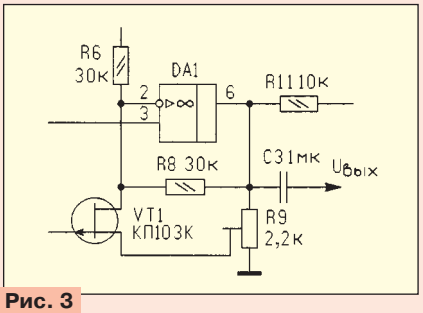

Рис. 3

ем 250 мВ (частота 1 кГц) и балансировкой моста резистором R4 добиваются минимума выходного сигнала. Обычно выходной сигнал получается меньше входного примерно на 40 дБ (в 100 раз). Потом увеличивают (резистором R1) напряжение на затворе полевого транзистора до напряжения отсечки, прекращающей рост сигнала на выходе АРУР. Если при регулировке превысить это напряжение, то могут появляться щелчки при срабатывании компрессора. Если же оно окажется меньше напряжения отсечки, когда полевой транзистор не полностью закрыт, то время восстановления этого регулируемого звена значительно уменьшится. Такая регулировка требуется во всех регуляторах, где применяется полевой транзистор. К сожалению, напряжение отсечки полевых транзисторов может заметно отличаться.

Затем входной сигнал увеличивают в 3,16 раза, что соответствует диапазону сжатия D = 10 дБ, и регулятором R_n устанавливают выходной уровень на величину d = 1...2 дБ выше нормированного значения. Отношение d/D называют коэффициентом сжатия динамического диапазона. По международным рекомендациям регулировка и измерение АРУР проводятся при диапазоне сжатия всего 6 дБ, но это не очень удобно для измерений, да и работают авторегуляторы обычно при большем превышении входных уровней. Поэтому некоторые зарубежные профессиональные авторегуляторы оказались совершенно непригодными для работы в радиовещании, несмотря на очень хорошие технические характеристики.

Вообще, к параметрам авторегуляторов следует относится несколько иначе, чем к параметрам усилителей звуковой частоты. Казалось бы, помехи и щелчки срабатывания значительно заметнее больших нелинейных искажений. Однако большинство высококвалифицированных звукорежиссеров предпочитают аналоговые АРУР цифровым, обладающим меньшими искажениями. При сравнительных субъективно-статистических экспертизах среди аналоговых приборов не раз с большим отрывом побеждали АРУР, у которых коэффициент нелинейных искажений ($K_г$) был в 5...6 раз больше.

Компрессор, собранный по схеме, изображенной на рис. 2, имеет $K_г$ = = 0,3...0,5 % во всем диапазоне сжатия. Другой вариант (см. рис. 3) отличается тем, что подстроечным резистором R9 можно выбрать оптимальную величину обратной связи, снижающей искажения в выбранной области амплитудной характеристики.

Например, если АРУР работает в сторожевом режиме, то при уровнях сигналов ниже нормированного $K_г$ уменьшается до 0,1 % и менее, хотя при сжатии на 10 дБ он достигает 0,7 %. В этом варианте схемы нет необходимости балансировать мост, хотя максимальный диапазон сжатия может несколько сократиться.

После установки порога срабатывания проверяют выходное напряжение АРУР при номинальном входном уровне, затем с занижением и завышением на 10 дБ. На заниженных уровнях АРУР работает как обычный усилитель; входной и выходной уровни устройства должны совпадать (полевой транзистор полностью закрыт). При номинальном входном уровне на выходе АРУР возможно некоторое снижение напряжения, оно соответствует начальному сжатию диапазона уровней. Если начальное сжатие не превышает 1 дБ, оно допустимо, так как даже при небольших выбросах сигнала будет достигаться нормированное значение. При повышении порога срабатывания АРУР начальное сжатие уменьшается, но в этом случае и выбросы выходного сигнала будут больше. Чтобы характеристика ограничения была более горизонтальной, увеличивают (например, подбором резистора R12 на рис. 2) усиление ОУ DA2, но работа компрессора на слух станет более грубой и заметной.

Временные характеристики авторегуляторов обычно проверяют с помощью осциллографа и датчика тональных импульсов; методика измерений многократно приводилась в литературе [7], и нет смысла возвращаться к этому вопросу еще раз.

Рассмотренный вариант компрессора применялся во многих устройствах, и в большинстве случаев работа его признана удовлетворительной даже звукорежиссерами-профессионалами.

Но это уже вчерашний день. Если потребуется разработать стереофонический АРУР, то вряд ли подбором полевых транзисторов удастся решить эту задачу в соответствии со всеми требованиями. Поэтому стоит познакомиться с некоторыми современными электронными регуляторами, информация о которых не всегда доступна.

Так, очень интересна микросхема SSM2164, состоящая из четырех управляемых напряжением усилителей (рис. 4). Диапазон напряжений питания от ±4 В до ±18 В, ток потребления — 6...8 мА. Входное и выходное сопротивления — 30 кОм, входное сопротивление для сигнала управления — 5 кОм. Диапазон регулировки усиления (относительно 0,775 В) — от –94 до +20 дБ с крутизной управления уровнем сигнала 33 мВ/дБ. Выходной каскад регулятора может работать в режимах класса А (когда между выводами 1 и 16 включен резистор 7,5 кОм) или АВ (без резистора). В первом из них $K_г$ не превышает 0,15 %, а в режиме АВ — 0,3 %. Скорость нарастания сигнала — 0,7 В/мкс, полоса частот достаточно широка — $f_{ср}$= 0,5 МГц.

Микросхему удобно использовать для стерео- и квадрафонических устройств; технология позволяет получить для всех усилителей микросхемы одинаковые характеристики управления. Два усилителя удобно использовать со стереофоническим АРУР, а еще два предоставляют дополнительные возможности. Самое простое — включить их в качестве выходных и, объединив входы управления, изменять управляющее напряжение одним регулятором. Получается косвенное управление: сигнал не проходит через регулятор уровня и не вызывает появления тресков при регулировке, а сам регулятор может быть установлен на большом расстоянии.

Но более интересно использование их в том же АРУР, если перед компрессором поставить более инерционное регулируемое звено в качестве автостабилизатора уровня (АСТ). На случайных кратковременных импульсах или “пикастых” речевых сигналах этот АСТ (с временем срабатывания 0,3 с) не реагирует на них, и короткие выбросы, превышающие нормированный уровень даже на 6...10 дБ, вызывают снижение его выходного уровня менее 1 дБ. Компрессор же срабатывает, но при небольшом времени восстановления, около 0,3 с, его коэффициент передачи быстро восстанавливается. Для речевых сигналов это эффективный и малозаметный на слух речевой компрессор, увеличивающий в несколько раз

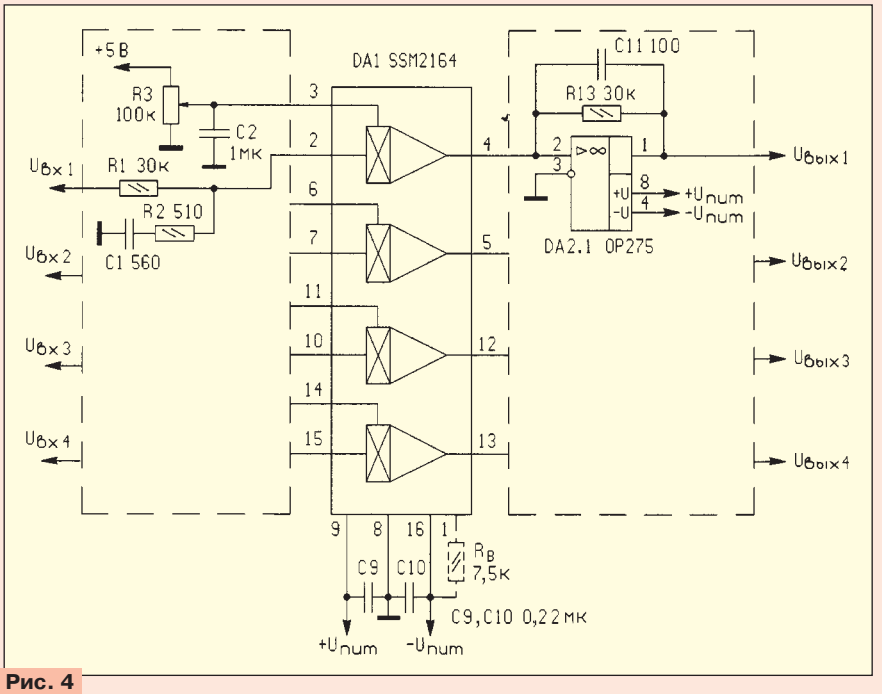

Рис. 4