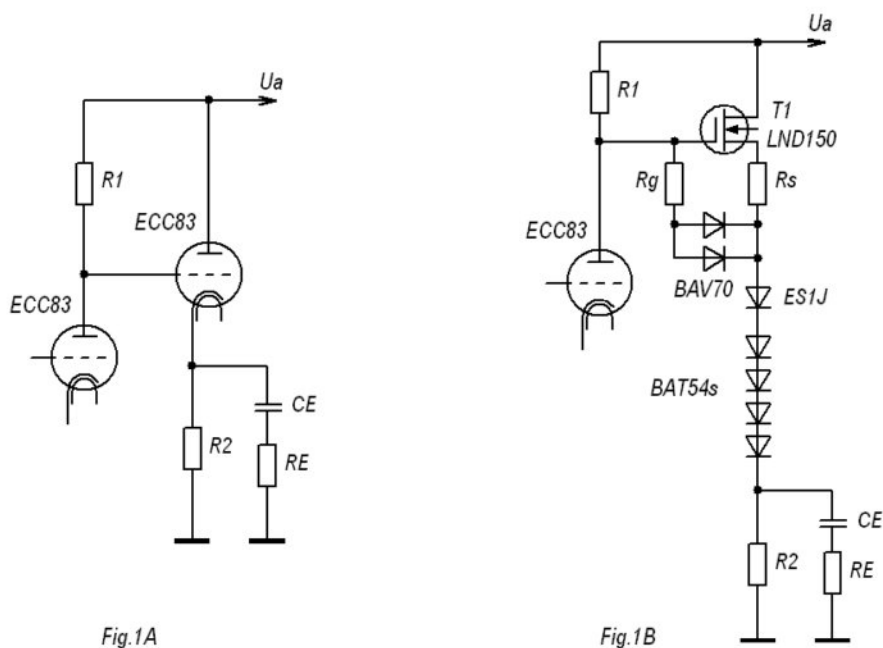


ИСТОКОВЫЙ ПОВТОРИТЕЛЬ НА ВЫСОКОВОЛЬТНОМ MOSFET В РОЛИ КАТОДНОГО ПОВТОРИТЕЛЯ

В.А. Кемпф

Несколько лет назад появилась замечательная статья Михаила Крюкова (KMG), в которой подробно описано, почему в каналах предварительных гитарных усилителей обычный истоковый повторитель, нагруженный стандартным гитарным темброблоком, не может звучать так же, как и катодный [1]. Там же предложены и решения, позволяющие приблизить звучание повторителя на MOSFET к повторителю на 12AX7 (ECC83). Автор в ряде своих следующих работ усовершенствовал повторитель, применив маломощный транзистор LND150 и значительно упростив схему [2].

На рис. 1 изображены схемы повторителя на ECC83 и повторителя на LND150 из [2].



При попытке замены лампового КП в предусилителе по мотивам MesaBoogie серии Rectifier повторителем на LND150 получить полного соответствия формы сигнала не получилось (рис.2). Если с нижней полкой проблем не возникло, то угол наклона верхней полки у полевого повторителя (желтая линия) оказался почти в два раза острее лампового (красная линия). На слух это проявляется в несколько более «сиплом» оттенке звука триодного повторителя в силу большей несимметричности и большего уровня четных гармоник.

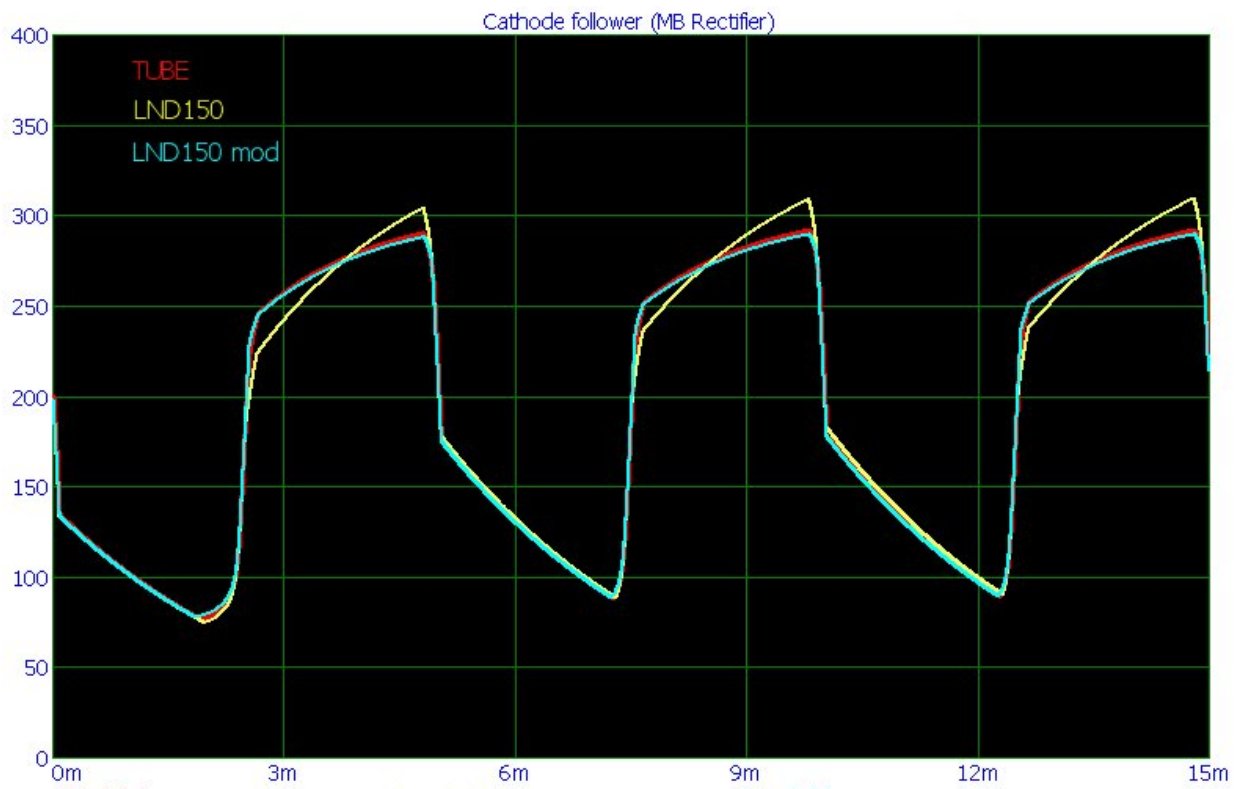


Fig.2

Изменение сопротивлений обвязки каскада и подбор типов диодов, к сожалению, положительного результата не дали. Изменялась лишь высота полки, наклон же верхней полки триодного повторителя всегда оказывался заметно ниже.

Анализ причин этого явления привел к заключению, что всё дело в наличии у триода всё той же внутренней обратной связи, оказывающей воздействие на поле сетки. В случае катодного повторителя потенциал на аноде постоянен, потенциал же катода «повторяет» потенциал сетки. Таким образом, разность потенциалов между катодом и анодом меняется, меняется и напряженность поля анод-катод, которая, суммируясь с полем сетки, оказывает «сжимающее сверху» влияние на форму верхней полки выходного сигнала.

Наиболее простым решением в этой ситуации является введение обратной связи через анодную нагрузку предыдущего каскада, выполненную в виде обычного делителя. Теоретически коэффициент деления этого делителя должен соответствовать внутреннему коэффициенту усиления триода « μ ». На практике, из-за дополнительного влияния диодов обвязки коэффициент деления лучше выбирать в диапазоне $\mu/2 \dots \mu/3$.

Схема модифицированного повторителя, заменяющая КП в MesaBoogie Rectifier приведена на рис.3В. На рис.2 его сигнал изображен голубым цветом и, как мы видим, практически полностью совпадает с сигналом повторителя на триоде (кривая красного цвета).

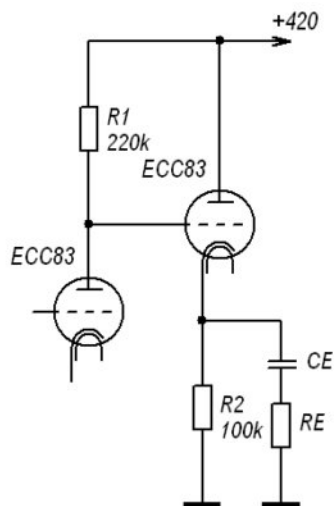


Fig.3A

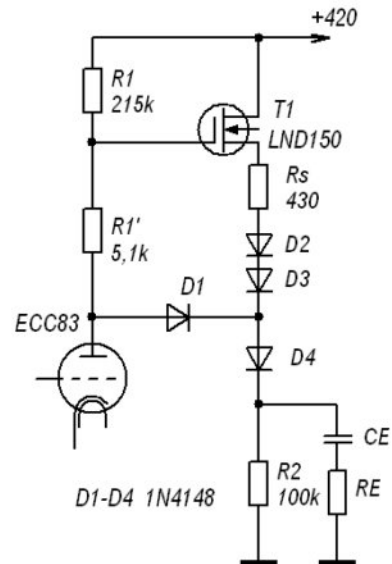


Fig.3B

LND150 обладают небольшим разбросом параметров, и в большинстве случаев форма сигнала будет отличаться не более чем при использовании триода другого производителя. Но в ряде случаев может понадобиться «тонкая подстройка» высоты и угла наклона. Высота верхней полки увеличивается с уменьшением R_s . Угол наклона определяется резистором $R1'$ и растет с его уменьшением.

В заключение стоит отметить, что в каскадах с анодным резистором предыдущего каскада номиналом порядка 100кОм разница видна меньше и намного меньше ощущается на слух. Но если Вы дотошны и хотите полного повторения поведения вакуумного триода в КП, то стоит обратить внимание на вышеуказанную особенность.

1. М.Г. Крюков. Некоторые нюансы использования мосфетов в качестве повторителей в ламповых гитарных усилителях. <http://milas.spb.ru/~kmg/irf.html>
2. М.Г. Крюков. Полевой вариант JCM800 на транзисторах LND150. <http://milas.spb.ru/~kmg/files/projects/jcm800mv/fet/lnd150/jcm800mvfSch.pdf>