

0-572
ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

15/III - 65
1980



М.Н. Омеляненко

ИМПУЛЬСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ
НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА НА ТРАНЗИСТОРАХ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1965

1980

М.Н. Омеляненко

ИМПУЛЬСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ
НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА НА ТРАНЗИСТОРАХ

30/3/2 ч.

ВНИИЭП
Институт проблем
материаловедения
и физики металлов
Академии наук СССР
Москва

В физических экспериментах на пучках синхротрона широко используются сцинтилляционные и черенковские счетчики. Амплитуда импульсов на их выходе зависит от условий эксперимента и часто не превышает нескольких десятков или сотен милливольт. Если импульсы от счетчиков передаются по кабелям, длина которых достигает иногда сотни метров, будет наблюдаться дополнительное уменьшение амплитуд. В работе описывается выполненный нами импульсный усилитель на транзисторах, который усиливает отрицательные импульсы и может применяться в схемах амплитудного и временного анализа, когда требуется величина нарастания и спада импульсов не менее 5 нсек. Полярность выходного импульса отрицательная. Возможно последовательное включение нескольких усилителей. За основу при разработке взята схема^{1/}.

На рис. 1 показана принципиальная схема усилителя. Он состоит из входного эмиттерного повторителя (транзистор T_1), двух каскадных каскадов (транзисторы T_2 , T_3 и T_4 , T_5) и двояного эмиттерного повторителя на выходе (транзисторы T_6 , T_7). При отсутствии сигнала на входе усилителя через транзисторы T_1 , T_2 , T_3 , T_6 , T_7 протекает эмиттерный ток ≈ 2 ма, через T_4 , $T_5 \approx 10$ ма. В каждом каскаде усилителя имеется отрицательная обратная связь по переменному и постоянному току, а также коррекция по нижним частотам.

В каскад T_2 , T_3 введена коррекция по верхним частотам (индуктивность L_1). Применение индуктивности в каскаде T_4 , T_5 нежелательно, так как ее наличие уменьшает устойчивость выходного эмиттерного повторителя и при работе на высокочастотный кабель возможна его генерация. Диод D_1 на входе предохраняет усилитель от перегрузки.

Полоса пропускания частот усилителя равна 70 МГц (см. рис. 3). При снятии амплитудно-частотной характеристики усилитель был нагружен на высокочастотный кабель РК-150.

В диапазоне температуры окружающей среды от 0°C до 44°C все точки кривой (рис. 3) совпали.

Переходная характеристика проверена от ртутного генератора типа "Cossor" с временем нарастания и спада импульсов 0,5 нсек. Время нарастания и спада выходного импульса равно 5 нсек, что строго соответствует верхней граничной частоте, пропускаемой усилителем. Максимум амплитуды выходного импульса равен 4 в, коэффициент усиления - 10.

С помощью селективного милливольтметра при полосе частот в 10 кГц была снята зависимость собственных шумов на выходе усилителя от частоты (рис. 4). Частотные пределы вольтметра 0,15–35 МГц. Как видно из кривой, распределение шумов на выходе усилителя совпадает по форме с зависимостью коэффициента шумов от частоты для транзисторов, включенных по схеме с общим эмиттером или базой^{/2/}. Интегральный шум на выходе усилителя в диапазоне пропускаемых частот определяется с достаточной точностью по формуле^{/3/}

$$E = U \sqrt{\frac{\Delta F}{\Delta f}} ;$$

где ΔF – полоса частот усилителя,

E – интегральный шум,

U – интегральный шум, измеренный на средних частотах вольтметром с полосой Δf .

Для нашего усилителя $E \leq 350$ мкВ. Значит, входной эквивалент шумов

$$E_{ш.вх.экв} \leq 35 \text{ мкВ.}$$

На рис. 5 показан спектр S_{ω}^{60} , снятый амплитудным анализатором с помощью фотоумножителя с кристаллом NaJ и усилителя.

Из анализа гистограммы видно, что работа усилителя возможна и от медленных спонтаннолюминесцентных счетчиков.

В заключение пользуюсь случаем выразить благодарность А.Н.Синаеву за обсуждение результатов и ряд ценных замечаний.

Л и т е р а т у р а

1. R.J.Epstein. Nucl. Instr. and Meth., 24, 333 (1963).
2. С.Шварц. Полупроводниковые схемы, ИЛ, 1962.
3. И.П.Степаненко. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. Госэнергоиздат, 1963.

Рукопись поступила в издательский отдел
2 февраля 1965 г.

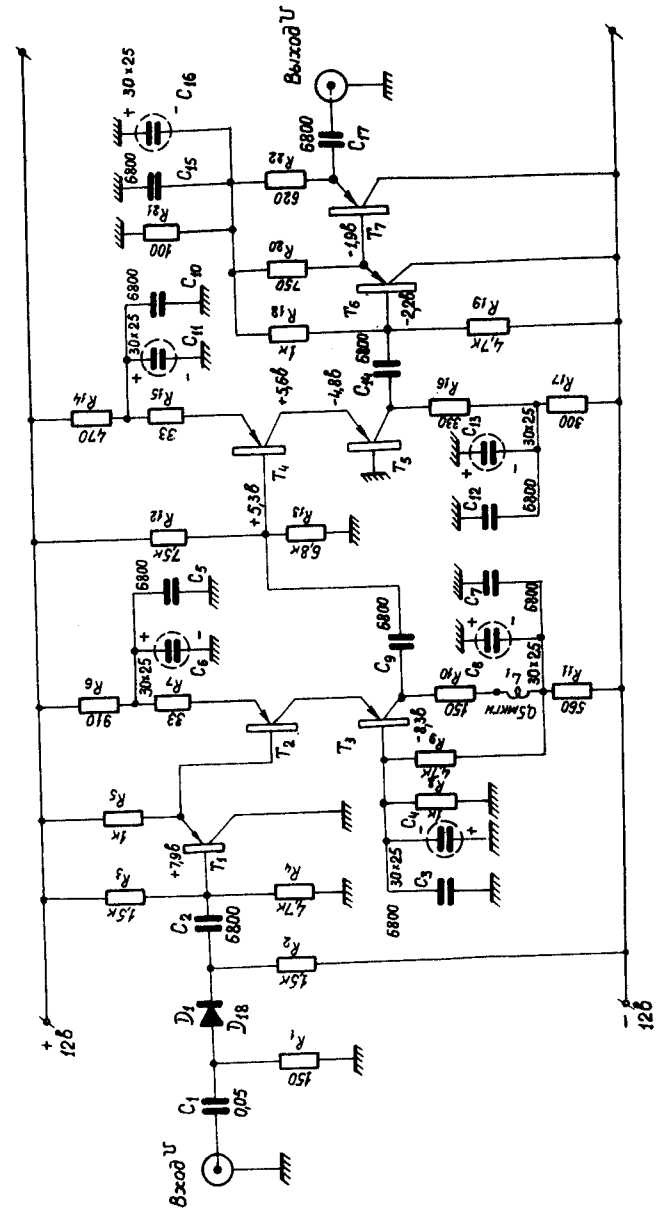


Рис. 1. Принципиальная схема усилителя.

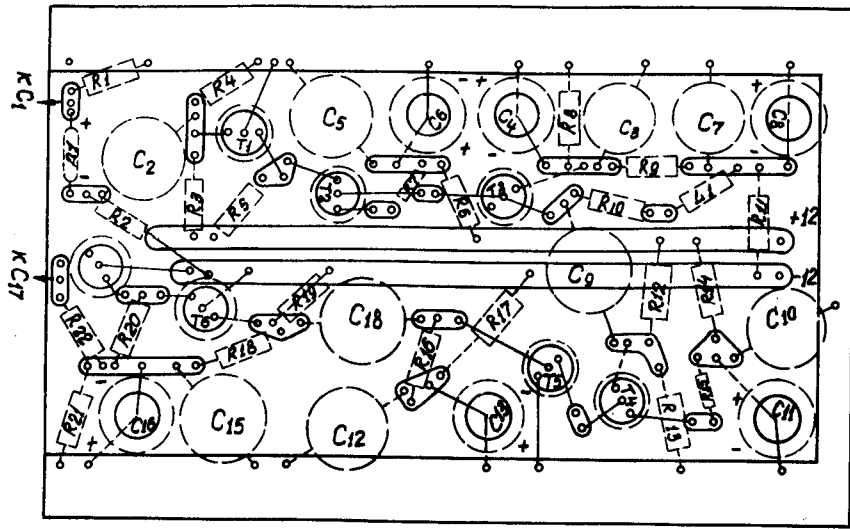


Рис. 2. Монтажная схема усилителя.

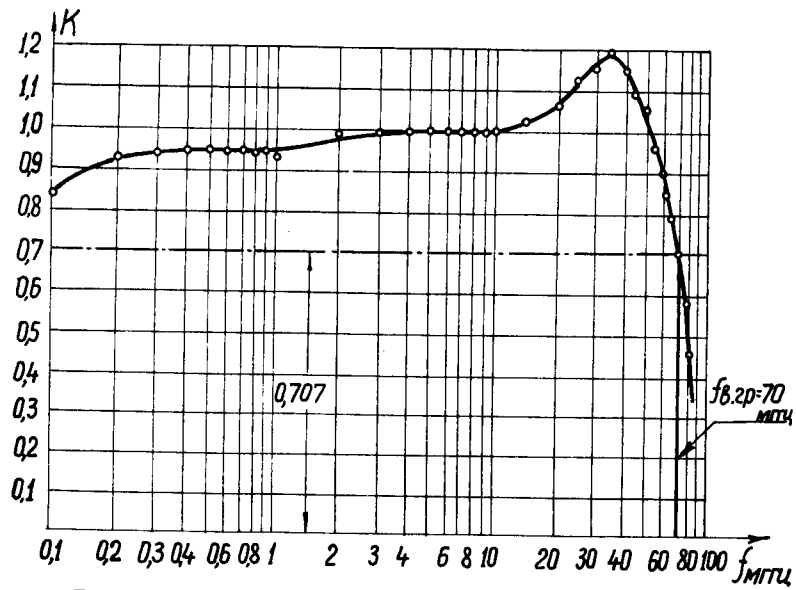


Рис. 3. Амплитудно-частотная характеристика усилителя.

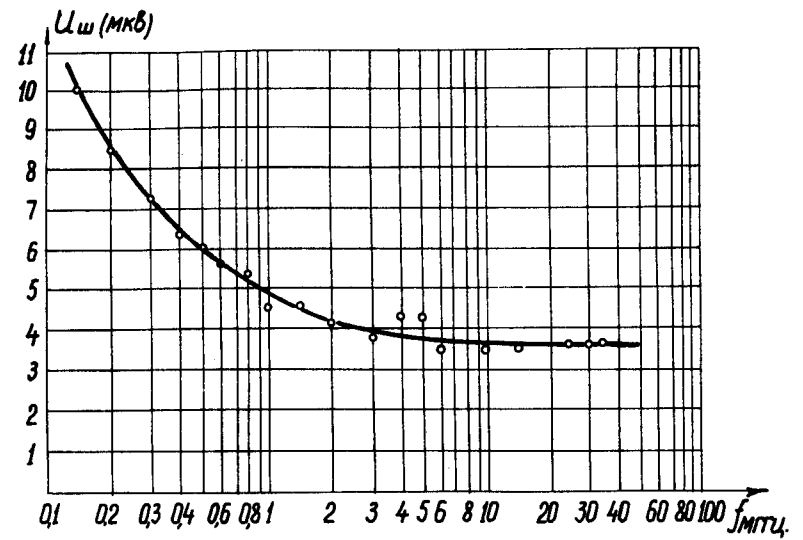


Рис. 4. Зависимость шумов на выходе усилителя от частоты.

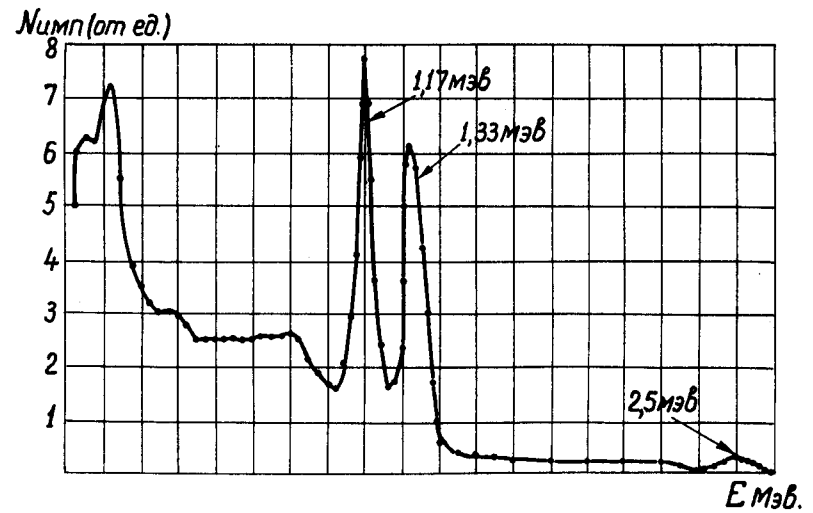


Рис. 5. Спектр Co^{60} , снятый с помощью усилителя.