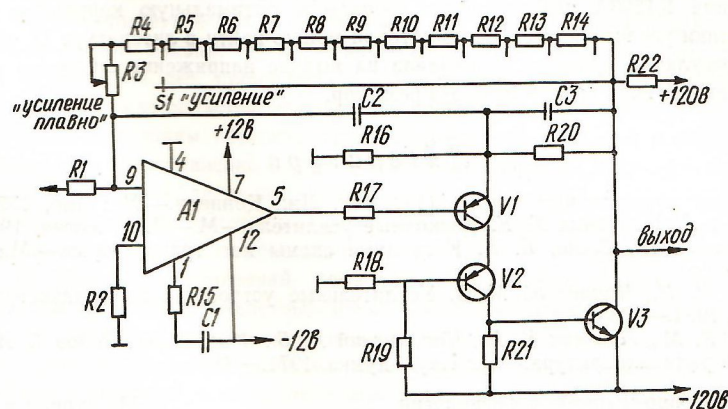


УДК 612.014.423

В. А. Бурый

ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ВЫХОДОМ

В последнее время операционные усилители на базе интегральных микросхем находят все большее применение при конструировании приборов для биологических исследований. Однако максимальное напряжение выходного сигнала, которое могут обеспечить эти усилители, часто бывает недостаточным для многих практических целей. Например, для налаживания методики фиксации напряжения на мембране желательнее иметь операционный усилитель, который бы обеспечивал максимальное напряжение выходного сигнала ± 100 В. Схема предлагаемого нами усилителя (см. рисунок) отвечает этому требованию. Она построена на базе достаточно распространенной микросхемы К1УТ401Б, выход которой соединен с усилителем напряжения коэффициентом усиления 20. Первый каскад усилителя выполнен по каскодной схеме на транзисторах V1 и V2.



Принципиальная схема усилителя.

R1, R2 — 10 кОм; R3, R5 — R14 — 500 кОм; R4 — 100 кОм; R17 — 100 кОм;
R15 — 180 Ом; R16 — 11 кОм; R18, R19 — 62 кОм; R20 — 360 кОм; R21 — 6,8 кОм;
R22 — 20 кОм; C1 — 6800 пФ; C2 — 56 пФ, C3 — 10 пФ; A1 — К1УТ401Б; V1,
V2 — МП26Б; V3 — КТ604Б.

торах V1 и V2 (МП26Б). Каскодная схема позволяет значительно (в 100—1000 раз) уменьшить внутреннюю обратную связь через обратную проходную проводимость, которая имеет комплексный характер и снижает устойчивость усилителя [2]. Кроме того, для каскодного усилителя напряжение на коллекторе транзистора V2 может вдвое превышать допустимое для примененных транзисторов, поскольку, коллекторное напряжение делится между двумя транзисторами (V1 и V2) [3]. Это обстоятельство является решающим в выборе схемы усилителя при отсутствии высоковольтных транзисторов *p-n-p* проводимости.

В выходном каскаде применен *n-p-n* транзистор V3 (КТ604Б), что позволило легко осуществить согласование каскадов и значительно упростить схему усилителя.

Для уменьшения нелинейных искажений и повышения стабильности выходной усилитель напряжения охвачен отрицательной обратной связью через резистор R20.

Коэффициент передачи операционного усилителя зависит от соотношения сопротивлений резистора обратной связи (R_3 — R_{14}) и входного резистора R_1 . Изменяя сопротивление резистора обратной связи с помощью переключателя S_1 и переменного резистора R_3 , можно, соответственно, грубо и плавно изменять коэффициент передачи. В зависимости от конкретных требований, максимальная величина коэффициента передачи может быть увеличена за счет увеличения сопротивления обратной связи или уменьшения сопротивления входного резистора.

Полоса пропускания операционного усилителя ограничивается сверху наиболее низкочастотными транзисторами V_1 и V_2 (МП26Б), для которых граничная частота $f_{h216} = 500$ кГц [5]. Усилитель питается от стабилизированных источников питания, напряжением ± 120 и ± 12 В.

В тех случаях, когда необходимо получить более широкую полосу пропускания усилителя, может быть рекомендована замена транзисторов МП26Б на КТ203А, для которых граничная частота на порядок выше. При этом желательно, для повышения надежности усилителя, снизить напряжение питания выходного каскада на 10—20 В, что, естественно, скажется и на максимальной амплитуде выходного сигнала.

При налаживании схемы вход усилителя напряжения отсоединяется от выхода микросхемы и через резистор R_{17} подают синусоидальный сигнал амплитудой 5 В от генератора. Затем подбором сопротивлений резисторов R_{16} , R_{20} , R_{21} добиваются на выходе усилителя сигнала 100 В с минимальными искажениями и нулевым уровнем напряжения при отсутствии сигнала на входе. При наличии высокочастотной генерации в собранном усилителе ее устраняют с помощью конденсаторов C_2 и C_3 минимальной емкости, при которой исчезает генерация. При применении в качестве V_1 и V_2 транзисторов типа КТ203А целесообразно произвести оптимальную коррекцию частотной характеристики усилителя, сведения о которой можно найти в литературе [1, 4].

Для регуляции нулевого потенциала на выходе напряжение смещения подают на инвертированный вход усилителя через резистор.

Литература

1. Аналоговые интегральные схемы. / Под. ред. Дж. Коннели. — М.: Мир, 1977. — 440 с.
2. Ложников А. П., Сонин Е. К. Каскодные усилители. — М.—Л.: Энергия, 1964. — 128 с.
3. Ложников А. П., Сонин Е. К. Каскодные схемы на транзисторах. — М.: Энергия, 1969. — 144 с.
4. Мигулин И. Н., Чаповский М. З. Усилительные устройства на транзисторах. — К.: Техника, 1974. — 428 с.
5. Терещук Р. М., Терещук К. М., Чаплинский А. Б., Фукс Л. Б., Седов С. А. Малогабаритная радиоаппаратура. — К.: Наук. думка, 1971. — 480 с.

Отдел нервно-мышечной физиологии
Института физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила в редакцию
9.XI 1977 г.