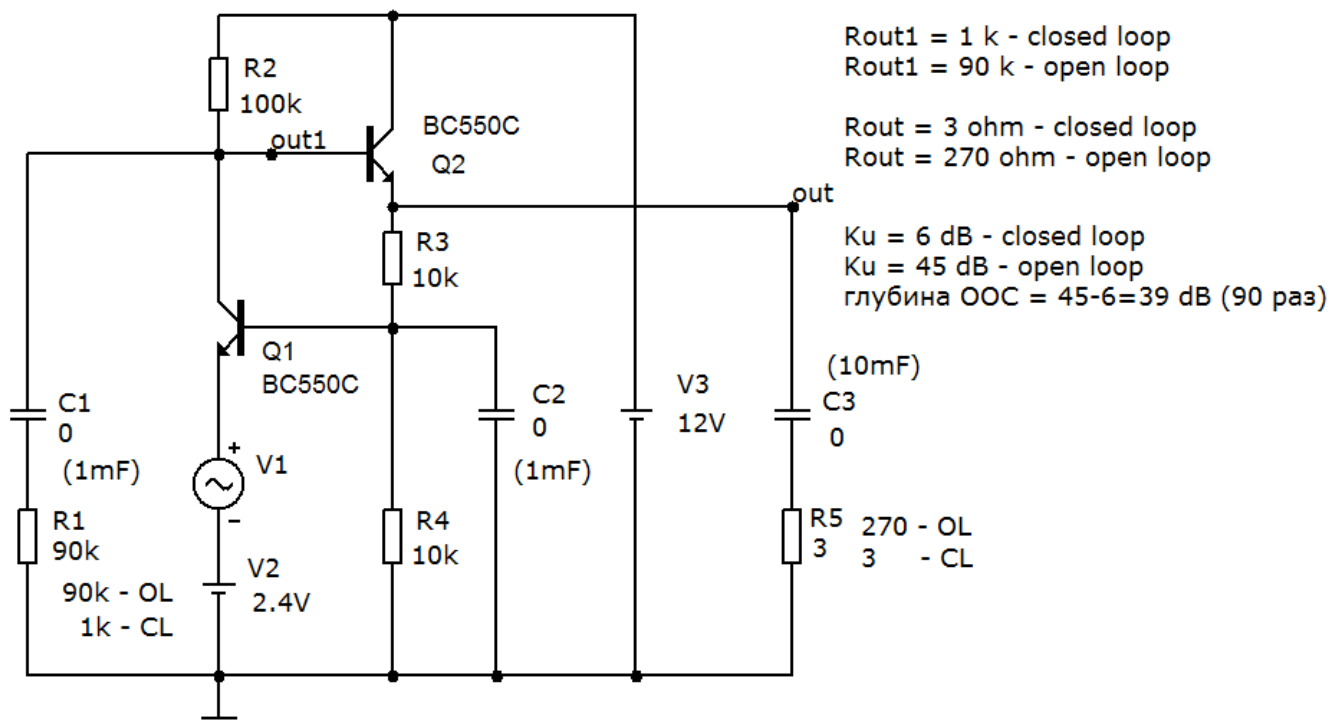
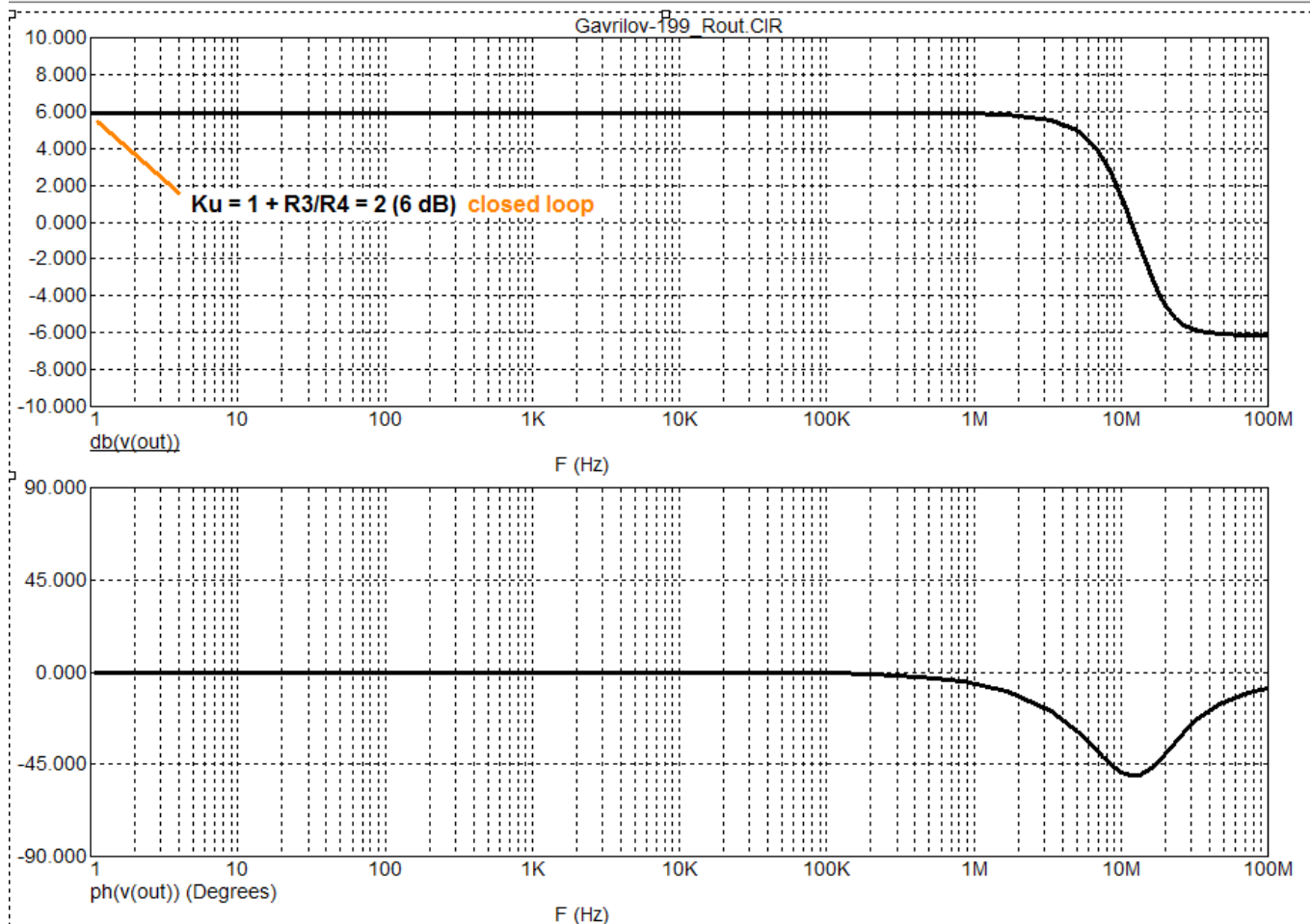


В книге Гаврилова «Искусство схемотехники» на стр. 199 есть пример расчета выходного сопротивления каскада охваченного ООС.



Проверим выходные сопротивления с помощью микрокапа

Исходно все конденсаторы равны нулю и усилитель не нагружен. Снимем АЧХ на холостом ходу с замкнутой петлей ООС

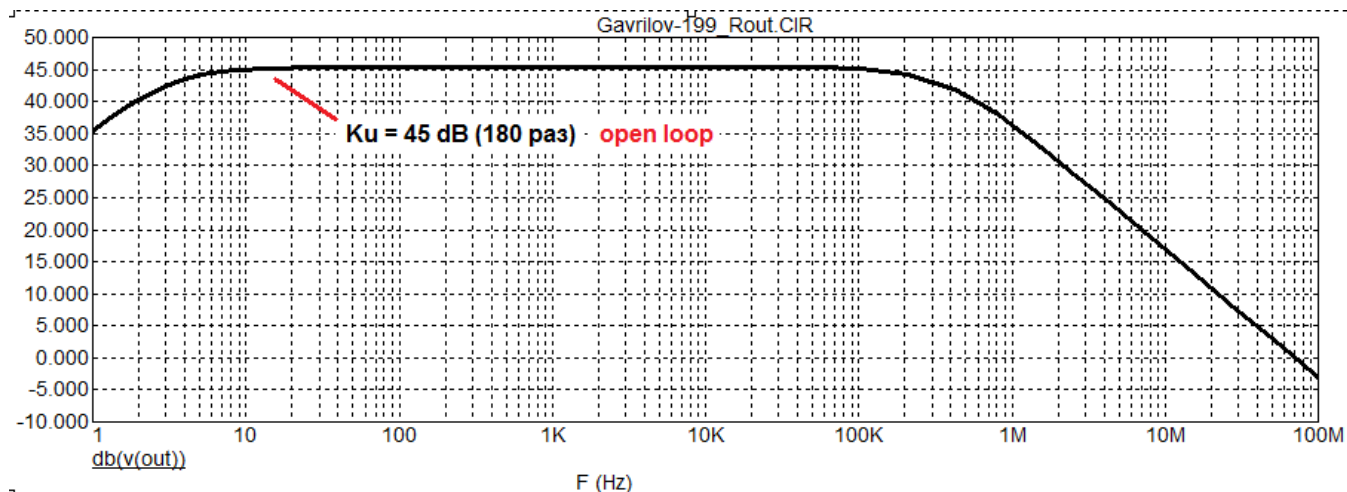


Усиление равно всего 6 дБ (2 раза) что и следовало ожидать

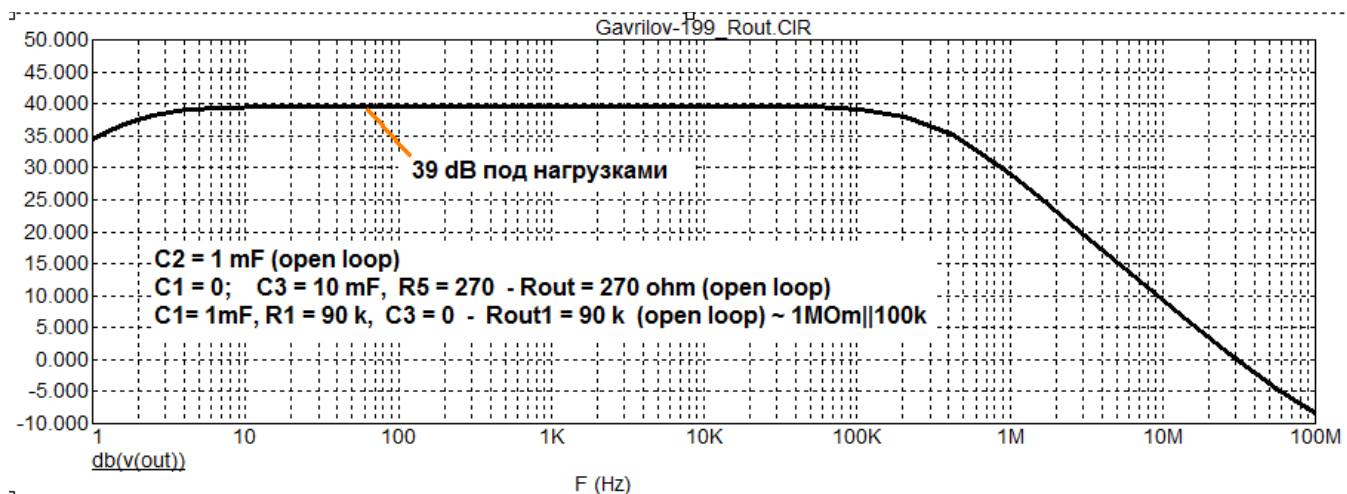
Гаврилов приводит расчет выходного сопротивления этого усилителя по результатам которого его выходное сопротивление с $h_{21} = 40$ транзисторов равно всего 20 Ом.

Подключим нагрузку ($C_3 = 10\text{ мФ}$) и не меняя h_{21} транзисторов (они на порядок выше) будем уменьшать сопротивление нагрузки пока усиление не снизится на 6 дБ, (в 2 раза). Это произошло при $R_5 = 3$ Ома. Это и есть выходное сопротивление усилителя с замкнутой петлей ООС. В нашем случае выходное сопротивление оказалось гораздо ниже, так как использованы транзисторы с более высоким h_{21} .

Для сравнения измерим R_{out} при разомкнутой ООС, для чего достаточно замкнуть базу входного транзистора по переменному току на землю, $C_2 = 1$ мФ. В этом случае на холостом ходу усиление равно 45 Дб.



Измерение выходного сопротивления R_{out} с разомкнутой ООС показало что оно равно 270 Ом (в 90 раз выше).



Нас же интересует поведение выходного сопротивления первого каскада (УН) с замкнутой и разомкнутой петлей ООС.

Отключим нагрузку усилителя, $C_3 = 0$ и измерим выходное сопротивление УН известным способом. Для чего $C_1 = 1$ мФ, а R_1 подбираем так чтобы выходное напряжение снизилось на 6 дБ. В результате с разомкнутой петлей ООС оно оказалось равным 90 кОм. Если пренебречь входным сопротивлением выходного повторителя, то оно примерно равно параллельно включенному сопротивлению нагрузки 100 кОм и внутреннего сопротивления каскада с ОБ (общая база).

Включим ООС ($C_2 = 0$) и снова измерим выходное сопротивление УН. С замкнутой петлей ООС выходное сопротивление снизилось в 90 раз и стало равным 1 кОм. Что такое 90 раз (39 дБ) — это и есть глубина ООС ($45 - 6 = 39$ дБ).

Вывод: выходное сопротивление УН в петле ООС снижается с замкнутой ООС ровно на глубину ООС по сравнению с сопротивлением с разомкнутой ООС, так как K_u ВК равен всего 1.