

# The economic, direct coupling amplifier

## Экономичный усилитель с непосредственными связями

Волкерс

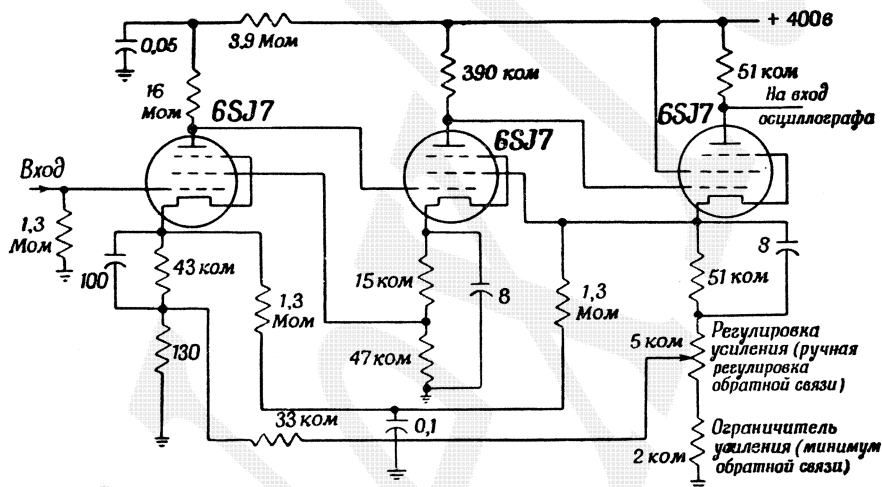
При понижении напряжения на экранирующей сетке пентода до 10% и ниже от величины напряжения источника анодного питания и при увеличении сопротивления анодной нагрузки в 10 раз и более против ее обычных значений, коэффициент усиления ламп, рабо-

тающих в таком экономичном режиме, значительно возрастает, несмотря на уменьшение крутизны характеристики. В этих условиях на серийных лампах 6SJ7 было получено усиление на каскад, достигающее 2500.

Применение экономичного режима ламп

в усилителе с непосредственной связью имеет два следующих основных преимущества: резкое увеличение общего коэффициента усиления, что позволяет уменьшить число каскадов, и упрощение схемы, вызванное уменьшением числа деталей.

счет отрицательной обратной связи, которая может быть сделана чрезвычайно сильной. Коэффициент отрицательной обратной связи в этом усилителе может быть доведен до 1000 и более, что способствует эффективному подавлению фона и собственных шумов ламп,



Фиг. 1. Трехкаскадный экономичный усилитель с непосредственной связью, примененный в милливольтдетекторе, выпускаемом промышленностью.

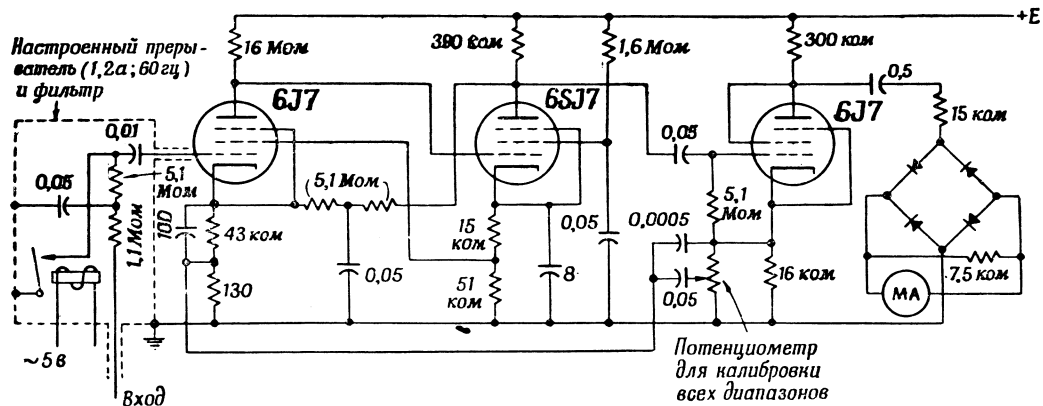
На фиг. 1 представлена принципиальная схема телевизионного милливольтдетектора и предварительного усилителя к осциллографу,

Это дает возможность строить подобные усилители с шумом менее 25 мкв на лампах 6SJ7 с питанием накала переменным током.

1) При этом второй каскад должен быть выполнен по схеме с катодной связью, как на фиг. 1. — Прим. ред.

2) Это утверждение неточно. Общие для нескольких усилителей компенсационные лампы  $L_1$  и  $L_2$  вызовут определенное воздействие усилителей друг на друга. Для уменьшения взаимного влияния необходимо в ка-

честве  $L_2$  выбирать лампы с большой крутизной; кроме того, необходимо как можно более тщательно сбалансировать первые лампы каждого из усилителей (при подключенных остальных усилителях) с лампой  $L_1$ . — Прим. ред.



Фиг. 2. Схема с экономичным режимом ламп, использованная в широкодиапазонном ламповом милливольтметре постоянного тока.

изготовленного фирмой «Смит индастриз». Схема представляет собой трехкаскадный усилитель, в котором полностью используются преимущества высокого коэффициента усиления входной лампы (около  $10^3$ ) и общее усиление которого достигает  $2 \cdot 10^6$ . Обычно в таком большом усилении нет необходимости. Поэтому избыточное усиление устраняется за

Отрицательная обратная связь при всех ее общезвестных преимуществах в отношении уменьшения искажений и шумов может во многих схемах оказаться нежелательной. Так неизбежно возникающие в усилителях с  $RC$ -связью между каскадами фазовые сдвиги могут при чрезмерной отрицательной обратной связи вызывать генерацию. Вследствие

отсутствия фазовых сдвигов экономичный усилитель данного типа с непосредственной связью допускает применение отрицательной обратной связи, равной  $5000:1$  и более, без угрозы возникновения генерации.

Замена в ламповом милливольтметре постоянного тока типа MV-17b усилителя несущей частоты с  $RC$ -связью экономичным усилителем постоянного тока с непосредственной связью (фиг. 2) позволила сократить на 40% число конденсаторов и уменьшить число ламп с 7 до 4. Потребление энергии в таком приборе снизилось настолько, что оказалось возможным полностью отказаться от вентиляционных отверстий в кожухе. Благодаря большому коэффициенту обратной связи в этом усилителе его стабильность значительно улучшилась. До изменения режима этот прибор имел погрешность 4% от полной шкалы на каждые 10% изменения напряжения сети. В экономичном усилителе с непосредственной межкаскадной связью и сильной обратной связью погрешность от изменения напряже-

ния сети на 20% составляет менее 1%.

Данная схема является хорошим примером усилителя звуковых частот смешанного типа с непосредственной связью и  $RC$ -связью между каскадами.

Предварительный усилитель напряжения состоит из двух каскадов с непосредственной связью. Входная лампа работает в экономичном режиме и дает усиление  $10^3$  и более. Второй каскад работает в обычном режиме и имеет усиление 200. Таким образом, общее усиление первых двух каскадов составляет  $2 \cdot 10^5$ . Экономичный усилитель усиливает несущий сигнал, вырабатываемый модулятором постоянного тока, обладающим уровнем шумов ниже  $10 \text{ мкВ}$  при входном сопротивлении  $11 \text{ Мом}$ . Отрицательная обратная связь при максимальной чувствительности этого вольтметра составляет приблизительно  $100:1$  и при меньшей чувствительности  $1000:1$ . При таких высоких коэффициентах обратной связи шумы ламп и фон ничтожно малы и ими можно пренебречь.