

The broad-band, differential amplifier (0 - 10 MHz)

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МОСТОВЫХ СХЕМ

Барнет, Джаколетто

Схема этого дифференциального усилителя позволяет измерять разность между двумя входными сигналами, изменяющимися в широком диапазоне частот. Так, например, она может быть использована в качестве предусилителя для превращения обычного осциллографа в дифференциальный.

Оба входа дифференциального усилителя имеют высокие и неизменные входные сопротивления в рабочей полосе частот от 0 до 10 Мгц. Полоса частот, в которой обеспечивается необходимое усиление по напряжению,

во много раз больше и составляет около 40 Мгц. Схема позволяет подавать на вход сигналы с действующим значением напряжения вплоть до 2 в.

При подаче на входы дифференциального усилителя двух сигналов на его выходе получается сигнал, представляющий их разность. На фиг. 1 изображена принципиальная схема дифференциального усилителя.

Выбор общего катодного сопротивления, взятого равным 750 ом, довольно произволен. Экспериментальное определение его оптимального значения не производилось. При выбранном значении этого сопротивления для триода, имеющего $S_m = 8,5 \text{ ма/в}$ и $R_i = 5 \text{ ком}$, усиле-

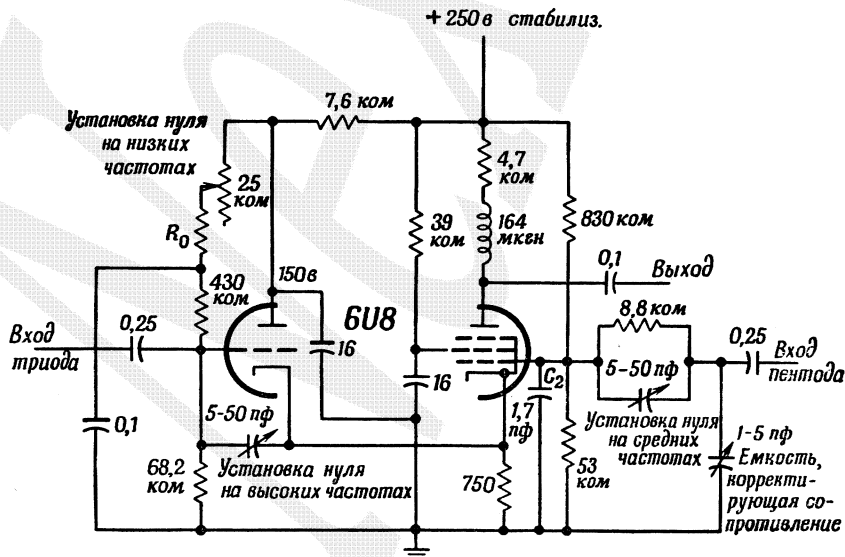
ние на низких частотах оказалось равным 0,85.

Чтобы сделать усиление триода и на высоких частотах равным 0,85, емкость $C_{ск}$ должна быть увеличена¹⁾ до 22,6 пф. Добавочная емкость получается с помощью подстроечного конденсатора на 5—50 пф, обозначенного на схеме «установка нуля на высоких частотах».

Для настройки схемы после смены ламп используются потенциометр, обозначенный на

чтобы при достижении баланса на низких частотах потенциометр регулировки усиления на низких частотах находился приблизительно в среднем положении.

Пентод работает со смещением на сетке порядка $-1,75 \text{ в}$, а триод $-0,75 \text{ в}$. Благодаря общему катодному сопротивлению дрейф, вызываемый изменениями напряжения накала, компенсируется. Поскольку сетка триода соединена с его анодом через сопротивление, служащее для установки смещения, в схеме



Фиг. 1. Схема дифференциального широкополосного усилителя.

схеме «установка нуля на низких частотах» и служащий для установки смещения на сетке триода с тем, чтобы получить нужный коэффициент передачи повторителя на низких частотах, и упомянутые выше подстроечные конденсаторы, определяющие усиление на высоких частотах.

Рабочие режимы триода и пентода определяются катодным сопротивлением и делителями напряжения в их сеточных цепях. Эти делители, помимо установки нужного смещения, задают величины входных сопротивлений. Несмотря на то, что делитель в сеточной цепи триода содержит переменное сопротивление, благодаря применению конденсатора емкостью $0,1 \text{ мкф}$, шунтирующего верхнюю часть делителя, входное сопротивление этой цепи неизменно и равно включенным параллельно сопротивлением 430 и $68,2 \text{ ком}$.

Величина сопротивления R_0 выбирается так,

¹⁾ Расчетные формулы приведены в оригинальной статье. — *Прим. ред.*

этом используется 600-омный генератор, к другому входу следует подключить сопротивление 600 ом , а затем и большее сопротивление 5600 ом . В последнем случае на низких частотах относительная погрешность должна быть примерно та же, что и при сопротивлении генератора 600 ом . Относительная погрешность на высоких частотах обычно получается хуже.

Однако при добавлении во входную цепь пентода подстроечного конденсатора в $1—5 \text{ пф}$, обозначенного на фиг. 1 как «емкость, корректирующая сопротивление», и настройке его на минимальное выходное напряжение, относительную погрешность можно получить приблизительно такой же, что и при низком сопротивлении.

После необходимого прогрева сигнал с частотой 1000 гц подается на один из входов. Другой вход связан с сопротивлением, равным сопротивлению генератора, в данном случае 600 ом . Используя вольтметр переменного тока, подбирают амплитуду сигнала на входе так, чтобы при этом действующее значение выходного напряжения составило примерно 1 в .

Затем сопротивление отключается от второго входа и оба входа соединяются с одним и тем же входным напряжением. Потенциометр низкочастотной регулировки нуля и R_0 на-

действует обратная связь, помогающая стабилизировать работу усилителя по постоянному току.

Критерием, использовавшимся при настройке дифференциального усилителя, являлось возможно более низкое значение относительной погрешности при возможно больших изменениях частоты и входных сопротивлений. Относительная погрешность определяется как отношение выходного напряжения усилителя при одинаковых напряжениях на входах к выходному напряжению при отсутствии сигнала на одном из них, но при включенном на этот вход сопротивлении, равном выходному сопротивлению генератора, подключенного к другому входу. Это отношение является мерой дифференциального действия усилителя и полезно при определении точности схемы при ее использовании для регистрации нулевых показаний измерительных мостовых схем.

Когда выходное напряжение измеряется при подаче сигнала на один из входов и при

страиваются на минимальное выходное напряжение. Результирующее минимальное выходное напряжение дает непосредственное значение относительной погрешности при условии, что раньше выходное напряжение было установлено равным 1 в .

Оптимальная настройка на средних и высоких частотах не совпадает, так что лучшая установка нуля при некоторой средней частоте не будет лучшей установкой на высокой частоте, и наоборот. Регулировка схемы на средних и высоких частотах производится путем настройки конденсаторов среднечастотной и высокочастотной коррекции нуля так, чтобы относительная погрешность была близка к минимальной и приблизительно одинаковой для средней и высокой частот. Выбранные значения средней и высокой частоты были соответственно 1 и $5,5 \text{ Мгц}$.

После того, как осуществлена настройка на низких, средних и высоких частотах, последовательно с каждым входом включаются сопротивления величиной 5 ком с точностью 1% и повышенной стабильностью, помещенные в коаксиальные защитные муфты. Затем относительная погрешность должна быть еще раз проверена на низких, средних и высоких частотах.