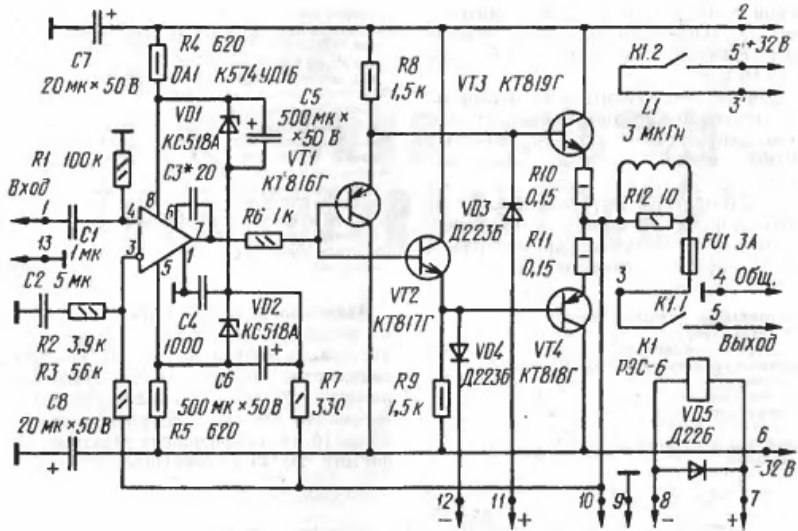


Рис. 3

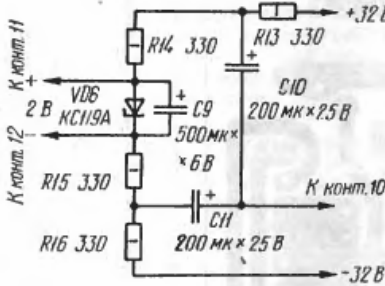


Рис. 4

При нарастании сигнала, например в положительную сторону, наступает момент, когда закрывается транзистор $VT1$ и потенциал его эмиттера фиксируется. Так как на эмиттере транзистора $VT2$ сигнал продолжает увеличиваться, диоды $VD3$ и $VD4$ открываются и вместо канала усиления на транзисторах $VT1$, $VT3$ образуется канал усиления: транзистор $VT2$, диод $VD4$, источник смещения, диод $VD3$ и транзистор $VT3$. При усилении сигнала, нарастающего в отрицательную сторону, аналогичным образом создается канал усиления: транзистор $VT1$, диод $VD3$, источник смещения, диод $VD4$, транзистор $VT4$. Поскольку источник напряжения смещения включает последовательно в цепи баз выходных транзисторов, он должен обеспечивать неискаженную передачу импульсов базового тока. В зависимости от статического коэффициента передачи тока $h_{21э}$ тран-

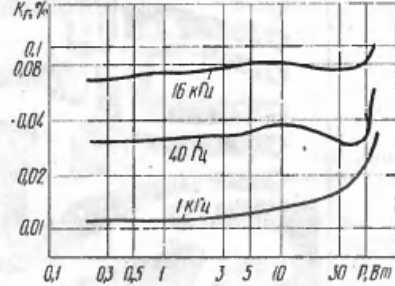


Рис. 5

зисторов $VT3$, $VT4$ их амплитуда I_b составляет 80...150 мА. Угол отсечки импульсов базового тока при максимальной мощности близок к 90° , и постоянная составляющая импульсов $I_b = I_{b0} / \pi = 25...48$ мА. Поэтому ток в цепи $R14VD6R15$ выбран равным 50 мА. Конденсатор $C9$ играет роль накопителя энергии и обеспечивает необходимую амплитуду базового тока. Дифференциальное сопротивление источника не превышает 2,5 Ом.

Параметры макета УМЗЧ измерялись в соответствии с методами, установленными ГОСТ 24388-80 (СТ. СЭВ 1079-78) и ГОСТ 23849-79. Так как использованный автоматический измеритель нелинейных искажений Сб-7 не позволяет измерять коэффициент гармоник менее 0,03%, а коэффициент общих гармонических искажений имевшихся в распоряжении генераторов сигналов составлял 0,03...0,08%, изме-

рения проводились методом компенсации [3]. Основная гармоника выходного сигнала при этом подавлялась в 5...10 раз.

Для питания усилителя использовался нестабилизированный выпрямитель с конденсаторами фильтра емкостью 10 000 мкФ, выходным напряжением ± 35 В на холостом ходу и ± 32 В при токе нагрузки 1,6 А. Транзисторы по параметрам не подбирались. Основные технические характеристики УМЗЧ оказались следующими:

Максимальная выходная мощность на нагрузке сопротивлением 4 Ом (при коэффициенте гармоник 1%), Вт	63,5
Диапазон эффективно воспроизводимых частот, кГц	0,02...700
Номинальное входное напряжение, В	1
Коэффициент гармоник в диапазоне частот 20...20 000 Гц при номинальной выходной мощности 55 Вт, %	0,1

Коэффициент интермодуляционных искажений при подаче сигналов частотой 250 Гц и 8 кГц с отношением амплитуд 4:1 при номинальной выходной мощности, %, не более

Отношение сигнал/невзвешенный шум при номинальной выходной мощности и диапазоне частот 22...22 500 Гц, дБ

Выходное сопротивление в интервале частот 1...10 кГц, Ом

Максимальная скорость нарастания выходного напряжения при выходной мощности 63,5 Вт, В/мкс, не менее

КПД при максимальной выходной мощности, %

Ток покоя транзисторов выходного каскада, мА

0,025
95
0,1
40
60
65

Зависимость коэффициента гармоник от выходной мощности на различных частотах показана на рис. 5. Следует также отметить зависимость этого параметра от емкости конденсатора С3 коррекции ОУ. При ее уменьшении с 43 до 16 пФ коэффициент гармоник на частоте 20 кГц уменьшается с 0,25

до 0,1% (при выходной мощности 30 Вт). Это объясняется расширением полосы большого сигнала и увеличением эффективности ООС на верхней частоте звукового диапазона. Однако чрезмерное уменьшение емкости корректирующего конденсатора может привести к самовозбуждению УМЗЧ или появлению колебаний в его переходной характеристике (при $C3=16$ пФ выброс составляет 25%, время установления — 0,8 мкс). Дальнейшего снижения коэффициента гармоник можно, очевидно, добиться повышением петлевого усиления, особенно на высших частотах.

Конструкция и детали. Кроме указанного на схеме, в качестве стабилизатора VD6 (рис. 4) можно использовать два последовательно включенных диода КД102, КД103А, Д223, Д223А, Д219А, КД504, КД509, КД513А, КД519А,

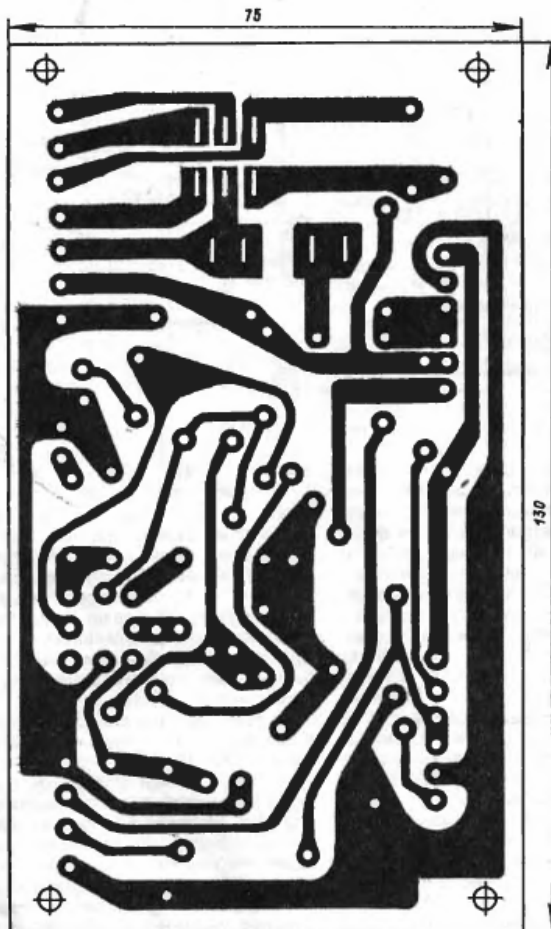
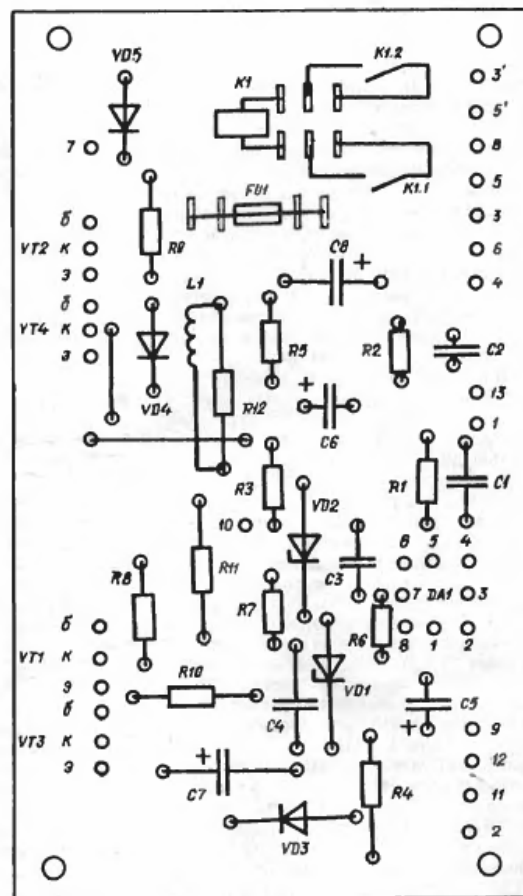


Рис. 6



КД519Б, КД522А. При этом следует помнить, что напряжение источника не должно превышать 2 В, иначе возрастет ток покоя транзисторов выходного каскада и они могут выйти из строя. В УМЗЧ применены резисторы С5-16Г (R10, R11) и МЛТ (остальные), оксидные конденсаторы К50-6, К50-12 (С7, С8 — желательно типа ЭТО-1). Вместо транзисторов КТ816Г (VT1) и КТ817Г (VT2) могут быть использованы менее мощные транзисторы КТ814Г и КТ815Г. Реле К1—РЭС-6 (паспорт РФ0.452.113).

Стерефонический вариант УМЗЧ смонтирован на печатной плате размерами 260×75 мм из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. На рис. 6 изображена половина этой платы, вторая ей идентична. Все транзисторы оконечных и предоконечных каскадов своими выводами впаяны непосредственно в печатную плату, которая с помощью уголков прикреплена к соединенному с общим проводом теплоотводу размерами 280×100×34 мм (перпендикулярно его плоской поверхности). Последний изготовлен из дюралюминия и занимает большую часть задней стенки усилительного блока. Общая площадь охлаждающей поверхности теплоотвода, содержащего 26 ребер трапециевидального сечения (основания — соответственно 4 и 2, высота — 27 мм) и длиной 100 мм, составляет 1950 см². Все транзисторы закреплены на нем через слюдяные прокладки толщиной 0,05...0,08 мм. Места установки транзисторов тщательно отшлифованы, а прокладки с обеих сторон смазаны глицерином. Транзисторы прикреплены к теплоотводу винтами М3, изготовленными из текстолита или капролона. Теплоотвод расположен снаружи блока, что облегчает тепловой режим внутри его корпуса и обеспечивает лучшие условия охлаждения при размещении блока в стойке бытового радиокомплекса.

Детали источников смещения (рис. 4) целесообразно разместить в блоке питания усилителя, где, кстати, можно смонтировать устройство управления реле К1 и электронной защиты транзисторов выходного каскада УМЗЧ от перегрузки.